

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Atti amministrativi GIUNTA REGIONALE

Delibera Num. 1610 del 08/07/2024

Seduta Num. 29

Questo lunedì 08 **del mese di** Luglio
dell' anno 2024 **si è riunita in** Viale A. Moro 52 - In modalità mista
la Giunta regionale con l'intervento dei Signori:

1) Bonaccini Stefano	Presidente
2) Priolo Irene	Vicepresidente
3) Calvano Paolo	Assessore
4) Colla Vincenzo	Assessore
5) Corsini Andrea	Assessore
6) Felicori Mauro	Assessore
7) Lori Barbara	Assessore
8) Mammi Alessio	Assessore
9) Salomoni Paola	Assessore
10) Taruffi Igor	Assessore

Funge da Segretario l'Assessore: Corsini Andrea

Proposta: GPG/2024/1450 del 21/06/2024

Struttura proponente: GABINETTO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA

Assessorato proponente: VICEPRESIDENTE ASSESSORE ALLA TRANSIZIONE ECOLOGICA,
CONTRASTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO, AMBIENTE, DIFESA DEL
SUOLO E DELLA COSTA, PROTEZIONE CIVILE

Oggetto: APPROVAZIONE DEL DOCUMENTO STRATEGICO "IL PERCORSO PER LA
NEUTRALITÀ CARBONICA PRIMA DEL 2050" DELLA REGIONE EMILIA-
ROMAGNA.

Iter di approvazione previsto: Delibera ordinaria

Responsabile del procedimento: Andrea Orlando

LA GIUNTA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

VISTA la Convenzione quadro delle nazioni Unite sui cambiamenti climatici, ratificata con legge nazionale n. 65 del 15 gennaio 1994;

VISTA la decisione assunta a Parigi il 12 dicembre 2015 nell'ambito della Conferenza delle Parti COP21;

VISTO il primo volume (WG1) 'Le basi fisico-scientifiche' del Sesto Rapporto di valutazione dell'Intergovernmental Panel for Climate Change (AR6), pubblicato in agosto 2021 in cui emerge, tra l'altro che gli scienziati rilevano cambiamenti nel clima della Terra in ogni regione e in tutto il sistema climatico ma che tuttavia, forti e costanti riduzioni di emissioni di anidride carbonica (CO2) e di altri gas serra limiterebbero i cambiamenti climatici. Queste riduzioni porterebbero a benefici rapidi per la qualità dell'aria mentre, potrebbero essere necessari 20-30 anni per vedere la stabilizzazione delle temperature globali.

VISTO il testo finale approvato a Dubai nell'ambito della Conferenza delle Parti COP28, in cui si ribadisce la necessità di uscire gradualmente dai combustibili fossili puntando su energie pulite e efficienza, con l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica (*zero emissioni nette - net zero*) entro il 2050

CONSIDERATO che:

- la Comunicazione sul Green Deal europeo COM (2019)640 final ha varato una nuova strategia di crescita mirata a trasformare l'Unione Europea in una società giusta e prospera che migliori la qualità di vita delle generazioni attuali e future, una società dotata di un'economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall'uso delle risorse;
- l'Unione europea si è impegnata a diventare il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050, obiettivo che richiede notevoli investimenti sia pubblici (a livello dell'UE e degli Stati membri) che privati;
- il Green Deal europeo prevede una [tabella di marcia con azioni](#) volte a 1) promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare, 2) ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento;
- il piano di investimenti del Green Deal europeo mobiliterà i fondi dell'UE e creerà un contesto in grado di agevolare e stimolare gli investimenti pubblici e privati necessari ai

fini della transizione verso un'economia climaticamente neutra, verde, competitiva e inclusiva;

- Il piano, che integra altre iniziative annunciate nel quadro del Green Deal, si articola in tre dimensioni:
 - mobilitare almeno 1000 miliardi di € di investimenti sostenibili nei prossimi dieci anni. Il bilancio dell'UE destinerà all'azione per il clima e l'ambiente una quota di spesa pubblica senza precedenti, attirando i fondi privati, e in questo contesto la Banca europea per gli investimenti svolgerà un ruolo di primo piano;
 - prevedere incentivi per sbloccare e riorientare gli investimenti pubblici e privati. L'UE fornirà strumenti utili agli investitori, facendo della finanza sostenibile un pilastro del sistema finanziario. Agevolerà inoltre gli investimenti sostenibili da parte delle autorità pubbliche incoraggiando pratiche di bilancio e appalti verdi e mettendo a punto soluzioni volte a semplificare le procedure di approvazione degli aiuti di Stato nelle regioni interessate dalla transizione giusta
 - la Commissione fornirà sostegno alle autorità pubbliche e ai promotori in fase di pianificazione, elaborazione e attuazione dei progetti sostenibili
- A dicembre 2020, il Consiglio europeo ha invitato la Commissione europea a *"valutare in che modo tutti i settori economici possano contribuire al meglio all'obiettivo 2030 e a presentare le proposte necessarie [...]"* (Conclusioni del Consiglio europeo del 10 e 11 dicembre 2020);
- Il Parlamento europeo e il Consiglio europeo il 30 giugno 2021 hanno approvato il Regolamento EU 2021/1119 (*"Normativa europea sul clima"*) che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999 e che ha reso giuridicamente vincolate per gli Stati membri gli obiettivi della neutralità climatica entro il 2050 e la riduzione entro il 2030 delle emissioni nette di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990;
- Il 14 luglio 2021 la Commissione europea, in linea con quanto anticipato nel suo programma di lavoro, ha annunciato il pacchetto di iniziative *"Pronti per il 55%"* composto da 13 iniziative legislative tra loro collegate, complementari e, come precisato nella Comunicazione quadro *"Pronti per il 55%": realizzare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 lungo il cammino verso la neutralità climatica - COM/2021/550"*, tutte orientate verso lo stesso obiettivo: garantire una transizione equa, competitiva e verde entro il 2030 e oltre;

CONSIDERATO inoltre che:

- la Regione nel Programma di mandato 2020 - 2025, riconferma e rilancia i suoi obiettivi per la crescita sostenibile individuando tra l'altro nel nuovo Patto per il Lavoro e per il Clima lo strumento per attuare i nuovi indirizzi strategici regionali e gli obiettivi dell'Agenda 2030. Esso individua due obiettivi fondamentali: la neutralità carbonica prima del 2050 e il raggiungimento del 100% delle energie rinnovabili al 2035;
- la Regione Emilia-Romagna ha approvato a dicembre 2018 con Delibera di Assemblea n. 187/2018 il documento di "*Strategia regionale per la mitigazione e l'adattamento*" che valorizza le azioni di mitigazione e adattamento già in atto nei Piani e Programmi settoriali, individua nuove azioni concrete nei settori chiave del trasporto, del risparmio ed efficientamento energetico, della produzione e consumo di energia, dell'innovazione tecnologica e ricerca scientifica, dell'economia verde e della riconversione industriale, della pianificazione territoriale, della comunicazione ed educazione, nonché l'avvio di un *Forum regionale permanente per i cambiamenti climatici*, quale luogo di dialogo permanente con le amministrazioni locali e i settori produttivi per il confronto ed il coordinamento sulle politiche di mitigazione e adattamento a livello locale e per informare i cittadini alle tematiche dell'adattamento e della mitigazione, affinché possano contribuire allo sviluppo di territori sempre più resilienti;
- con propria Deliberazione n. 1899 del 14 dicembre 2020 la Giunta ha approvato il *Patto per il lavoro ed il Clima*, sottoscritto tra la Regione Emilia-Romagna e le rappresentanze del sistema territoriale, che definisce obiettivi e linee di azione condivise per il rilancio e lo sviluppo dell'Emilia-Romagna, fondato sulla sostenibilità ambientale, economica e sociale, finalizzato a generare lavoro di qualità, contrastare le diseguaglianze e accompagnare l'Emilia-Romagna nella transizione ecologica, contribuendo tra l'altro a raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo sostenibile;
- con Delibera di Giunta n. 1840 del 8 novembre 2021 è stato approvato il documento di '*Strategia regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*' con l'obiettivo di correlare ciascuna azione e impegno previsti nel Programma di Mandato 2020-2025 e nel Patto per il Lavoro e per il Clima, ai Goal e ai target dell'Agenda 2030, fotografando anzitutto quale sia il posizionamento attuale e dandosi dei target di miglioramento delle proprie prestazioni, incluso quello della riduzione delle emissioni di gas climalteranti al 55% rispetto ai livelli del 1990 (Goal 13), nonché attraverso il *Forum regionale di sviluppo sostenibile* promuovere ed attivare dei percorsi partecipativi per la condivisione con tutti gli stakeholder regionali dei target e del loro monitoraggio;

- con Delibera di Giunta n. 581/2022 è stato approvato il progetto *"La transizione ecologica attraverso il Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050"* con la quale la Giunta ha inteso individuare nel Gabinetto della Presidenza di Giunta e sotto il coordinamento politico della Vice Presidenza, la struttura speciale di coordinamento del progetto *"La transizione ecologica attraverso il Percorso per la Neutralità Carbonica prima del 2050"* così come indicato nel Capitolo 5 Organizzazione e Governance dell'Allegato 1, parte integrale e sostanziale della delibera n. 581/2022;
- con Delibera di Assemblea n. 68 del 2 febbraio 2022 è stato approvato il *Programma Regionale FESR dell'Emilia-Romagna 2021-2027* in attuazione del REG.(CE) n. 1060/2021 e del rapporto ambientale di VAS, e che ha tra i suoi obiettivi principali la transizione ecologica destinando importanti risorse per la decarbonizzazione, la sostenibilità ambientale e più in generale per la lotta ai cambiamenti climatici;
- con Delibera di Assemblea n. 99 del 28 settembre 2022 è stato approvato il *Complemento di programmazione per lo sviluppo rurale del Programma strategico della PAC 2023-2027 della Regione Emilia-Romagna* e che ha tra i suoi obiettivi l'Obiettivo generale 2 *"Sostenere e rafforzare la tutela dell'ambiente, compresa la biodiversità, e l'azione per il clima e contribuire al raggiungimento degli obiettivi dell'Unione in materia di ambiente e clima, compresi gli impegni assunti a norma dell'accordo di Parigi"*;
- la L.R. 5/2022 di *"Promozione e sostegno delle Comunità Energetiche Rinnovabili e degli autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente"* la regione intende promuovere in modo massiccio sul territorio l'utilizzo di energie rinnovabili favorendo così indirettamente una riduzione delle emissioni di gas climalteranti;

DATO ATTO che:

- con Delibera di Giunta n. 602 del 26 aprile 2021 è stata istituita presso il Gabinetto della Presidenza una *Cabina di regia per la governance e il controllo strategico della programmazione regionale* che ha tra i suoi compiti anche la Governance del *'Percorso per la neutralità carbonica entro il 2050'*;
- con Delibera di Giunta n. 325 del 07 marzo 2022 viene attribuito al Gabinetto di Presidenza la funzione di Governance del Percorso per la neutralità carbonica e di coordinamento per la transizione ecologica e azioni per il clima;
- con Delibera di Assemblea n. 148 del 19 dicembre 2023 è stata approvata la Nota di Aggiornamento al Documento di Economia e Finanza Regionale (DEF) 2024 - 2026 che in particolare, ha tra gli obiettivi strategici *'La transizione ecologica*

attraverso il Percorso per la Neutralità carbonica prima del 2050' , ovvero la redazione di un documento strategico e programmatico che, sulla base di un bilancio netto delle emissioni e di scenari tecnico-economici, identificherà settore per settore, le migliori politiche e azioni da mettere in atto, nel tempo, affinché la 'somma' di queste abbia come risultato la neutralità netta di emissioni di gasclimateranti prima del 2050;

- la Regione sta approntando un piano per l'efficientamento energetico e la razionalizzazione degli spazi regionali ("Smart & Green Buildings") finalizzato alla riduzione degli sprechi e dei consumi energetici agendo anche su comportamenti organizzativi e abitudini individuali, facendo leva sulla motivazione individuale e collettiva, grazie ai massicci investimenti in smart working degli anni passati e che ciò apporterà una riduzione significativa delle emissioni dirette ed indirette di gas climalteranti da parte della stessa amministrazione regionale;

CONSIDERATO altresì che:

- contrastare il cambiamento climatico, anche alla luce dei gravi impatti che genera e che ha visto la nostra regione gravemente colpita nel 2023, è una priorità e il governo regionale può contribuire attraverso lo sviluppo e l'implementazione delle politiche sul clima, ad es. nei settori della qualità dell'aria, dei trasporti, dell'energia e dell'efficienza energetica, della gestione e pianificazione del territorio, dell'innovazione tecnologica e in generale di tutti quei settori che hanno implicazioni sul livello di emissione dei gas serra;
- le regioni costituiscono altresì il fondamentale elemento di raccordo per l'integrazione delle politiche tra il livello nazionale e quello locale;
- il ruolo svolto dalle regioni per contribuire a raggiungere gli obiettivi di protezione dell'ambiente e del clima è importante, attraverso lo sviluppo sul territorio di investimenti nei settori della low-carbon economy e l'implementazione di modelli di sviluppo e stili di vita sostenibili;
- con la DGR 1024/2024 la regione ha approvato una serie di attività ed iniziative a supporto dell'attuazione del progetto 'Citta' neutrali al 2030' di Parma e Bologna nonché' delle misure volte alla diffusione e promozione della transizione ecologica e neutralità carbonica in tutto il territorio regionale;

RITENUTO NECESSARIO:

- dare piena attuazione a quanto definito nel Patto per il Lavoro e il clima, ovvero creare una cornice conoscitiva utile

ad accelerare la transizione ecologica per raggiungere la neutralità carbonica prima del 2050, coniugando produttività, equità e sostenibilità per generare nuovo lavoro di qualità, prevedendo comunque ulteriori valutazioni ed approfondimenti, anche attraverso l'istituzione di un confronto con gli stakeholder regionali così come previsto dal progetto;

- inserire nei futuri strumenti di pianificazione e programmazione settoriale misure di decarbonizzazione perseguendo come obiettivo la limitazione ed il progressivo azzeramento dell'uso di combustibili fossili;
- sviluppare nuove strategie integrate in campo energetico e nell'uso razionale delle risorse, basate sulle energie rinnovabili, il risparmio e l'efficienza idrica ed energetica in tutti i settori dell'economia e della società, sulla economia circolare;
- privilegiare la sostenibilità nelle politiche di pianificazione del territorio, del paesaggio e dei trasporti: promuovendo le modalità di trasporto sostenibili, l'arresto del consumo e della conversione urbana del suolo e la rigenerazione urbana; la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici; la manutenzione, la rinaturalizzazione, la riforestazione del territorio; il recupero ecologico delle sponde e delle zone di esondazione naturale dei corsi d'acqua; la tutela della biodiversità attraverso le infrastrutture verdi e blu e la riqualificazione ambientale delle aree libere, abbandonate o sottoutilizzate;
- impegnarsi per una transizione giusta, che non lasci indietro nessuno e che preveda mezzi di sussistenza sostenibili per coloro che dipendono dall'economia dei combustibili fossili nel passaggio a sistemi e pratiche attuative della transizione ecologica ed energetica, nonché contrastare le disuguaglianze di genere, territoriali e generazionali nello sviluppo di soluzioni necessarie a contrastare i cambiamenti climatici;

RITENUTO

- pertanto, necessario per le ragioni espresse in precedenza, procedere alla approvazione del documento strategico *"Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050"* Allegato 1, che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione;

Richiamata la L.R. 26 novembre 2001, n. 43 "Testo unico in materia di organizzazione e di rapporti di lavoro nella Regione Emilia-Romagna" e ss.mm.ii.

Richiamate le proprie deliberazioni:

- n. 380 del 13 marzo 2023 “Approvazione Piano Integrato delle attività e dell’organizzazione 2023-2025” ss.mm.;
- n. 468 del 2017 recante “Il sistema dei controlli interni nella Regione Emilia-Romagna”;
- n. 229 del 23 marzo 2020 di nomina, tra gli altri, del Capo di Gabinetto del Presidente della Giunta Regionale

Visto il Decreto del Presidente della Giunta regionale n. 51/2020 “Conferimento incarichi di Capo del Gabinetto della Giunta, di Direttore dell'agenzia di informazione e comunicazione, di Capo Ufficio stampa e di portavoce;

Richiamati altresì:

- il D. Lgs. 14 marzo 2013 n. 33 “Riordino della disciplina riguardante gli obblighi di pubblicità, trasparenza e diffusione di informazioni da parte delle pubbliche amministrazioni” e ss.mm.ii;

Dato atto che il responsabile del procedimento nel sottoscrivere il parere di legittimità, attesta di non trovarsi in situazioni di conflitto, anche potenziale, di interessi;

Dato atto dei pareri allegati;

Su proposta di Irene Priolo Vicepresidente - Assessore a Transizione ecologica, contrasto al cambiamento climatico, Ambiente, Difesa del suolo e della costa, Protezione civile

A voti unanimi e palesi

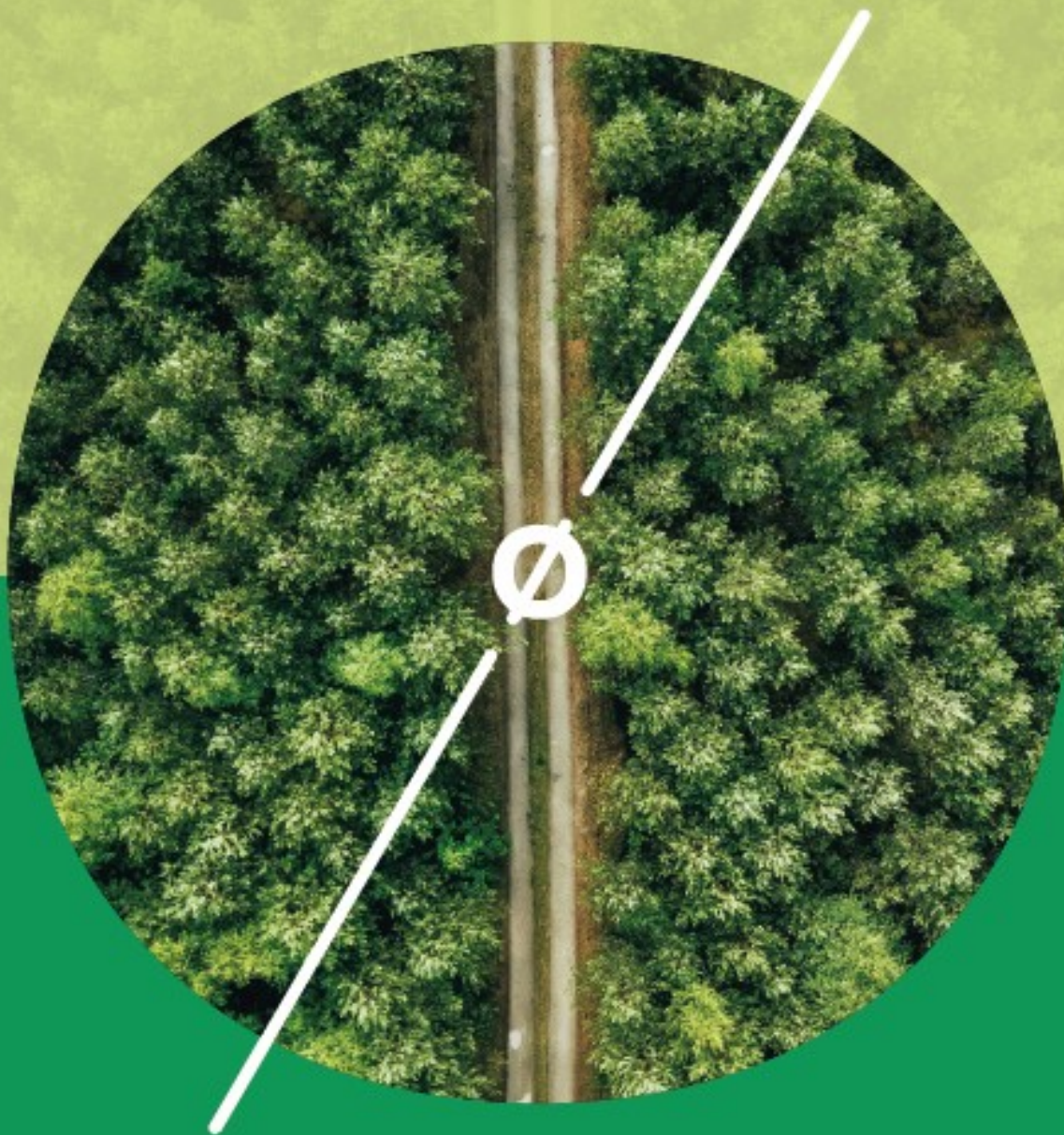
D E L I B E R A

per le ragioni espresse in premessa del presente atto e che qui si intendono integralmente richiamate, di:

- approvare il documento strategico “Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050” Allegato 1, che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione;
- che, per quanto previsto in materia di pubblicità, trasparenza a diffusione di informazioni, si provvederà ai sensi delle disposizioni normative ed amministrative richiamate in parte narrativa.

Il percorso per la neutralità carbonica prima del 2050

Documento strategico



ZERO Ø
VERSO LA NEUTRALITÀ
CARBONICA E CLIMATICA

PATTO
PER IL
LAVORO
E PER IL
CLIMA

Regione Emilia-Romagna

Documento strategico



VERSO LA NEUTRALITÀ
CARBONICA E CLIMATICA

**IL PERCORSO PER LA NEUTRALITA' CARBONICA
PRIMA DEL 2050**

Vicepresidenza e Assessorato alla Transizione Ecologica, Contrasto al Cambiamento Climatico, Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile

Gabinetto del Presidente di Giunta

A cura di:

Regione Emilia-Romagna

Andrea Orlando - Capo di Gabinetto di Presidenza di Giunta

Patrizia Bianconi – Gabinetto di Presidenza di Giunta – Transizione ecologica e cambiamenti climatici

Redattore e coordinamento generale:

Patrizia Bianconi

Analisi di contesto e supporto al coordinamento:

Angela Amorusi¹

Analisi, elaborazioni e scenari per il settore ENERGY e IPPU:

Davide Scapinelli¹

Analisi, elaborazioni e scenari per il settore AFOLU:

Simonetta Tugnoli², Francesca Lussu², Giulia Villani³ e Antonio Volta³

Analisi, elaborazioni e scenari per il settore WASTE:

Leonardo Palumbo² e Simonetta Tugnoli²

Per gli aspetti economici con il supporto di:

Francesco Bosello, Gabriele Standardi, Ramon Key, Ramiro Parrado⁴

Comitato Esperti: Fabio Affinito (CINECA), Virginia Bagnoli (The Climate Group), Ennio Cascetta (Università Mercatorum), Marco Frey ([Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna di Pisa](#)), Massimiliano Mazzanti (Università di Ferrara), Michele Muccini (CNR ISMN), Maria Siclari (ISPRA), Gianni Silvestrini (Kyoto Club), Andrea Tilche (Università norvegese della Scienza e della tecnologia), Giorgio Vacchiano (Università La Statale di Milano), Laura Valli (Centro Ricerche Produzioni Animali)

Con il contributo di:

Enrico Cancila¹, Fabrizio Tollari¹, Alessandro Bosso¹, Daniela Sani¹, Cecilia Bartolini¹, Francesco Tanzillo¹, Cinzia Alessandrini³, Maria Concetta Peronace³, Emanuele Peschi⁶, Alberto Sogni⁵

Gruppo di Lavoro regione Emilia-Romagna:

Direzione Generale Cura del territorio e dell'ambiente – Direttore Paolo Ferrecchi, Roberto Diolaiti, Cristina Govoni, Gabriele Locatelli, Alessandro Meggiato, Katia Raffaelli, Lucia Ramponi, Paola Tarocco
Direzione Generale Agricoltura, caccia e pesca - Direttore Valtiero Mazzotti, Giampaolo Sarno, Teresa Schipani, Rossi Rossana

Direzione Generale Economia della Conoscenza, del Lavoro e dell'Impresa - Direttore Morena Diazzi, Daniela Ferrara, Massimiliano Ferraresi, Giovanna Claudia Rosa Romano

Direzione Generale risorse, Europa, Innovazione e Istituzioni – Direttore Francesco Raphael Frieri, Elettra Malossi, Elisa Tommasini

¹ ART-ER, Area Sviluppo Sostenibile, ² ARPAE, Osservatorio Energia, ³ ARPAE, Osservatorio Clima, ⁴ CMCC - Università Ca Foscari, ⁵ Cluster Greentech, ⁶ ISPRA

INDICE

Introduzione.....	1
SEZIONE 1 – IL CONTESTO E GLI OBIETTIVI.....	3
1.1 Analisi del contesto socioeconomico e territoriale di riferimento.....	3
1.1.1 Posizionamento e sviluppo economico.....	3
1.1.2 Mercato del lavoro e inclusione sociale.....	5
1.1.3 Situazione economica del sistema produttivo e assetto energetico del comparto industriale.....	5
1.1.4 Settore agricolo regionale	7
1.1.5 La situazione energetica.....	8
1.1.6 Il sistema dei trasporti.....	8
1.1.7 Sistemi insediativi e aree urbane.....	9
1.1.8 La situazione ambientale.....	10
1.2 Il quadro della normativa internazionale ed europea.....	13
1.3 Il quadro della normativa nazionale.....	19
1.4 Il quadro di riferimento regionale.....	20
1.5 Gli scenari climatici al 2050, le connessioni con le azioni di mitigazione e gli obiettivi di mitigazione.....	23
1.6 Il contributo dei piani e programmi vigenti alla riduzione delle emissioni.....	26
1.6.1 Energia - Il Piano Energetico Regionale (PER 2030) ed il Piano Triennale di Attuazione (PTA 2022-2024).....	26
1.6.2 Trasporti - Il PRIT 2025 e il Documento ricognitivo e programmatico per la mobilità sostenibile.....	30
1.6.3 Agricoltura - Il Piano di Sviluppo Rurale PSR 2014-2022 e il Complemento di programmazione regionale per lo sviluppo rurale (CoPSR) 2023-2027.....	33
1.6.4 Rifiuti - Il Piano Regionale di gestione Rifiuti e Bonifica delle aree inquinate 2022-2027.....	36
1.6.5 Aria - Il Piano Qualità Aria (PAIR) 2030.....	38
1.6.6 Il Programma Regionale del Fondo europeo di sviluppo regionale - PR FESR 2021-2027.....	39
1.7 Il processo di definizione del Percorso per la neutralità carbonica.....	41
SEZIONE 2 - BASELINE E SCENARIO EMISSIVO A POLITICHE CORRENTI.....	43
2.1 Il Quadro emissivo regionale base.....	43
2.2 Scenario emissivo regionale al 2050 a politiche correnti per i diversi settori.....	49
2.2.1 Settore ENERGY.....	49
2.2.2 Settore IPPU.....	64
2.2.3 Settore WASTE.....	64
2.2.4 Settore AFOLU.....	66

2.3 I risultati dello scenario emissivo a politiche correnti al 2050.....	71
SEZIONE 3 - SCENARIO DI DECARBONIZZAZIONE PER RAGGIUNGERE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050.....	73
3.1 Settore ENERGY.....	73
3.2 Settore IPPU.....	86
3.3 Settore WASTE.....	86
3.4 Settore AFOLU.....	89
3.5 I risultati dello scenario emissivo di decarbonizzazione al 2050.....	98
SEZIONE 4 - STRATEGIE, TRAIETTORIE E SFIDE PER RAGGIUNGERE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050.....	99
4.1 La transizione giusta.....	99
4.2 Sfide e barriere al processo di decarbonizzazione.....	99
4.2.1 Le sfide per la decarbonizzazione.....	99
4.2.2 Analisi dei fattori chiave e delle barriere al percorso di decarbonizzazione.....	100
4.3 Traiettorie di decarbonizzazione.....	108
4.3.1 Il Settore ENERGY.....	108
4.3.2 Il Settore IPPU.....	120
4.3.3 Il Settore WASTE.....	125
4.3.4 Il Settore AFOLU.....	128
4.4 Innovazione sociale e partecipazione.....	134
SEZIONE 5 - ATTUARE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050.....	136
5.1 La Governance del Percorso.....	136
5.2 Il Monitoraggio del Percorso di neutralità carbonica.....	139
5.2.1 Premessa e finalità del monitoraggio.....	139
5.2.2 Gli indicatori chiave.....	140
5.3 La stima degli investimenti necessari per il processo di decarbonizzazione.....	142
5.4 Gli impatti economici degli scenari di decarbonizzazione.....	148
Glossario.....	160
Bibliografia.....	162
Allegato 1 - Scenario a politiche correnti: risultati al 2050.....	165
Allegato 2 - Scenario di decarbonizzazione DEC: risultati al 2050.....	165
Allegato 3 - Scenari di decarbonizzazione EE+FER ed ELE+H2: ipotesi di policy nel settore ENERGY.....	165
Allegato 4 - Scenari di decarbonizzazione EE+FER (Allegato 4.1) ed ELE+H2 (Allegato 4.2): risultati al 2050.....	165
Allegato 5 - Metodologia di dettaglio per il calcolo degli assorbimenti nel settore AFOLU.....	165
Allegato 6 - Metodologia per la valutazione degli impatti economici.....	165
Allegato 7 - Fattori di Emissione.....	165

Premessa

Coraggio, determinazione e visione.

Queste sono le parole chiave che devono e dovranno sempre più significare l'azione politica sulla transizione ecologica e sulla sfida ai cambiamenti climatici.

La Regione Emilia-Romagna è impegnata in un profondo processo di transizione ecologica ed energetica, verso un nuovo modello di sviluppo improntato ad una crescente sostenibilità ambientale, economica e sociale.

È evidente la necessità di un cambio di passo, all'insegna della circolarità e del riconoscimento del valore delle materie prime: è questa la strada che indicano sia la scienza, che le conseguenze sempre più attuali e drammatiche del cambiamento climatico in corso.

Molto in questi anni è stato fatto, ma è imprescindibile una profonda accelerazione del percorso intrapreso in tutti i settori della società e dell'economia, sia sul fronte dell'adattamento e della resilienza che sul fronte della decarbonizzazione.

Come sempre tutti i grandi cambiamenti nella storia dell'umanità, anche questa trasformazione suscita timori e genera comportamenti conservativi e di difesa, soprattutto all'inizio, quando ancora non si ha una visione chiara della strada e degli ostacoli che si possono incontrare lungo il cammino.

Ecco perché è fondamentale il ruolo delle Istituzioni e della politica, che devono avere il coraggio di perseguire scelte talvolta non facili, mantenendo chiara la visione del punto di arrivo, dell'obiettivo ultimo, e la determinazione di ricercare e mettere in atto tutte le azioni necessarie, mediate e condivise nell'interesse collettivo.

La Regione Emilia-Romagna, con il documento strategico *“Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050”* avvia un cammino che la porterà a fare la *“sua parte”*, dotandosi di uno strumento concreto per guidare le azioni future di tutte le politiche regionali al fine di garantire l'ambizioso obiettivo della neutralità climatica entro metà secolo.

Per centrarlo, sarà fondamentale non perdere mai di vista il fine da raggiungere, ma soprattutto ingaggiare sin da subito *“compagni di viaggio”* facendo squadra con i territori a partire da chi è già pronto o si è già avviato su questo sentiero, come ad esempio alcune città della nostra regione, fino a coinvolgere il più ampio contesto regionale, perché tutti gli investimenti e le pianificazioni siano diretti nella giusta direzione.

Abbiamo una grande responsabilità nei confronti delle generazioni future. Quella di agire di fronte alla crisi climatica, per dare piena attuazione a quanto afferma l'Art. 9 della nostra Costituzione: *“La Repubblica (...) tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni”*.

Irene Priolo

Vicepresidente - Assessore a Transizione ecologica, contrasto al cambiamento climatico, Ambiente, Difesa del suolo e della costa, Protezione civile

Introduzione

Il messaggio delle scienze del clima è chiaro: esiste un legame certo tra la quantità di gas serra prodotti dalle attività umane e il riscaldamento del pianeta, e affrontare i cambiamenti climatici vuol dire necessariamente ridurre la concentrazione di gas serra in atmosfera.

Per avere una ampia probabilità di raggiungere l'obiettivo di contenere l'aumento della temperatura media globale entro 1,5°C, come definito nell'Accordo di Parigi, i climatologi e soprattutto il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) delle Nazioni Unite, hanno proposto che le emissioni globali di carbonio debbano raggiungere 'intorno alla metà del secolo' quello che gli esperti definiscono con l'espressione "zero netto", vale a dire l'equilibrio tra la quantità di gas climalteranti ridotti e la quantità di gas serra che vengono assorbiti.

La Giunta dell'Emilia-Romagna, già da inizio mandato ha posto il tema della sostenibilità economica, sociale ed ambientale quale pilastro al centro della sua azione di governo, nel contesto dell'impegno ad allineare le politiche della Regione agli **Obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile**.

In particolare, con la firma di un nuovo Patto per il Lavoro e per il Clima ha inteso condividere con tutti gli attori del sistema territoriale regionale, istituzioni ed Enti Locali, mondo produttivo, sindacale e delle professioni, Terzo Settore, ABI, Ufficio scolastico regionale, università e ricerca gli obiettivi ambiziosi della **neutralità carbonica prima del 2050** e della transizione al **100% di energie rinnovabili al 2035**, in linea anche con il Memorandum of Understanding (MoU) 'Under2' già siglato nel 2015 in occasione della COP21 a Parigi, ed anticipando di fatto l'obiettivo europeo poi formalizzato nel Regolamento (UE) 2021/1119 la «Normativa europea sul clima».

Con Il Patto per il Lavoro e il Clima la regione ha inteso delineare il progetto di rilancio e sviluppo sostenibile della regione e affrontare sfide enormi del nostro tempo non più procrastinabili: la crisi demografica, l'**emergenza climatica**, la transizione digitale e il contrasto alle disegualianze.

Non è più procrastinabile quindi accelerare la trasformazione verso un'economia e una società climaticamente neutrali, attraverso un'azione politica globale e investimenti considerevoli in molti settori quali l'energia, i trasporti, l'ambiente, l'edilizia, l'industria, la ricerca e l'innovazione.

Gli obiettivi climatici rivestono un ruolo fondamentale anche nell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, non solo perché l'SDG 13 è dedicato in modo esplicito all'azione per il clima, ma soprattutto perché affrontare l'emergenza climatica e garantire, quindi, un Pianeta migliore per il futuro, è la condizione abilitante per raggiungere anche tutti gli altri obiettivi contenuti nell'Agenda, attuando uno sviluppo realmente prospero e duraturo.

I target e le politiche settoriali condivisi nell'ambito del *Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050* concorrono quindi tutti all'attuazione degli obiettivi e target strategici definiti nella Strategia Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile della regione Emilia-Romagna.

Questo documento strategico prende in considerazione i principali gas effetto serra ovvero l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O) convertiti secondo le metodologie IPCC in CO₂eq.¹ emessi nel territorio regionale (per i settori non assoggettati alla normativa ETS) e, definisce target settoriali di riduzione, propone traiettorie di azione sinergiche e coese tra tutte le politiche dimostrando che il raggiungimento della neutralità carbonica è possibile. È un percorso certamente non semplice, ma attuabile con benefici superiori ai costi.

¹ Il termine "CO₂-equivalente" è usato come misura perché non tutti i gas serra contribuiscono al riscaldamento globale allo stesso modo – ad esempio l'effetto serra del metano è molto più dannoso di quello della CO₂ se si prende in considerazione una massa uguale dei due gas.

La misura di CO₂-equivalente tiene conto dei diversi impatti dei vari gas serra dando a ciascuno un "peso" diverso. Più nello specifico, i gas possono essere quantificati secondo il loro Potenziale di Impatto sul Riscaldamento Globale rispetto alla CO₂ considerato in un lasso di tempo di 100 anni.

Come sappiamo non esiste un'unica attività per la decarbonizzazione, occorre mettere in atto un insieme complesso, integrato e sistemico di soluzioni, orientate tutte alla decarbonizzazione ma che possono agire con intensità, tempestiva allocazione temporale e settoriale differenziata.

Questa strategia vuole quindi essere un cruscotto per orientare, calibrare e poi misurare le politiche regionali finalizzate a vincere la più grande sfida del nostro tempo.

L'impatto della transizione energetica ed ecologica sulle imprese e sull'occupazione regionale varierà a seconda del settore, dell'ecosistema industriale e del territorio determinando lo sviluppo di nuovi modelli di business e una significativa riallocazione della forza lavoro.

Siamo consapevoli che passare dall'identificazione su carta di obiettivi e proposte, alla fase attuativa è complesso, in particolare in un ambito come questo dove le variabili economiche, tecnologiche e sociali sono elementi fondanti per il raggiungimento degli obiettivi e non sempre governabili esclusivamente a livello regionale. Ancora, man mano che gli obiettivi si fanno più sfidanti, diventa peculiare per realizzare le politiche, fornire anche un quadro di senso sul 'come' raggiungere gli obiettivi prefissati.

Ecco perché è fondamentale pensare a questo documento strategico, come un punto di partenza, come la prima versione di una serie che si perfezionerà nel tempo, avvicinandosi alle principali 'milestones', non tanto nella definizione degli obiettivi, quanto nelle scelte di policy, negli approcci e nelle azioni da realizzare. Un documento 'dinamico' dunque, in continua evoluzione, che dovrà necessariamente essere rivisto e aggiornato, almeno ogni cinque anni anche a valle delle attività di monitoraggio dell'efficacia delle politiche nel frattempo attuate, nella logica del miglioramento continuo economico-sociale-ambientale per il raggiungimento della neutralità carbonica quale obiettivo finalmente raggiunto di valore pubblico² a cui tutto il sistema regionale contribuisce.

Sappiamo infatti che la neutralità carbonica non può essere raggiunta solo da azioni e policy attuate dall'amministrazione regionale, serve il contributo di tutte le componenti sociali: enti locali e imprese, mondo della ricerca e cittadini.

In quest'ottica, quelle che vengono spesso considerate come dimensioni 'accessorie' delle politiche per il clima diventano centrali. Come coinvolgere i territori e tutti i soggetti che devono esserlo? Come valutare e governare gli impatti socioeconomici delle misure proposte per massimizzare i benefici e minimizzare i rischi della transizione?

Questo documento, per il momento, non intende ovviamente dare tutte queste risposte ma, non è poco, porre le questioni, supportare e rafforzare l'azione futura nel provare a darle queste risposte.

Anche le azioni individuali possono accelerare il cambiamento in molti modi. Le iniziative delle singole persone non sono sufficienti da sole ad affrontare i cambiamenti climatici, ma hanno un ruolo determinante nel diffondere comportamenti virtuosi e spingere i processi decisionali verso una più rapida e intensa decarbonizzazione della società. Se le infrastrutture sono pianificate e realizzate in modo tale da incoraggiare il cambiamento, i nostri stili di vita possono ridurre i consumi di energia e limitare la nostra impronta di carbonio.

Ecco perché, nonostante il '*Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050*' non costituisca, al momento un obbligo normativo da parte della Regione, rappresenta la base di partenza per approfondire quel cammino, iniziato con la "*Strategia di mitigazione e adattamento*" di cui già l'amministrazione si era dotata nel 2018, pure con Delibera Assembleare, verso tutto ciò che è necessario mettere in atto per sviluppare una società decarbonizzata, che avvii e gestisca una transizione ecologica ed energetica giusta, in grado di avviare una "nudge" (spinta gentile) che arrivi a modificare in modo intelligente comportamenti e stili di vita.

² PIAO Emilia-Romagna, Linea 5 di Valore Pubblico "Sostenere la neutralità carbonica, la transizione ecologica ed energetica".

SEZIONE 1 – IL CONTESTO E GLI OBIETTIVI

1.1 Analisi del contesto socioeconomico e territoriale di riferimento

In questo capitolo, sono presentati alcuni dati storici e tendenziali di breve-medio periodo della situazione economica, territoriale e ambientale dell'Emilia-Romagna, con l'intento di fornire un inquadramento generale delle principali componenti le cui politiche di sviluppo e gestione inevitabilmente incrociano o incroceranno l'obiettivo regionale di neutralità carbonica.

1.1.1 Posizionamento e sviluppo economico³

A inizio 2022, l'Emilia-Romagna, con oltre **4,4 milioni di residenti** (7,5% del totale nazionale), si posiziona sesta tra le regioni italiane per quantità di popolazione. La crescita demografica tra il 2001 e il 2012, più intensa rispetto alla media nazionale, si è poi stabilizzata, nonostante un saldo naturale negativo comune al resto del Paese. Le **stime demografiche**, elaborate da ISTAT, indicano una leggera crescita della popolazione fino al 2041 grazie al saldo migratorio positivo, seguita da un declino dovuto a un saldo naturale negativo e basso tasso di fecondità. Si prevede una diminuzione della quota di popolazione in età lavorativa (15-64 anni) al di sotto del 55% dal 2046, mentre la quota di residenti over 65 anni potrebbe superare un terzo dalla metà del 2043. L'età media è prevista aumentare da 46,5 anni nel 2021 a 50 anni dal 2047.

La regione si distingue per la sua attrattività derivante dagli elevati standard di qualità della vita, caratterizzati da un alto reddito e ricchezza pro-capite. Nel 2021, il **PIL regionale** ha raggiunto 163.652 milioni di euro, corrispondenti al 9,2% del totale nazionale, con un PIL pro-capite di 36,9 mila euro, il 12,2% della media italiana. A livello europeo, l'Emilia-Romagna si posiziona notevolmente al di sopra della media dell'UE 27, attestandosi intorno al 116%.

La regione offre un'elevata qualità della vita, evidenziata dal dinamismo imprenditoriale, specializzazioni produttive, vocazione internazionale delle produzioni manifatturiere, e un forte impegno in innovazione e ricerca. Gli indicatori del mercato del lavoro collocano la regione ai vertici in Italia e sopra la media delle regioni europee.

Nel 2022, nonostante una decelerazione economica dovuta all'invasione russa in Ucraina, l'Emilia-Romagna ha registrato una crescita del PIL reale del 4,0%. Tuttavia, i settori come le costruzioni e il turismo hanno contribuito positivamente, mentre l'inflazione ha influenzato i prezzi alla produzione e al consumo. L'indice dei prezzi al consumo è cresciuto del +8,4%, principalmente per prodotti alimentari, trasporti, e il settore dell'abitazione e dei combustibili.

Gli **investimenti fissi lordi** e i **consumi finali** sono cresciuti, ma i consumi non hanno ancora raggiunto completamente i livelli pre-Covid. Le **esportazioni** hanno registrato un aumento, oltrepassando i 84,1 miliardi di euro (contributo del 13,5% al totale nazionale) ma i prezzi più alti hanno avuto un impatto differenziato su vari settori.

L'inflazione ha influenzato i redditi delle famiglie, portando a una crescita dei redditi disponibili a prezzi correnti ma registrando una leggera contrazione in termini reali.

Di seguito le tabelle con i dati degli indicatori strutturali e il posizionamento regionale rispetto ad alcuni temi strategici.

³ Fonte dati: Regione Emilia-Romagna, Programma regionale per le attività produttive (Prap) 2023-2025, 2023.

INDICATORI STRUTTURALI SULL'EMILIA-ROMAGNA		
	Valori assoluti (migliaia)	Quote% su Italia
Popolazione residente (2022)	11.12	7,5
Stranieri residenti (2022)	567	10,9
Occupati (2022)	2.01	8,7
Persone in cerca di occupazione (2022)	105	5,2
Forze di lavoro (2022)	3.47	8,4
Numero di imprese attive (IV trim. 2022)	398	7,7
Numero addetti alle unità locali (III trim. 2022)	13.23	9,2
	Valori assoluti (milioni di euro correnti)	Quote % su Italia
PIL (2021)	173.52.00	9,2
Consumi delle famiglie (2021)*	97.26.00	8,7
Investimenti fissi lordi (2021)*	37.55.00	9,9
Importazioni (2022)	57.24.00	8,1
Esportazioni (2022)	85.40.00	13,5
Reddito disponibile (2021)*	107.54.00	8,8
	Valori assoluti (migliaia di euro correnti per abitante)	Numero indice: Italia =100
PIL per abitante (2021)	36,9	122,5
Consumi delle famiglie per abitante (2021)*	20,2	115,3
Reddito disponibile per abitante (2021)*	23,7	117,2

*Valore stimato, fonte Prometeia - Fonte: Elaborazione su dati Istat, Prometeia, Infocamere.

POSIZIONAMENTO REGIONALE RISPETTO AD ALCUNI TEMI STRATEGICI			
	ER	Italia	UE 27
Tasso di occupazione 15-64 anni (%) – 2022	69,7	60,1	69,9
Tasso di disoccupazione 15-74 anni (%) – 2022	5	8,1	6,1
Occupati nei settori manifatturieri a medio medio-alta tecnologia (% dell'occupazione totale) – 2021	10,6	6,4	6,1
Occupati nei servizi ad alta intensità di conoscenza (% dell'occupazione totale) – 2021	31,7	35,4	40,7
Occupati nei servizi ad alta intensità di conoscenza e ad alta tecnologia (% dell'occupazione totale) – 2021	2,4	2,9	3,7
Spesa in R&S (% sul PIL) – 2020	2,14	1,51	2,3
Spesa delle imprese in R&S (% sul PIL) – 2020	1,62	0,94	1,52
Spesa delle università in R&S (% sul PIL) – 2020	0,38	0,35	0,51
Spesa pubblica in R&S (% sul PIL) – 2020	0,13	0,2	0,27
Rischio di povertà o esclusione sociale (% della popolazione) – 2020	11	25,3	21,5
Famiglie con accesso alla banda larga (%) – 2021	92	88	90

Fonte: Elaborazione su dati EUROSTAT.

1.1.2 Mercato del lavoro e inclusione sociale⁴

Nell'ambito del **mercato del lavoro e dell'inclusione sociale** la Regione l'Emilia-Romagna a partire dal 2015 ha costantemente registrato una crescita dal punto di vista occupazionale, con la sola eccezione del 2020 (68,2%, -2,2% rispetto all'anno precedente). Nel 2022, il **tasso di occupazione nella fascia di età 15-64 anni** è pari al 69,7% (che in termini assoluti si traduce in 1 milione 936 mila unità) mentre in Italia lo stesso indicatore risulta 60,1% (22 milioni 412 mila occupati)

Il **tasso di disoccupazione nella fascia di età 15-74 anni** al 2022 è pari al 5,0% (105 mila unità) con un decremento di 0,5% rispetto al 2021 ed anch'esso significativamente inferiore alla media nazionale pari a 8,1% (2 milioni 27 mila disoccupati).

Nel 2020 le **persone a rischio povertà o esclusione sociale** in relazione alla popolazione residente in regione rappresentano l'11% (in calo rispetto al 2019 che si attesta al 14%), una quota significativamente inferiore di quella rilevata a livello nazionale (255,3%) e nella media UE 27 (21,5%).

1.1.3 Situazione economica del sistema produttivo e assetto energetico del comparto industriale

L'economia dell'Emilia-Romagna si caratterizza per una forte presenza nel settore manifatturiero, con il 27,6% della forza lavoro impiegata, superando la media nazionale 21,4%. Nonostante ciò, i settori terziari hanno registrato un significativo aumento dell'occupazione negli ultimi decenni. Il settore degli "Altri servizi" è un pilastro dell'economia, impiegando quasi il 42% della forza lavoro. Questo comprende trasporti, ICT, servizi finanziari, istruzione, sanità e altri servizi sociali. Altri settori significativi includono il commercio, le costruzioni, il settore primario e le *utilities*.

L'Emilia-Romagna possiede un livello di specializzazione produttiva superiore all'Italia⁵; già questo livello di dettaglio permette di individuare le principali caratterizzazioni industriali e terziarie del sistema produttivo regionale (che vale nel 2021, il 9,2% degli addetti complessivi a livello nazionale).

Nell'ambito dei **settori industriali** specializzati si contano in tutto circa 400 mila addetti e prevalgono le produzioni rientranti nell'ambito della meccanica, nelle sue diverse declinazioni. Sempre in ambito manifatturiero sono da evidenziare anche il settore dell'industria alimentare che rappresenta una tradizionale caratterizzazione produttiva, l'industria del tabacco, la fabbricazione di prodotti chimici, di articoli in gomma, di materie plastiche e di prodotti elettromedicali.

La produzione di prodotti in ceramica risulta il primo settore industriale, con un indice di specializzazione pari a 8,5 punti ed un peso sul totale degli addetti nazionali che si avvicina all'80%. Altri comparti rilevanti per l'economia regionale sono quelli della meccanica con consistenze molto significative in relazione al totale italiano; nel cui ambito si inseriscono le imprese della *motor valley*. Questi settori spesso sono all'avanguardia nell'innovazione e nello sviluppo di nuove tecnologie e prodotti, il che li rende naturalmente interessati alla protezione dei loro investimenti attraverso brevetti e altre forme di proprietà intellettuale.

Nell'ambito dei **servizi** si contano in tutto circa 300 mila addetti impiegati nei settori specializzati: prevalgono i settori connessi al welfare e in particolare le attività di assistenza sociale residenziale e non, le attività di compravendita e gestione immobiliare, il commercio all'ingrosso in particolare di prodotti alimentari e macchinari, le attività ricreative, artistiche e di intrattenimento, le attività di supporto ai trasporti, le attività alberghiere.

L'analisi della **performance economica delle imprese**⁶ mostra una crescita annua del fatturato del +3,2% nel periodo 2015-2019, superiore alla media nazionale (1,5%). Il contributo maggiore al fatturato

⁴ Fonte dati: Regione Emilia-Romagna, Programma regionale per le attività produttive (Prap) 2023-2025, 2023.

⁵ Ovvero con un valore dell'Indice di specializzazione "alla Balassa" superiore a 1.

⁶ Dati ISTAT, 2020.

proviene dalle attività manifatturiere (39-40%) e commerciali (30-31%). L'Emilia-Romagna contribuisce al 10% del fatturato nazionale, con un valore aggiunto per addetto superiore alla media italiana.

Nell'ambito dell'**innovazione** del sistema produttivo, nella media del triennio 2018-2020, la quota di imprese (con almeno 10 addetti) che hanno svolto attività innovativa di prodotto e processo è pari al 47%, dato di poco inferiore alla media delle regioni del Nord (48%), ma superiore alla media italiana (45,9%). La spesa in ricerca e sviluppo per tutti i settori mostra un trend crescente negli ultimi 20 anni, attestandosi nel 2020 al 2,14%, dato che colloca l'Emilia-Romagna al di sopra della media delle regioni del Nord (1,65%) e di quella nazionale (1,51%), di poco inferiore al dato medio dell'UE 27 (2,31%). La quota preponderante della spesa in R&S è a carico delle imprese (1,62% del PIL regionale) ed è al di sopra sia della media italiana (0,94%) sia della media europea (1,52% nell'UE 27).

L'Emilia-Romagna ha una storia lunga e importante nel campo dell'innovazione e dello sviluppo tecnologico come si evince dall'intensa attività brevettuale. L'analisi dell'evoluzione nel tempo dell'attività innovativa per comparto industriale evidenzia ad esempio che il settore "Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciali" è caratterizzato da un'alta attività brevettuale evidenziando la vocazione della regione nella realizzazione di macchine per la metallurgia, carta, gomma, alimentare, ecc. **Nel contesto della green economy, l'attività innovativa si focalizza nell'industria automotive, legata in particolare alla mobilità sostenibile.** A livello nazionale l'Emilia-Romagna con 3.305 brevetti, nel periodo 2015-2020, si assesta seconda nella classifica delle attività innovative totali e verdi, superata solo dalla Lombardia (6.513 conseguiti nello stesso periodo). Complessivamente, i brevetti giocano un ruolo significativo nell'ecosistema dell'innovazione in Emilia-Romagna, contribuendo a proteggere e valorizzare le idee e le tecnologie sviluppate nella regione e a sostenere la crescita economica e l'occupazione

Le imprese emiliano-romagnole hanno una forte propensione all'**esportazione**, con settori chiave come la fabbricazione di macchinari, alimentari, automotive, metallurgia e abbigliamento. Le importazioni nel 2021 evidenziano l'importanza di prodotti metallurgici, macchinari, prodotti alimentari, chimici ed elettronici, evidenziando la complessità delle relazioni commerciali della regione.

Nell'**assetto energetico**⁷ il **comparto industriale** regionale costituisce circa il 16% dei consumi finali dell'industria nazionale (periodo 2018-2020), comprendendo industria manifatturiera, costruzioni e industria estrattiva. La regione evidenzia una predominanza del gas naturale nel mix energetico, contribuendo con il 50%, seguito dall'energia elettrica (27%) e dal calore derivato (15%). La regione presenta prestazioni inferiori in elettrificazione (27% contro il 41% a livello nazionale) e maggiore intensità energetica, indicando consumi più elevati per unità di valore aggiunto generato.

Il confronto tra l'Emilia-Romagna e l'Italia richiede considerazioni sull'efficienza dei singoli siti produttivi, la struttura dei sottosettori industriali e il valore aggiunto dei prodotti. L'intensità energetica dipende dal peso dei sottosettori più intensivi in termini energetici nella composizione del valore aggiunto, come la produzione di acciaio, industria chimica, petrolchimica, lavorazione di minerali per materiali come cemento, vetro e ceramiche, e settore alimentare.

Nel 2020, si è verificato un deterioramento dell'intensità energetica a livello nazionale e regionale, correlato all'impatto della pandemia sulla produzione industriale e sulla gestione operativa dei consumi energetici. Le variazioni nei prezzi di vendita possono aver causato una riduzione contingente del valore aggiunto di alcuni prodotti, nonostante una produzione invariata.

⁷ Il sistema socio-economico ed energetico della regione Emilia-Romagna, RSE settembre 2023.

1.1.4 Settore agricolo regionale ⁸

La Regione Emilia-Romagna si distingue come una delle regioni agricole più avanzate d'Italia. La **Superficie Agricola Utilizzata (SAU)** è poco più di 1 milione di ettari (47% della Superficie Territoriale e 9% di quella nazionale). L'incidenza della superficie irrigata sulla SAU è pari al 28% (24% nel 2010), ma rimane comunque inferiore rispetto alle regioni del Nord (39%), sebbene superi la media nazionale (21%)⁹.

In regione gli allevamenti costituiscono una parte determinante del settore agricolo, contribuendo a circa la metà della Produzione Lorda Vendibile, ma sono anche un elemento importante della zootecnia italiana nel suo complesso. Nel 2020 in regione sono stati allevati il 12% dei suini (quasi 1,1 milioni di capi), il 10% dei bovini (582 mila capi) e il 17,7% degli avicoli (oltre 30,7 milioni) del totale nazionale¹⁰.

Il settore agricolo si caratterizza per la presenza di conoscenze tecniche avanzate e una forte propensione all'innovazione.

La regione si distingue per la produzione di 44 prodotti agroalimentari e 24 vini regionali con marchi europei di qualità DOP o IGP, che occupano posizioni di rilievo sui mercati internazionali. L'agricoltura biologica è in aumento, nel 2023, l'incidenza percentuale della SAU biologica è il 17,9% della SAU totale con più di 193 mila ettari di SAU bio¹¹ e oltre 5.900 produttori bio¹².

L'analisi delle **dinamiche strutturali** in agricoltura evidenziano un calo costante delle aziende agricole (da quasi 106 mila nel 2000 a quasi 54 mila nel 2020), mentre la riduzione della superficie agricola diversamente dalla contrazione numerica delle aziende, è andata progressivamente attenuandosi (da -5,8% tra il 2000 e il 2010 è sceso a -1,8% nel 2020), questo ha determinato un forte aumento delle dimensioni medie aziendali, raggiungendo quasi 20 ettari di SAU nel 2020¹³ dato superiore alla media nazionale pari a 11 ettari.

Dal punto di vista ambientale, le normative regionali¹⁴ mirano a proteggere le risorse idriche e a ridurre l'impatto ambientale del settore. Le emissioni legate all'agricoltura tengono conto delle emissioni di N₂O dai suoli e di CH₄ e N₂O per fermentazioni enteriche e trattamento dei reflui. Esse sono quindi maggiori nelle aree a forte vocazione zootecnica, mentre gli assorbimenti sono principalmente legati alle attività forestali e quindi, in ultima analisi, all'incidenza delle zone montane.

Il contributo del settore è di circa l'8% del totale regionale delle emissioni di gas ad effetto serra corrispondenti a 3.129 Kton CO₂eq nel 2019 (inclusi i contributi dati dagli assorbimenti). Tale peso si è ridotto negli anni passando dal 10,3 % del 1990 al 8% del 2019.

La regione, inoltre, occupa oltre l'80% della superficie con suoli agricoli e forestali, influenzando il bilancio del carbonio nei suoli. Nel 2020 sono stati stoccati mediamente 60,8 Milioni di Mg di carbonio organico. I boschi hanno contenuti medi di carbonio organico più alti (67 Mg/ha), mentre nei sistemi agricoli la maggiore capacità di stoccaggio di carbonio organico è relativa ai prati stabili (61 Mg/ha).

Per lo sviluppo e l'ammmodernamento del settore tuttavia, alcune sfide persistono: la presenza nelle aree marginali di aziende agricole di dimensioni medio-piccole, l'invecchiamento degli operatori agricoli e il mancato ricambio generazionale, ridotti investimenti in conoscenza, ricerca e sviluppo con conseguenti minori capacità di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici.

⁸ Fonte dati: Complemento di programmazione dello Sviluppo rurale del piano strategico della PAC 2023-2027. Regione Emilia-Romagna, DAL 99 del 28 settembre 2022.

⁹ Fonte dati: Rapporto 7° Censimento generale dell'agricoltura -Regione Emilia-Romagna, luglio 2023.

¹⁰ Fonte dati: Rapporto 7° Censimento generale dell'agricoltura -Regione Emilia-Romagna, luglio 2023.

¹¹ Fonte dati: Agribio, giugno 2023.

¹² Fonte dati Agribio, giugno 2022.

¹³ Fonte dati: Rapporto 7° Censimento generale dell'agricoltura -Regione Emilia-Romagna, luglio 2023.

¹⁴ In riferimento: Legge regionale 50/1995 in applicazione della Direttiva nitrati (91/676/CEE) - Legge regionale 21/2004 Regolamentazione delle emissioni in atmosfera che attua la Direttiva IPPC. Regolamento regionale 3/2017 in applicazione del DM 25/02/2016 per la gestione degli effluenti zootecnici, dei digestati e delle acque reflue.

1.1.5 La situazione energetica¹⁵

La situazione energetica in Emilia-Romagna riflette una complessa interazione di fonti di **energia primaria** e **consumi finali**. Analizzando il 2019, si nota che i combustibili fossili gassosi dominano come la principale fonte di energia primaria, raggiungendo il 52% del consumo interno, seguiti dai prodotti petroliferi con il 29%. I combustibili gassosi sono impiegati principalmente nei settori finali per il 60% e nel settore delle trasformazioni per il restante 40%. Al contrario, i prodotti petroliferi sono principalmente associati ai settori finali. Nonostante ciò, le fonti rinnovabili hanno registrato una crescita (seppur contenuta), raggiungendo il 14% del consumo finale lordo nel 2019, con un aumento nel settore elettrico e una leggera diminuzione nei consumi finali. Tuttavia, l'Emilia-Romagna mostra una significativa **dipendenza esterna per l'importazione di fonti energetiche**, con una dipendenza media superiore al 75% nel periodo analizzato. Questa dipendenza si riflette soprattutto nelle importazioni di prodotti petroliferi e gas naturale, nonostante la regione sia tra le principali aree di produzione di gas naturale nel paese. A ciò si aggiunge che misure governative, hanno proposto l'ampliamento delle concessioni per l'estrazione di gas nell'alto Adriatico, generando dibattiti su problematiche ambientali e di subsidenza.

Riguardo alle **energie rinnovabili**, l'Emilia-Romagna ha visto un incremento delle importazioni, in particolare di bioenergie. I consumi finali della regione rappresentano circa l'11% di quelli nazionali, con il settore civile che ne assorbe la parte maggiore (35%), seguito dai trasporti (31%) e dall'industria (31%) nel 2019. Da notare che i consumi del settore civile sono influenzati dalle variazioni climatiche.

La **percentuale di elettrificazione dei consumi finali** si attesta al 20% nel 2019, inferiore alla media nazionale del 23%. Questi dati evidenziano la complessa struttura energetica della regione nonché l'importanza e l'urgenza di strategie mirate per ridurre la dipendenza dalle importazioni e promuovere fonti energetiche più sostenibili.

1.1.6 Il sistema dei trasporti¹⁶

La regione Emilia-Romagna si configura come una vasta area di connessione cruciale per la mobilità nazionale, sia delle persone che delle merci, grazie alla sua strategica posizione geografica. La sua **rete infrastrutturale** comprende una vasta rete stradale estesa su 13.000 km, una rete ferroviaria di circa 1.400 km e circa 350 km di vie navigabili. Questo sistema è strettamente integrato con la logistica regionale, che comprende nodi merci, interporti e il porto di Ravenna, agevolando così il trasporto organizzato delle merci. La dotazione infrastrutturale se da una parte garantisce alla regione un avanzato livello di accessibilità, come in tutta l'area padana, dall'altra comporta una domanda sempre crescente di mobilità di persone e merci e richiede sempre più infrastrutture.

La **domanda di mobilità** delle persone in regione ammonta a 5,9 milioni di spostamenti al giorno nel 2019, con la modalità di trasporto privata che copre il 68,8% degli spostamenti. L'utilizzo del trasporto pubblico locale (TPL) rappresenta l'8,9% dei movimenti, mentre il restante 22,4% è composto da spostamenti ciclo-pedonali. Nel 2020, sono state movimentate 268 milioni di tonnellate di merci, di cui 219,7 milioni su strada, segnando una diminuzione del 2,58% rispetto al 2019. Il trasporto su strada di merci costituisce l'84,54% della movimentazione complessiva in regione, comprendendo anche il traffico di attraversamento. Escludendo quest'ultimo, la percentuale scende al 63,83% del totale.

Secondo i dati più recenti disponibili, il settore dei trasporti rappresenta circa il 9-10% del totale dei **consumi finali dei trasporti nazionali** (incluso l'aviazione internazionale ma escludendo i viaggi

¹⁵ Il sistema socio-economico ed energetico della regione Emilia-Romagna, RSE settembre 2023.

¹⁶ Fonte dati: Pubblicazione La mobilità e il trasporto in Emilia-Romagna - Regione Emilia-Romagna, giugno 2023 (dati tratti dal Rapporto di monitoraggio 2022).

marittimi internazionali). Nel 2019, i prodotti petroliferi hanno rappresentato il 90% delle fonti energetiche consumate nel settore, leggermente inferiore al dato nazionale del 91,5%. Questa differenza è stata compensata in gran parte dal gas naturale, che ha registrato una quota di consumi più elevata in Emilia-Romagna (4% rispetto al 3% nazionale). La percentuale di biocarburanti (3,4%) e quella di elettrificazione (2,7%) erano allineate alla media nazionale.

L'Emilia-Romagna ha subito una contrazione dei consumi totali nel settore dei trasporti: -2,7% tra il 2018 e il 2019, in contrasto con la crescita nazionale. Tuttavia, nel 2020, la diminuzione dei consumi è stata più accentuata (-18% rispetto al 2019). Questa riduzione ha interessato principalmente i prodotti petroliferi e il gas naturale, mentre i consumi di biocombustibili sono rimasti costanti. Il settore del trasporto su strada ha coperto l'89% dei consumi totali nel 2019, con i consumi elettrici prevalentemente nelle ferrovie e in piccola parte nel trasporto su strada, dove è stata utilizzata la maggior parte del gas naturale e una piccola percentuale di biocombustibili.

Secondo i dati ACI, al 31 dicembre 2021, la regione contava 2,9 milioni di **autovetture** (+5,7% rispetto al 2015), mentre in Italia erano presenti 39,8 milioni (+6,6% rispetto al 2015). L'Emilia-Romagna ha una percentuale leggermente più alta di auto "ecologiche" (22%) rispetto alla media nazionale (12,4%), con una presenza maggioritaria di auto a metano e GPL nel parco auto regionale. La regione ha anche una flotta di autovetture a benzina e gasolio più recente rispetto alla media nazionale.

Riguardo ai **veicoli per il trasporto merci**, in Emilia-Romagna nel 2021 risultano immatricolati 340 mila autocarri (+2,4% rispetto al 2015), con una percentuale simile di veicoli a gasolio rispetto all'Italia (89% in regione e 91% in Italia). Tuttavia, la regione presenta una percentuale leggermente più alta di veicoli alternativi (GPL, ibride e metano) rispetto alla media nazionale (7,4% contro 4,2%).

Gli **autobus adibiti al trasporto pubblico locale** circolanti al 31 dicembre 2021 in regione ammontano a 3.309 mezzi (di cui 3.157 autobus e 152 filobus) che costituiscono il 7,4% del parco nazionale. Sotto il profilo dell'alimentazione, il parco mezzi è così composto: gasolio (68%); metano (21,8%); ibridi (4,7%); elettrici (4,3%) e GPL (1,3%). La regione mostra una percentuale maggiore di mezzi a metano in sostituzione dei mezzi a gasolio nettamente superiore alla media nazionale. L'emergenza sanitaria da COVID-19 ha influito notevolmente sulla domanda e sull'offerta di trasporto pubblico locale, con un calo significativo del numero di passeggeri trasportati nel 2020, sebbene nel 2021 si sia registrato un modesto incremento pari al 6,78% rispetto all'anno precedente (227,40 milioni).

Sul fronte della **mobilità sostenibile** la regione dell'Emilia-Romagna investe anche nella mobilità ciclo-pedonale, con programmi volti all'espansione delle piste ciclabili (si è passati dai 416 km del 2000 ai 1.663 km attuali) e del bike sharing. Possiede circa il 10% dei punti di ricarica elettrica italiani (2.266 punti di ricarica) e sta puntando a implementare ulteriori infrastrutture, con un'attenzione particolare alle reti di ricarica lenta e ai punti *ultra-fast* lungo le autostrade.

1.1.7 Sistemi insediativi e aree urbane

La legge regionale del 21 dicembre 2017, n. 24, sulla tutela e l'uso del territorio, prosegue la disciplina precedente concentrandosi sulla limitazione del consumo di suolo, la rigenerazione urbana e la qualità ambientale.

La normativa pone innanzitutto l'accento su un cambio di paradigma, con un chiaro stop alle nuove previsioni insediative in espansione, promuovendo invece la rigenerazione urbana e il recupero del patrimonio esistente, sia in ambito abitativo che per le aree produttive dismesse.

Affronta inoltre il tema degli 'standard di qualità urbana ed ecologico-ambientale' attraverso la '**Strategia per la qualità urbana ed ecologico-ambientale**' che mira a potenziare l'attrattività urbana, la competitività e la qualità insediativa ed ambientale attraverso il potenziamento degli spazi pubblici, la gestione sostenibile della mobilità e l'aumento della resilienza agli effetti climatici.

I primi risultati a 5 anni di applicazione della Legge regionale 24/2017 evidenziano un taglio di oltre

15.274 ettari di consumo di suolo sui 21.922 previsti nei Piani regolatori generali (Prg) e nei Piani strutturali comunali (Psc) previgenti, decaduti alla fine del 2022: il 70% in meno. Attualmente i comuni con PUG approvati in conformità alla LR 24/2017 rappresentano il 6% del totale ¹⁷.

La rilevazione a bilancio indica la presenza di 1.626 ettari di aree produttive dismesse in vari ambiti, come agricolo/zootecnico, turistico/ricettivo, produttivo/industriale, direzionale/commerciale, attrezzature generali, e infrastrutture/mobilità in ogni ambito provinciale. L'obiettivo è stabilire un monitoraggio costante per sostenere la rigenerazione nelle aree produttive urbanizzate.

Nel contesto delle nuove previsioni insediative, si prevede la realizzazione di circa 4.000 ettari su 22.000 previsti, di cui 2.715 ettari riguardano attuazioni convenzionate prima del 1° gennaio 2018. Notevole è il declino del 50% delle previsioni insediative in aree di media o alta pericolosità idraulica, con un 80% di decadimento in termini dimensionali.

Proiettando al 2050, la legge limita i nuovi insediamenti al 3% del territorio urbanizzato riducendo significativamente il consumo di suolo. La rigenerazione urbana è incentivata attraverso bandi regionali, con 151 interventi in corso o completati in 118 comuni.

La pianificazione settoriale per la mitigazione e l'adattamento al cambiamento climatico, sinora promossa attraverso iniziative come il Patto dei Sindaci e i PAES (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile) e PAESC (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima), ha coinvolto numerosi Comuni emiliano-romagnoli (270 al 2024). Tuttavia, queste esperienze, inclusi i 'piani clima', hanno presentato limiti nell'integrazione con la pianificazione generale. In particolare, a livello italiano, essi sono strumenti volontari, e l'attuazione delle misure rimane a discrezione delle amministrazioni. La nuova disciplina regionale sottolinea la necessità di un'integrazione più stretta tra la pianificazione generale e gli obiettivi di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Questo implica la sintesi e la coerenza tra diverse pianificazioni settoriali, come quelle legate a mobilità, energia, acque, gestione dei rischi idraulici e idrogeologici, etc. Contrariamente alla natura volontaria dei precedenti strumenti, la normativa attuale enfatizza l'inclusione di questi obiettivi nella pianificazione generale, sottolineando la necessità di una visione olistica e coordinata per affrontare le sfide climatiche a livello territoriale.

1.1.8 La situazione ambientale

Rifiuti¹⁸

I rifiuti possono incidere sul clima attraverso diverse fasi del loro ciclo di vita, contribuendo alle emissioni di gas serra e influenzando i cambiamenti climatici. Per mitigare l'impatto climatico dei rifiuti, le strategie regionali sono orientate ormai da anni verso l'economia circolare ed in particolare in linea con la cc.dd. gerarchia comunitaria: riduzione della produzione, riutilizzo, riciclaggio e minimizzazione del conferimento in discarica.

Gli ultimi dati rilevati nel 2022 evidenziano per la regione: un **tasso di riciclaggio** pari al 57%, rispetto ad un obiettivo, fissato al 2027, del 66%. Una diminuzione nella **produzione totale di rifiuti urbani** che si attesta a poco più di 2 milioni 801 mila tonnellate (-1,4% del pro-capite rispetto al 2021). La **raccolta differenziata** si attesta al 74%, ampiamente sopra la soglia del 65% prevista come obbligo normativo nazionale. Si tratta di oltre 2 milioni di tonnellate di rifiuti differenziati, pari a 465 kg per abitante, 5 kg in più a testa rispetto al 2021. Il valore pro capite medio regionale dei **rifiuti urbani indifferenziati prodotti** è pari a 163 kg/ab.

Altro tema centrale è il **conferimento in discarica** dei rifiuti urbani indifferenziati che si attesta allo 0,52% sul totale dei rifiuti urbani a fronte di un obiettivo regionale di azzerare i rifiuti in discarica.

¹⁷ Fonte dati: Rapporto sul Consumo di suolo e rigenerazione urbana: un primo bilancio della L.R. 24/2017. La legge a 5 anni dalla sua approvazione: primi risultati e prospettive di lavoro. Regione Emilia-Romagna, 2023.

¹⁸ Fonte dati: Rapporto La gestione dei rifiuti in Emilia-Romagna, Regione Emilia-Romagna, Arpa, 2023.

Per quanto riguarda i **rifiuti speciali** la produzione complessiva nel 2021 è stata di 14.574.110 tonnellate, di cui 6.252.063 tonnellate corrispondono a rifiuti da costruzione e demolizione (C&D). La maggior parte dei rifiuti speciali sono non pericolosi (94%), prevalentemente provenienti dai rifiuti da C&D e dagli impianti di trattamento rifiuti. Gli impianti regionali hanno gestito complessivamente 15.329.814 tonnellate di rifiuti speciali nel 2021, di cui 5.890.920 tonnellate sono rifiuti da C&D. La maggior parte di questi rifiuti è stata avviata al recupero di materia (78%), mentre il 3% è stato smaltito in discarica e lo 0,4% è stato incenerito.

Il **sistema impiantistico regionale** per il trattamento e smaltimento di rifiuti urbani e speciali, è costituito da impianti di termovalorizzazione, impianti di recupero/riciclo, impianti di trattamento meccanico e/o biologico ed infine discariche.

In particolare, gli impianti di incenerimento attivi allo stato attuale sul territorio regionale sono 9, dei quali 7 trattano rifiuti urbani e 2 rifiuti speciali. I rifiuti trattati in questi impianti, nel 2022, ammontano a 1.099.747 tonnellate, a fronte di una capacità massima autorizzata pari a 1.209.000 tonnellate. Nel 2022 gli impianti hanno recuperato energia elettrica per un valore pari a 691.960 MWh, mentre il recupero termico è stato pari a 286.964 MWh.

Foreste

In Emilia-Romagna le stime al 2015 evidenziano che i boschi hanno raggiunto una superficie di circa 581.746 ettari e complessivamente si arriva a 629.625 ettari conteggiando anche le altre aree a vegetazione legnosa d'interesse forestale (arbusteti, castagneti da frutto, pioppeti e arboricoltura da legno)¹⁹.

In sostanza circa il **28% del territorio regionale è coperto da boschi** che per la grandissima maggioranza sono presenti in alta collina e montagna.

Nel periodo 2005-2015 c'è stato un incremento della superficie forestale totale sia a livello regionale che nazionale (RER +3,4%; Italia +4,9%).

Questi dati, relativi all'incremento della superficie forestale, tanto a livello nazionale che regionale, debbono essere valutati attentamente e nel loro insieme, tenendo innanzitutto presente che in grande misura essi sono il frutto, da un lato del processo di continuo abbandono della popolazione dalle aree più interne e montuose e dall'altro di una progressiva rarefazione del tessuto insediativo e produttivo delle aziende agricole e forestali di montagna.

Se, quindi, l'incremento qualitativo e quantitativo delle foreste costituisce un elemento positivo, in quanto contribuisce soprattutto al miglioramento dello stato della biodiversità delle aree montane del paese e anche della nostra regione, va tuttavia considerato che le cause che lo hanno determinato segnalano anche una forte tendenza all'abbandono delle attività gestionali del bosco. Tale abbandono potrebbe condurre nel medio periodo allo stallo di questi sistemi semi antropizzati e comunque non naturali, con una conseguente perdita di resilienza rispetto ai fenomeni indotti dai cambiamenti climatici, fino alla attenuazione della capacità di assorbimento della CO₂ e all'incremento in termini di massa legnosa accumulata a causa dell'assenza di adeguate pratiche gestionali che ne favoriscano il rinnovamento.

Aree protette e Rete natura 2000

Le aree protette e la rete Natura 2000 fungono da custodi della biodiversità e contribuiscono in modo significativo alla mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso la conservazione degli ecosistemi, l'assorbimento del carbonio, la regolazione del clima e la promozione di pratiche sostenibili. L'Emilia-Romagna, per la sua collocazione geografica strategica e la diversità geomorfologica, presenta

¹⁹ Fonte dati: Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia - RAF 2017-2018.

un'ampia variabilità degli ambienti e dei paesaggi e quindi una ricchezza di specie vegetali e animali presenti e dei relativi habitat.

A tutela di tale patrimonio, è stata costruita la **Rete Ecologica regionale**, costituita dalle unità ecosistemiche di alto valore naturalistico, tutelate attraverso il Sistema regionale, comprendente una articolata tipologia di Aree naturali protette (Parchi nazionali, interregionali e regionali, Riserve naturali, Paesaggi naturali e semi-naturali, aree di riequilibrio ecologico), che interessano in totale 236.073 ettari; aggiungendo i 129.284 ettari delle aree nella rete Natura 2000 già non incluse nelle precedenti, si ottiene una superficie tutelata complessiva di 365.357 ettari, circa il 16% della superficie territoriale regionale.

Le sole aree della **rete Natura 2000** interessano circa il 12% della superficie territoriale, incidenza inferiore al dato nazionale (19,3%) e alla quasi totalità delle altre regioni italiane. Relativamente minore è anche la diffusione territoriale di attività agricole nelle aree Natura 2000 rispetto alle altre aree regionali, mentre presumibilmente maggiore è la diffusione del patrimonio forestale (aspetto per il quale sono necessari specifici approfondimenti). Elemento caratterizzante la rete Natura 2000 regionale è il recente completamento dell'iter di designazione delle ZSC (Zone Speciali di Conservazione) e quindi del pieno regime di misure di conservazione sito-specifiche, requisito che offre una maggiore sicurezza per la gestione della rete e per il suo ruolo strategico.

Aria²⁰

Le **emissioni di gas e particolato in atmosfera dovute alle attività umane impattano sia sulla qualità dell'aria che sul clima**. Molti forzanti del clima, ad esclusione della CO₂, sono anche inquinanti atmosferici, mentre l'inquinamento atmosferico influenza in modo sostanziale il clima a scala globale e regionale.

La **qualità dell'aria** in Emilia-Romagna, analogamente a quanto accade in tutto il bacino padano, presenta criticità che riguardano principalmente gli inquinanti PM10, ozono (O₃) e biossido di azoto (NO₂). PM10 e ozono interessano pressoché l'intero territorio regionale, mentre per l'NO₂ la problematica è più localizzata in prossimità dei grandi centri urbani.

Diversamente, inquinanti primari come il monossido di carbonio e il biossido di zolfo non costituiscono più un problema, in quanto i livelli di concentrazione in aria sono da tempo al di sotto dei valori limite. Anche alcuni degli inquinanti che in precedenza avevano manifestato alcune criticità, come i metalli pesanti, gli idrocarburi policiclici aromatici ed il benzene sono sotto controllo.

Le polveri fini e l'ozono sono inquinanti in parte o totalmente di origine secondaria, ovvero dovuti a trasformazioni chimico-fisiche degli inquinanti primari, favorite da fattori meteorologici. Per il PM10 la componente secondaria è preponderante in quanto rappresenta circa il 70% del particolato totale. Gli inquinanti che concorrono alla formazione della componente secondaria del particolato sono ammoniaca (NH₃), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO₂) e composti organici volatili (COV).

Le condizioni di inquinamento diffuso sono causate dalla elevata densità abitativa, dalla forte industrializzazione, dell'agricoltura e allevamento intensivi, dal sistema dei trasporti e di produzione dell'energia e sono favorite dalla particolare conformazione geografica che determina condizioni di stagnazione dell'aria inquinata in conseguenza della scarsa ventilazione e basso rimescolamento degli strati bassi dell'atmosfera.

Vi sono molte ragioni per ritenere necessario adottare politiche e misure che affrontino simultaneamente il problema della qualità dell'aria e del cambiamento climatico (misure a doppio beneficio o win-win). D'altro canto, vi sono misure che riducono l'impatto sul clima, ma peggiorano la qualità dell'aria e viceversa (misure win-lose) che andrebbero evitate.

²⁰ Fonte dati: Delibera di Giunta n.2005 del 20/11/2023 - Quadro Conoscitivo - Proposta del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2030).

In questo contesto la strategia ottimale è costituita dalla combinazione di politiche locali di riduzione dell'inquinamento dell'aria e di politiche globali di mitigazione dei cambiamenti climatici. Questa combinazione offre una situazione vantaggiosa per cui gli sforzi di medio termine per il controllo dell'inquinamento atmosferico supportano strategie a lungo termine che mirano a contrastare i cambiamenti climatici.

Acque²¹

Con riferimento al **reticolo idrografico superficiale** regionale sono individuati circa 750 corpi idrici fluviali naturali ed artificiali (per una lunghezza totale di circa 7600 km) e 5 corpi idrici lacuali artificiali. La classificazione relativa al sessennio 2014-2019 evidenzia che lo stato chimico "buono" è raggiunto da circa il 90% dei corpi idrici superficiali, mentre lo stato ecologico "buono" è raggiunto dal 28% dei corpi idrici. Gran parte dei corpi idrici che raggiunge gli obiettivi di qualità è nelle zone appenniniche e pedecollinari, dove l'antropizzazione del territorio è contenuta.

I **corpi idrici sotterranei** individuati in Emilia-Romagna sono complessivamente 135. Di questi, 58 ricadono nel territorio montano, mentre in pianura il sistema di acquiferi è strutturato in un livello freatico (2 corpi idrici di scarso significato in termini di risorsa idrica) e in un complesso di 75 corpi idrici. I dati relativi ai corpi idrici sotterranei nel periodo 2014-2019 evidenziano che l'87,4% è in stato quantitativo "buono" e il 78,5% in stato chimico "buono".

Per quanto riguarda l'approvvigionamento, in Regione, l'**andamento dei consumi idrici** alle utenze nel medio/lungo periodo (1975-2020) ha visto una forte contrazione dei fabbisogni industriali e un incremento di quelli civili e irrigui. Sull'intero territorio regionale i consumi complessivi alle utenze sono stimati in circa 1.500 Mm³/anno (milioni di metri cubi per anno), con una forte preponderanza delle necessità connesse agli usi irrigui (circa 870 Mm³/anno al netto delle precipitazioni) rispetto a quelle civili (circa 350 Mm³/anno) e industriali (circa 180 Mm³/anno comprensivi delle forniture acquedottistiche); sono pressoché trascurabili, rispetto agli altri settori, gli impieghi connessi alla zootecnia (20 Mm³/anno).

Per fare fronte alle necessità delle utenze vengono prelevati complessivamente oltre 2.200 Mm³/anno di acqua, dei quali il 70% di origine superficiale (circa 1.550 Mm³/anno, di cui quasi 1.100 Mm³/anno da Po e poco meno di 460 Mm³/anno da corsi d'acqua appenninici) e il restante 30% emunti dalle falde (circa 650 Mm³/anno).

Dal punto di vista delle diverse tipologie di utenze, i prelievi ad uso civile sono alimentati principalmente per circa il 2/3 da acque sotterranee e per il restante 1/3 da acque superficiali. I prelievi industriali dipendono quasi esclusivamente da acque sotterranee, mentre quelli irrigui attingono prevalentemente da acque superficiali, specialmente attraverso l'approvvigionamento dal Fiume Po, che alimenta il CER (Canale Emiliano Romagnolo), ed è una risorsa strategica e prioritaria per la regione Emilia-Romagna. Nel complesso, si osserva una tendenza alla riduzione nel tempo degli emungimenti da falda, riflettendo una strategia regionale volta a preservare le risorse sotterranee. D'altra parte, per i prelievi da acque superficiali, si registra un aumento graduale degli approvvigionamenti dal Fiume Po, rappresentando quasi il 50% del totale a partire dal 2010, in crescita rispetto al 35% del 1975.

Il **contributo del settore all'emissioni di gas climalteranti**, si sostanzia nei consumi energetici connessi alle utenze e al funzionamento delle infrastrutture. A livello regionale, il settore idroelettrico viene vincolato al rispetto degli obiettivi di tutela per i corsi idrici sfruttati, pur riconoscendo il ridotto impatto degli impianti che sfruttano salti locali indotti da manufatti preesistenti.

²¹ Fonte dati: Delibera di Giunta n. 1557 del 19/09/2023 Presentazione all'Assemblea legislativa degli obiettivi e delle scelte strategiche generali per l'avvio del Piano di tutela delle acque 2030.

1.2 Il quadro della normativa internazionale ed europea

L'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), istituito nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite, l'Organizzazione Meteorologica mondiale (WMO) ed il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) allo scopo di studiare il riscaldamento globale, nel suo primo report, nel 1990, evidenziò il rischio di un riscaldamento globale con effetti sul clima a causa dell'aumento delle emissioni antropogeniche di gas serra, causato principalmente dall'uso dei combustibili fossili. Da questo presupposto discende la necessità di ridurre le emissioni antropogeniche di gas serra, soprattutto per i paesi più industrializzati. Alla fine del 1990, l'Unione Europea adottò l'obiettivo di stabilizzare le emissioni di anidride carbonica entro il 2000 al livello registrato nel 1990, richiedendo agli Stati Membri di pianificare e implementare iniziative per la protezione dell'ambiente e per l'efficienza energetica. Gli obiettivi prefissati dall'Unione Europea sono stati alla base delle negoziazioni della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (*United Nations Framework Convention on Climate Change* -UNFCCC).

La Convenzione quadro sui cambiamenti climatici è un accordo ambientale internazionale prodotto dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, *United Nations Conference on Environment and Development*), informalmente conosciuta come "Summit della Terra", tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. L'accordo fu aperto alle ratifiche il 9 maggio 1992 ed entrò in vigore il 21 marzo 1994.

Dal primo rapporto realizzato nel 1990, numerosi documenti tecnici e politici sono stati redatti con l'intento, da una parte, di monitorare l'andamento degli indicatori dei cambiamenti climatici (principalmente temperature e precipitazioni) ma anche per attivare politiche nei confronti dei governi volte alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

Nello sviluppo degli impegni della Convenzione quadro, con la Conferenza delle Parti (**COP 21**) di Parigi del 2015 è stato definito un Accordo storico, che segna un punto di non ritorno, in base al quale gli Stati aderenti, hanno assunto gli impegni di:

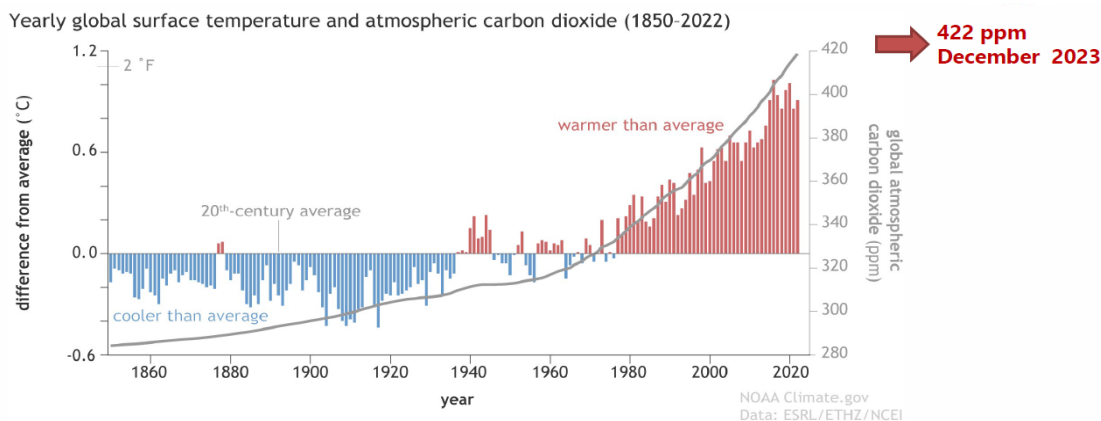
- contenere l'aumento della temperatura media globale **ben al di sotto dei 2°C** rispetto ai livelli preindustriali e proseguire gli sforzi per limitare l'aumento della temperatura a 1,5°;
- aumentare la capacità di adattamento agli impatti negativi dei cambiamenti climatici e promuovere la resilienza climatica e lo sviluppo a basse emissioni di gas serra, in modo da non minacciare la produzione alimentare;
- rendere i flussi finanziari coerenti con un percorso verso uno sviluppo economico ed industriale a basse emissioni di gas serra e resiliente al clima.

Più recentemente, il 20 marzo 2023 l'IPCC ha concluso la pubblicazione del Sesto ed ultimo Rapporto di Valutazione sui Cambiamenti Climatici (AR6) con il rapporto di Sintesi (Synthesis Report – SYR) che integra i risultati dei tre gruppi di lavoro – [Le basi fisico-scientifiche](#) (2021), [Impatti, adattamento e vulnerabilità](#) (2022), [Mitigazione dei cambiamenti climatici](#) (2022) – e tre dei rapporti speciali – [Riscaldamento Globale di 1.5](#) (2018), [Climate Change and Land](#) (2019), [Oceano e Criosfera in un clima che cambia](#) (2019).

Quest'ultimo rapporto IPCC ha individuato alcuni elementi chiave per comprendere l'urgenza di una azione complessiva per la riduzione delle emissioni di gas climalteranti:

- le emissioni di gas serra causate dall'uomo hanno continuato ad aumentare tra il 2010 e il 2019. Nel 2019 sono state superiori di circa il 12% rispetto al 2010 e del 54% rispetto al 1990;
- le emissioni di CO₂ delle infrastrutture per combustibili fossili esistenti e pianificate superano da sole le emissioni cumulative di CO₂ compatibili con la limitazione del riscaldamento a 1,5°C;

- senza un rafforzamento delle politiche adottate entro la fine del 2020, si prevede che le emissioni di gas serra continuino ad aumentare anche dopo il 2025, portando a un riscaldamento globale medio che raggiungerebbe 3,2°C entro il 2100.



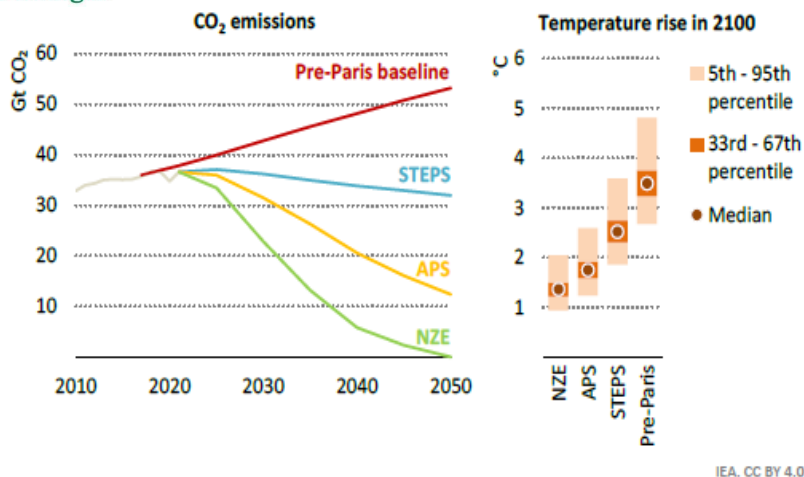
Fonte: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration di Mauna Loa)

Negli scenari valutati dall'IPCC, limitare il riscaldamento a circa 1,5°C, così come previsto dall'Accordo di Parigi, richiede:

- che le emissioni globali di gas serra raggiungano il loro picco massimo, al più tardi, entro il 2025, e poi, entro il 2030, siano ridotte del 43% rispetto ai livelli del 2019;
- che il metano, sebbene a vita breve, è un potente gas serra, sia ridotto di circa un terzo (34%) nello stesso periodo;
- riduzioni rapide e profonde delle emissioni di gas serra per tutti i prossimi decenni degli anni 2030, 2040, 2050;
- il raggiungimento di zero emissioni nette di anidride carbonica nei primi anni del decennio 2050. Fondamentale per stabilizzare la temperatura media globale, allineandosi agli obiettivi di lungo termine.

Sempre a livello internazionale anche l'Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA) ha delineato una "road map" ambiziosa per raggiungere la neutralità carbonica a livello globale entro il 2050 che sottolinea la necessità di ridurre drasticamente le emissioni di gas serra, promuovendo allo stesso tempo l'efficienza energetica accelerando la transizione verso fonti energetiche rinnovabili. Tra le azioni chiave, vi sono: la decarbonizzazione del settore elettrico, l'elettrificazione nei trasporti, nell'industria e nei processi di riscaldamento, unitamente all'importanza di avviare investimenti significativi in tecnologie a basse emissioni di carbonio e l'implementazione di politiche mirate.

L'immagine sotto riportata tratta dal *World Energy Outlook 2022 della IEA* mette in relazione gli scenari di decarbonizzazione con il possibile aumento delle temperature confermando di fatto che **solo il raggiungimento nel 'net-zero al 2050' può significativamente aumentare le probabilità del non superamento del così discusso e controverso 1,5° C previsto nell'Accordo di Parigi.**



IEA, CC BY 4.0.

Sempre la IEA nell'ultimo documento pubblicato il World Energy Outlook 2023 aggiornando la propria 'road map verso le Net zero Emission 'riconosce come il tempo utile per poter raggiungere la neutralità si stia purtroppo rapidamente restringendo anche se oggi è ancora possibile:

- molti Paesi e un numero crescente di imprese si sono impegnati a raggiungere le emissioni zero nette. In particolare, i Paesi delle economie avanzate hanno proposto nuove misure volte a promuovere l'adozione delle energie rinnovabili, delle auto elettriche, delle pompe di calore, dell'efficienza energetica e di altre tecnologie per l'energia pulita;
- gli investimenti e la diffusione delle energie pulite sono aumentati rapidamente in risposta ai segnali di mercato e agli incentivi finanziari forniti dai governi. I costi delle principali tecnologie per l'energia pulita - solare fotovoltaico, eolico, pompe di calore e batterie - sono diminuiti di quasi l'80% su una base media ponderata della diffusione tra il 2010 e il 2022;
- le azioni chiave necessarie per piegare la curva delle emissioni in modo molto più netto verso il basso entro il 2030 sono mature, collaudate e nella maggior parte dei casi molto efficaci dal punto di vista dei costi;
- il livello di maturazione delle tecnologie sta aumentando progressivamente, passando velocemente dalla fase prototipale (dal 50% nel 2021 al 35% nel 2023) a quella di ampia disponibilità sui mercati.

La XXVIII Conferenza delle Parti (COP28) della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), si è conclusa il 12 dicembre 2023, a Dubai, con l'approvazione di un documento che, in particolare, ribadisce la necessità di riduzioni profonde, rapide e durature delle emissioni di gas serra, in linea con il succitato obiettivo di limitare l'aumento di temperatura a 1.5°C, e invita le Parti a contribuire ai seguenti impegni globali:

- **triplicare la capacità di energia rinnovabile a livello globale e raddoppiare il tasso medio annuo globale di miglioramento dell'efficienza energetica** entro il 2030;
- accelerare gli sforzi **verso sistemi energetici a zero emissioni nette** e verso l'eliminazione graduale dell'energia prodotta dal carbone;
- **abbandonare i combustibili fossili nei sistemi energetici**, in modo ordinato ed equo, **accelerando l'azione in questo decennio critico**, in modo da **raggiungere lo zero netto entro il 2050** in linea con la scienza;
- accelerare le **tecnologie a zero e a basse emissioni**, comprese, tra l'altro, le energie rinnovabili, il nucleare, l'idrogeno, e le tecnologie di abbattimento e rimozione come la cattura, l'utilizzo e lo stoccaggio del carbonio, in particolare nei .d. settori hard-to-abate;
- accelerare la **riduzione delle emissioni derivanti dal trasporto stradale**;

- accelerare la **riduzione delle emissioni diverse dalla CO₂** a livello globale, comprese in particolare le emissioni di metano entro il 2030;
- **eliminare gradualmente**, il prima possibile, i **sussidi inefficienti** ai combustibili fossili.

A livello europeo, la **Strategia del Green Deal** pubblicata a dicembre 2019 (COM(2019) 640 final), accompagnata da successivi documenti strategici e da provvedimenti normativi messi in campo dalla Commissione Europea, definisce un quadro di riferimento chiaro per il raggiungimento della neutralità climatica al 2050.

In ottemperanza agli impegni intrapresi nell'ambito dell'Accordo di Parigi e alla luce delle più recenti evidenze scientifiche, su mandato del Consiglio europeo del dicembre 2020, l'Unione europea ha aggiornato il proprio NDC (Nationally Determined Contributions), modificando l'obiettivo vincolante di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra dal -40% al -55% entro il 2030 (rispetto ai livelli del 1990).

Tale obiettivo è diventato vincolante con il Regolamento UE 2021/1119, la cc.dd. "**Legge europea per il clima**" (approvata il 30 giugno 2021), che prevede il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050 ovvero l'azzeramento delle emissioni attraverso il principio di equilibrio tra la riduzione delle emissioni e gli assorbimenti (da parte delle foreste, dei suoli, dei terreni agricoli e delle zone umide).

Al fine di dare attuazione all'obiettivo di riduzione delle emissioni nette del -55% entro il 2030, e di rendere il percorso di decarbonizzazione della UE in linea con l'obiettivo di neutralità climatica entro il 2050 come previsto dalla "Legge europea per il clima", il 14 luglio 2021, è stato presentato il pacchetto **Fit for 55**. Il "pacchetto" comprende un quadro legislativo complesso e interconnesso che combina, tra l'altro:

- l'applicazione del sistema dell'"Emissions Trading" a nuovi settori e una revisione del sistema esistente per rendere l'obiettivo coerente con il -55% netto al 2030;
- l'incremento degli obiettivi di efficienza energetica e di sviluppo delle fonti rinnovabili;
- una più rapida transizione verso modalità di trasporto a basse emissioni e il rafforzamento della infrastruttura necessaria;
- diverse iniziative che hanno un impatto sulle dinamiche fiscali e sulla tassazione dell'energia;
- misure alternative per affrontare il "carbon leakage" (ovvero la rilocalizzazione delle produzioni in Paesi senza i medesimi obblighi di riduzione delle emissioni dell'UE);
- strumenti per preservare e accrescere i serbatoi naturali di assorbimento del carbonio (ad esempio, le foreste).

**GLI OBIETTIVI EUROPEI DI RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA
IN SINTESI**

Target	Anno di riferimento (baseline)	2030	2040	2050
Emissioni complessive di gas serra	1990	-55%	-90% <small>Raccomandazione della Commissione COM(2024)63</small>	Net zero
Emissioni ETS (Emission Trading System)	2005	-62% <small>(per l'intera UE)</small>		
Emissioni ESD (Effort Sharing Decision - non ETS)	2005	-43,7% <small>(per l'Italia)</small>		

Fonte: Elaborazione ART-ER

La crisi energetica, derivante dall'innalzamento globale dei prezzi e dal conflitto in Ucraina, ha posto l'accento sulla sicurezza dell'approvvigionamento energetico e sulla necessità di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili russi e dal gas naturale. In risposta, l'UE ha presentato il **Piano REPowerEU** il 18 maggio 2022, che prevede l'implementazione completa delle politiche per il clima e del pacchetto

"Pronti per il 55%". Il piano mira a incrementare per il 2030 la quota di energia da fonti rinnovabili dal 40 al 45% e il risparmio energetico dal 9% al 13%.

Partendo dalla Strategia madre sul Green Deal, la Commissione Europea ha integrato in questi anni le politiche di riferimento Clima ed Energia in diversi documenti strategici e di azione, in particolare:

- **Una nuova strategia industriale per l'Europa** (COM(2020) 102) definisce azioni per rendere l'industria europea più verde, circolare e digitale tra cui azioni per decarbonizzare le industrie ad alta intensità energetica, per promuovere l'utilizzo di tecnologie pulite e digitali, per ridurre l'impronta di carbonio di tutte le catene del valore industriale;
- **Energia per un'economia climaticamente neutra: strategia dell'UE per l'integrazione del sistema energetico** (COM(2020) 299) è imperniata sull'efficienza energetica, l'elettrificazione dei settori d'uso finale, l'uso di combustibili rinnovabili e a basse emissioni di carbonio, compreso l'idrogeno verde;
- **Strategia per l'idrogeno per un'Europa climaticamente neutra** (COM(2020) 301), pone obiettivi di sviluppo dell'idrogeno prodotto da fonti rinnovabili cosiddetto verde da utilizzare prevalentemente nei settori non facilmente elettrificabili;
- **Strategia dell'UE per ridurre le emissioni di metano** (COM(2020) 663) individua alcuni settori principali in cui mettere in atto azioni e misure d'intervento per ridurre le emissioni globali di metano da agricoltura, rifiuti, acque reflue, energia;
- **Strategia dell'UE per sfruttare il potenziale delle energie rinnovabili offshore per un futuro climaticamente neutro** (COM(2020) 741) mira ad aumentare e integrare la capacità eolica offshore con energia oceanica e altre tecnologie emergenti (eolico e fotovoltaico galleggianti);
- **Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro** (COM(2020) 789) punta a ridurre significativamente l'attuale dipendenza dai combustibili fossili attraverso la diffusione dei veicoli a zero emissioni, dei carburanti rinnovabili e a basse emissioni; a orientare il trasporto pubblico e privato verso modelli più sostenibili;
- **Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: rinverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita** (COM(2020) 662), la strategia volta a garantire e sostenere la riqualificazione del patrimonio edilizio e a migliorare le prestazioni energetiche degli edifici.
- **Plasmare un'Europa resiliente ai cambiamenti climatici - La nuova strategia dell'UE di adattamento ai cambiamenti climatici** (COM(2021) 82) introduce una serie di proposte di intervento, rispetto alla precedente strategia del 2013, per rafforzare la capacità di adattamento agli effetti del mutamento del clima, che prevede tra l'altro il monitoraggio e la raccolta di dati sul clima; il potenziamento della piattaforma Climate-ADAPT; il supporto alla cooperazione tra i diversi livelli di governo (locale, nazionale, transfrontaliero), e il sostegno al miglioramento degli orientamenti sui piani di adattamento nazionali.

Con particolare riferimento alle politiche ambientali, che hanno comunque ricadute sui cambiamenti climatici, la Commissione ha presentato diverse strategie tra cui:

- **Un nuovo piano di azione per l'economia circolare. Per un'Europa più pulita e più competitiva** (COM/2020/98 final) che concilia il concetto di circolarità con la neutralità climatica attraverso una serie di azioni volte a promuovere la produzione ecocompatibile di prodotti, il riutilizzo e il recupero delle risorse e delle materie prime non rinnovabili, il riciclo degli imballaggi, l'uso sostenibile della plastica, la definizione di nuove norme per ridurre la produzione dei rifiuti, con particolare riferimento a settori produttivi caratterizzati da un significativo consumo delle risorse e da un potenziale elevato di applicazione di misure di circolarità (elettronica e ICT, batterie e veicoli, imballaggi, plastica, prodotti tessili, costruzioni ed edilizia);

- **Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030. Riportare la natura nella nostra vita** (COM(2020) 380 final) mira a promuovere la resilienza ai cambiamenti climatici aumentando le aree protette delle superfici terrestri e marine;
- **Una strategia "Dal produttore al consumatore" per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente** (COM(2020) 381 final), dedicata alla transizione verso una filiera alimentare sostenibile in grado di ridurre l'impronta ambientale e climatica del settore
- **Nuova strategia dell'UE per le foreste per il 2030** (COM(2021) 572 final) finalizzata a raggiungere gli obiettivi climatici dell'UE entro il 2030 mediante la protezione e la crescita delle foreste, essenziali come bacini di assorbimento delle emissioni. L'atto definisce un quadro per lo sviluppo costante di foreste sane e diversificate, proponendo misure per promuovere un'economia forestale sostenibile, evitando lo sfruttamento eccessivo del legname. Con un focus su rimboschimento e imboschimento sostenibili, l'obiettivo ambizioso è piantare almeno tre miliardi di nuovi alberi nell'UE entro il 2030. Inoltre, la strategia si impegna a sostenere le funzioni socioeconomiche delle foreste per promuovere la prosperità nelle aree rurali e a favorire una bio-economia forestale sostenibile. Questo quadro normativo riflette l'impegno dell'Unione Europea verso la riduzione delle emissioni di gas serra e la transizione verso un'economia sostenibile, abbracciando obiettivi ambiziosi e misure legislative per affrontare le sfide del cambiamento climatico.

Infine nella tabella di marcia del Green Deal si inserisce il **Patto europeo per il clima** (COM(2020) 788 final), una iniziativa per il coinvolgimento e la partecipazione attiva di cittadini, comunità locali, e organizzazioni, società civile, settori produttivi e scuole all'attuazione del Green Deal europeo, in tale ambito è stata realizzata una piattaforma online per la condivisione di iniziative e informazioni ed ogni cittadino può diventare " ambasciatore del Patto per il clima".

In parallelo allo sviluppo degli obiettivi del Green Deal, l'Unione Europea ha adottato l'8° Piano d'Azione per l'Ambiente (PAA) 2021-2030 che definisce il suo obiettivo prioritario (cfr. art.1) da conseguire al più tardi entro il 2050: *"Che le persone vivano bene nel rispetto dei limiti del pianeta, all'interno di un'economia del benessere senza sprechi, in cui la crescita è rigenerativa, la neutralità climatica nell'Unione è stata raggiunta e le disuguaglianze sono state ridotte in misura significativa"*.

1.3 Il quadro della normativa nazionale

Alla luce di tale contesto europeo e internazionale, e in vista degli impegni al 2030 e della roadmap al 2050, l'Italia sta cercando di dotarsi di strumenti di pianificazione finalizzati all'identificazione di politiche e misure coerenti con la strategia di decarbonizzazione europea, funzionali a migliorare la sostenibilità ambientale, la sicurezza e l'accessibilità dei costi dell'energia, promuovendo al tempo stesso una transizione giusta. Di seguito i principali.

La **Strategia di lungo termine**, presentata alla Commissione europea a febbraio del 2021 in attuazione dell'articolo 15 del Regolamento (UE) Governance. Tale Strategia, che sarà aggiornata una volta finalizzato il PNIEC 2023, individua possibili percorsi di decarbonizzazione, prendendo in considerazione diverse opzioni tecnologiche, comprese quelle più innovative, non ancora completamente sviluppate, al fine di raggiungere l'obiettivo di neutralità climatica al 2050.

Il **Piano Nazionale di Transizione Ecologica (PTE)** risponde alla sfida dell'Unione europea del Green Deal. Il Piano si pone gli obiettivi di assicurare una crescita che preservi salute, sostenibilità e prosperità del pianeta, attraverso l'implementazione di una serie di misure sociali, ambientali, economiche e politiche. Tra gli obiettivi, in linea con la politica comunitaria, è presente anche la neutralità climatica, l'azzeramento dell'inquinamento, l'adattamento ai cambiamenti climatici, il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi, la transizione verso l'economia circolare e la bioeconomia. Il Piano è soggetto a

periodici aggiornamenti e, in coerenza con le linee programmatiche delineate dal PNRR, prevede un completo raggiungimento degli obiettivi nel 2050, così come in buona parte prefissato nella Strategia di lungo termine nazionale.

Il **Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC)** è lo strumento per definire le politiche e le misure per conseguire gli obiettivi energia e clima degli Stati Membri dell'Unione europea. Il PNIEC costituisce il quadro di attuazione – a livello nazionale, con cadenza decennale – degli impegni per la riduzione delle emissioni ([NDC, Nationally Determined Contribution](#)) in linea con [l'Accordo di Parigi](#). Il PNIEC dovrà rivedere gli impegni sulla base di un obiettivo di riduzione dei gas serra (GHG a livello UE) del -55% al 2030 rispetto al 1990 come declinati dal pacchetto 'Fit for 55', dalla Raccomandazione COM(2024) 63 final che specifica il target di riduzione al 2040, così come dovrà occuparsi dei mutamenti economici e sociali derivanti dalla pandemia e dalla crisi dei prezzi dell'energia. Al momento la revisione di luglio 2023, inviata alla Commissione Europea per sue valutazioni ed osservazioni, è in fase di revisione e di consultazione pubblica. È stato anche avviato il procedimento di Valutazione Ambientale Strategica. Il Piano deve essere inviato nuovamente alla Commissione entro luglio 2024.

Altro documento trasversale è la **Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS)**. La Strategia, approvata per la prima volta nel 2017 è stata aggiornata e revisionata nel settembre del 2023. Il rinnovato documento strategico, aggiornato con dati del 2022, intende ribadire l'impegno per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, individuando un sistema di indicatori che tengano adeguatamente conto di tutte le dimensioni della sostenibilità e del benessere delle persone e del pianeta. Con riferimento specificatamente al Goal 13 'Lotta ai cambiamenti climatici' purtroppo però ad oggi, secondo [l'indicatore composito](#) elaborato da ASVIS (Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile), le emissioni di CO₂ e di gas climalteranti a livello nazionale sono diminuite tra il 2010 e il 2014, per poi aumentare fino al 2017 e diminuire nuovamente fino al 2019. Nel 2020 si assiste a una drastica riduzione delle emissioni, dovuta al parziale arresto delle attività economiche, compensata nel 2021 e nel 2022 dalla ripresa di tali attività. La discesa delle emissioni in Italia, dal 1990 al 2022, è pari a -18,6% (pari a -0,6% annuo).

Un tema prioritario per disaccoppiare la crescita economica dagli impatti ambientali derivanti dall'estrazione e dall'utilizzo delle risorse, riducendo le emissioni di gas climalteranti, l'inquinamento e i rifiuti e favorendo al contempo la creazione di nuovi mercati e nuove opportunità di green jobs è rappresentato dall'economia circolare. A tal proposito l'Italia ha adottato nel giugno 2022 la **Strategia Nazionale per l'Economia Circolare** finalizzata a: definire nuovi strumenti amministrativi e fiscali per rafforzare il mercato delle materie prime secondarie, affinché diventino competitive in termini di disponibilità, prestazioni e costi rispetto alle materie prime vergini; contribuire al raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica e ad attuare una tabella di marcia di azioni e obiettivi misurabili da qui al 2035.

Altro documento rilevante è il **Programma nazionale di gestione dei rifiuti**, adottato anch'esso nel giugno 2022, che ha un orizzonte di sei anni (2022-2028) e che stabilisce i macro-obiettivi, le macro-azioni e i target; definisce i criteri e le linee strategiche che le Regioni e le Province autonome devono seguire nell'elaborazione dei Piani di gestione dei rifiuti.

Sul tema della necessità di promuovere un modello di produzione e consumo sostenibile è stato approvato ad agosto 2023 il nuovo **Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica Amministrazione**, finalizzato a delineare una cornice di riferimento organica aggiornata della politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi, inquadrandola nell'ambito dei più recenti atti di indirizzo comunitari e delle intervenute novità giuridiche ed individua le azioni necessarie a massimizzarne i benefici ambientali, economici e sociali di questo strumento. Il Green Public Procurement è uno degli strumenti più efficaci nelle mani della pubblica amministrazione per veicolare i principi della decarbonizzazione dei processi e dei prodotti nel sistema industriale.

1.4 Il quadro di riferimento regionale

Unitamente alla pianificazione e programmazione regionale di settore, di cui si descrivono contenuti essenziali nel capitolo 1.6, è utile innanzitutto richiamare i principali documenti strategici e trasversali che costituiscono la cornice di riferimento complessiva in cui inquadrare questo documento strategico.

Il Patto per il Lavoro e il Clima

Il Patto per il Lavoro e il Clima, è il principale documento strategico approvato dalla Giunta regionale con delibera n. 1899/2020 e firmato da 60 stakeholder a livello regionale.

Il Patto delinea un progetto condiviso di **rilancio** e **sviluppo** dell'Emilia-Romagna volto a generare nuovo **lavoro di qualità**, accompagnando l'Emilia-Romagna nella **transizione ecologica**. Un progetto, fondato sulla **sostenibilità**, nelle sue tre componenti inscindibili, ovvero quella **ambientale, sociale ed economica**, con l'obiettivo di ridurre le **fratture economiche, sociali, ambientali e territoriali** e raggiungere la piena **parità di genere**.

Elaborato a partire da quanto il territorio ha imparato dall'emergenza sanitaria, il Patto stabilisce impegni e responsabilità condivisi volti ad affrontare sfide non più procrastinabili – la **crisi demografica**, la **transizione digitale**, il **contrasto alle diseguaglianze** e l'**emergenza climatica** – e perseguire quattro obiettivi strategici e quattro processi trasversali che intercettano dinamiche decisive per l'intera società regionale. In particolare, per ciò che attiene **all'obiettivo strategico della transizione ecologica** il nuovo Patto per il Lavoro e per il Clima, attraverso il dialogo e la definizione concertata delle strategie di attuazione degli obiettivi, ha sviluppato quindi un approccio sistemico, trasversale e multisettoriale che include politiche per: l'agricoltura, l'industria, i servizi, la sanità e il welfare, le infrastrutture e la mobilità, gli ambiti urbani, la pianificazione territoriale e l'ambiente.

Il Patto per il Lavoro e il Clima si focalizza:

- su tutti i settori che contribuiscono e incidono sull'obiettivo di trasformare le nostre produzioni, accompagnandole verso la completa sicurezza e sostenibilità, attraverso investimenti sul capitale umano, sulle nostre vocazioni territoriali, sui settori green, sulle energie rinnovabili e l'efficiamento energetico delle strutture pubbliche e private, sulla modernizzazione dei servizi sociali e dei settori tradizionali alle prese con sfide innovative;
- sulla forestazione (attraverso il piano di riforestazione per 4,5 milioni di alberi) l'economia circolare, il dissesto idrogeologico (attraverso il piano contro il dissesto idrogeologico);
- sul rafforzamento della rete e dell'intermodalità del trasporto pubblico locale, rendendolo gratuito per i giovani, con un nuovo Piano regionale Integrato dei Trasporti che tenga conto di una mobilità più sostenibile, investendo anche sulla mobilità dolce, ciclabile ed elettrica per migliorare la qualità della vita delle città.

La Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile

La Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è stata approvata dalla Giunta regionale con delibera n.1840/2021 ed ha la finalità di declinare e tradurre l'Agenda globale dell'ONU in funzione delle specificità del territorio regionale e dare attuazione all'articolo 34, comma 4, del D.Lgs 152/2006, ai sensi del quale *“Le Regioni si dotano, attraverso adeguati processi informativi e partecipativi, di una complessiva strategia di sviluppo sostenibile che sia coerente e definisca il contributo alla realizzazione degli obiettivi della strategia nazionale (...)”*. La Strategia, perseguendo contestualmente tutte le dimensioni della sostenibilità (ambientale, economica, sociale), costituisce il quadro di riferimento per tutte le politiche settoriali.

Nella Strategia regionale per il Goal 13 'Lotta ai cambiamenti climatici' è confermato quale target regionale al 2030 la riduzione del 55% delle emissioni di gas climalteranti rispetto al 1990.

Il Percorso di Neutralità carbonica, oltre quindi a fare proprio questo target intermedio, contribuirà con la definizione delle azioni e policy settoriali da mettere in atto per garantire il suo conseguimento. Considerando che l'obiettivo della decarbonizzazione e le relative policy hanno una valenza trasversale su moltissimi settori di competenza regionale, il perseguimento della neutralità carbonica contribuirà al raggiungimento, in modo diretto ed indiretto, anche dei target regionali definiti per il Goal 7 'Energia pulita ed accessibile', il Goal 11 'Città e Comunità sostenibili', sul Goal 2 'Sconfiggere la fame' e sul Goal 9 'Industria, Innovazione e Infrastrutture'.

Il documento strategico regionale per la programmazione unitaria delle politiche europee di sviluppo – DSR 2021-27

Il Documento Strategico Regionale (DSR) 2021-2027, approvato dalla Giunta con delibera n. 586/2021 a maggio e dall'Assemblea Legislativa nella seduta del 29 giugno, indirizza le scelte dei programmi a gestione regionale finanziati dai fondi per la coesione e lo sviluppo rurale (FSE+, FESR, FEASR) e dal Fondo nazionale Sviluppo e Coesione, e favorisce la sinergia con i fondi europei a gestione nazionale (Piano Nazionale Ripresa e Resilienza, Fondo europeo per la pesca e acquacoltura), nonché la partecipazione del sistema regionale ai programmi tematici a gestione diretta della Commissione europea. Il fine è massimizzare il contributo dei fondi europei e nazionali al raggiungimento degli obiettivi del Programma di Mandato 2020-2025 e alla realizzazione del progetto di rilancio e sviluppo sostenibile dell'Emilia-Romagna delineato dal Patto.

Il DSR adotta un approccio alla programmazione strategica che poggia sui seguenti pilastri:

- coniugare l'esigenza di rilancio di breve periodo con le trasformazioni strutturali di lungo termine per rafforzare la competitività del sistema economico-produttivo e l'attrattività della regione;
- orientare la programmazione dei fondi europei verso gli obiettivi del Patto per il Lavoro e per il Clima, nel quadro complessivo delle politiche regionali;
- cooperare con i territori rafforzando la coesione economica, sociale e territoriale e riducendo gli squilibri, attraverso la valorizzazione delle risorse locali nella programmazione;
- mettere al centro le persone, in particolare giovani e donne, per affermarne il protagonismo in tutti i settori quale principale fattore di equità e innovazione della società;
- innovare le politiche pubbliche e gli strumenti per promuovere investimenti, garantire protezione e opportunità e rafforzare la capacità istituzionale per uno sviluppo sostenibile, equo e duraturo.

La programmazione unitaria dei fondi europei e nazionali 2021-2027 dunque si inserisce nel disegno strategico del Patto per il lavoro e per il clima, offrendo un contributo rilevante al raggiungimento degli obiettivi che esso si pone

La nuova strategia regionale di specializzazione intelligente di ricerca e innovazione 2021-2027

La nuova S3 2021-2027 conferma per l'Emilia-Romagna come **prioritari i 5 sistemi produttivi già identificati nella precedente S3 2014-2020 (Agroalimentare, Edilizia e Costruzioni, Meccatronica e Motoristica, Industrie della Salute e del Benessere, Industrie Culturali e Creative)**, che continuano a costituire l'ossatura fondamentale del sistema economico regionale e che, negli ultimi anni, hanno ulteriormente rafforzato il proprio tasso di specializzazione rispetto al resto del paese.

Ad essi **si aggiunge il sistema del Turismo**, precedentemente incluso nelle industrie culturali e creative, e che, in considerazione della particolare crisi da cui è stato colpito con la pandemia, necessita di una specifica attenzione per un rilancio fortemente orientato all'innovazione e alla ricerca di nuove soluzioni.

Insieme ad essi, **assumono un ruolo centrale gli ambiti trasversali prioritari quali l'Innovazione nei servizi e la filiera delle Green technologies**. Emerge, inoltre, un'attenzione crescente verso gli ambiti produttivi della **space economy** e delle **infrastrutture complesse e critiche** che hanno visto uno sviluppo importante negli ultimi anni, anche per effetto di rilevanti investimenti pubblici in tali ambiti.

Assume, invece, un peso del tutto nuovo **lo sviluppo dei Big Data e dell'Intelligenza Artificiale**, trasversale per il forte impatto sulle *policy* e sulle soluzioni messe in campo, mentre mostra un peso ancora più deciso la **grande trasformazione green** che riguarda tecnologie, comportamenti e trasformazione del sistema economico e sociale.

Al centro della Strategia vi è sempre **l'ecosistema regionale della ricerca e dell'innovazione**, che fa perno su soggetti pubblici, a partire dalle università, e privati di ricerca e imprese, in grado di cooperare e creare non solo attività di ricerca e innovazione, ma anche nuove infrastrutture, nuove reti e piena partecipazione alle opportunità nazionali ed europee, con una rinnovata capacità di attrazione di iniziative di ricerca e di talenti di livello internazionale.

1.5 Gli scenari climatici al 2050, le connessioni con le azioni di mitigazione e gli obiettivi di mitigazione

Se a livello globale è ormai acclarata la interdipendenza tra emissioni di gas climalteranti e cambiamenti climatici con gli effetti sulle precipitazioni, le temperature e gli eventi estremi che ben conosciamo, nella nostra regione si sono manifestati, anche nel recente passato, fenomeni estremi che hanno fortemente condizionato e ridisegnato il territorio da un punto di vista morfologico, economico e più in generale sulla qualità della vita delle popolazioni colpite.

Con la consapevolezza che agire azioni di mitigazione, ovvero di riduzione delle emissioni di gas climalteranti, è un atto dovuto le cui ricadute e misurazione dell'efficacia nel medio-lungo periodo può misurarsi solo a livello globale, è però altrettanto vero che avere la consapevolezza sulle variazioni climatiche attese nei prossimi anni rappresenta per alcuni settori (edilizia, produzione di energia, agricoltura, ecc.) delle variabili al contorno di cui è necessario tenere conto.

Il Rapporto Speciale IPCC sul riscaldamento globale di 1,5°C ²² stima che le attività umane abbiano causato l'aumento della temperatura globale di circa 1°C rispetto al periodo preindustriale, e che, se questo andamento di crescita della temperatura dovesse continuare ai ritmi attuali, si raggiungerebbe un riscaldamento di 1,5°C tra il 2030 e il 2052. I modelli di regionalizzazione statistica sviluppati da Arpa-Simc e applicati al modello climatico globale CMCC-CM, nell'ambito della *Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna* ²³ (DAL n.187/2018), evidenziano per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000 i seguenti segnali futuri:

- probabile aumento delle temperature minime e massime di circa 1.5° C in inverno, primavera e autunno, e di circa 2.5°C in estate.
- probabile aumento degli estremi di temperatura, in particolare delle ondate di calore e delle notti tropicali.
- probabile diminuzione della quantità di precipitazione soprattutto in primavera (circa il 10%) ed estate.
- probabile incremento della precipitazione totale e degli eventi estremi in autunno (circa il 20%)
- probabile aumento del numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazione in estate (circa il 20%).

In particolare, lo scenario emissivo RCP 4.5, in cui si assume l'adozione di politiche di mitigazione per la riduzione nel tempo della concentrazione di gas climalteranti, sulla base dello scenario individuato nell'Accordo di Parigi (2015) con un target di 2°C di riscaldamento globale, prospetta un probabile aumento medio regionale delle temperature minime e massime di circa 1,5 °C in tutte le stagioni tranne l'estate, in cui l'aumento medio regionale della temperatura massima potrà essere di circa 2,5°C (Figura 1). Inoltre, si stimano possibili aumenti nella durata delle ondate di calore e delle notti tropicali.

²² IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)].

²³ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici>

Per quanto riguarda le precipitazioni, gli scenari regionalizzati e applicati al modello climatico globale CMCC-CM evidenziano un segnale medio regionale caratterizzato da una probabile diminuzione della quantità di precipitazione in tutte le stagioni tranne che in autunno, in cui potrà verificarsi un incremento medio regionale di circa il 20% (Figura 2).

Come evidenziato a livello globale, anche a livello regionale il segnale di cambiamento potrà variare localmente in magnitudo e segno all'interno della regione, soprattutto per quanto riguarda le precipitazioni.

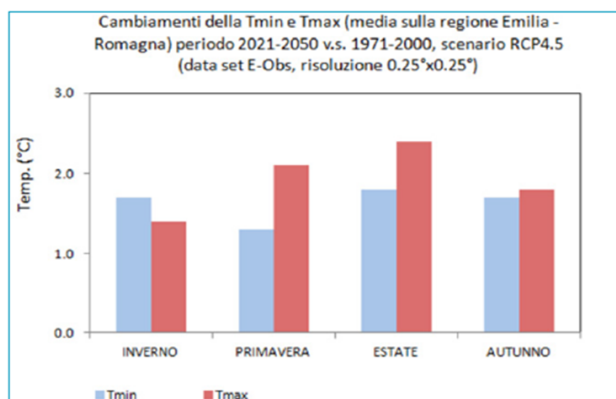


Fig. 1 Cambiamenti della Tmin e Tmax periodo 2021-2050 vs 1971-2000

Fonte: Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna

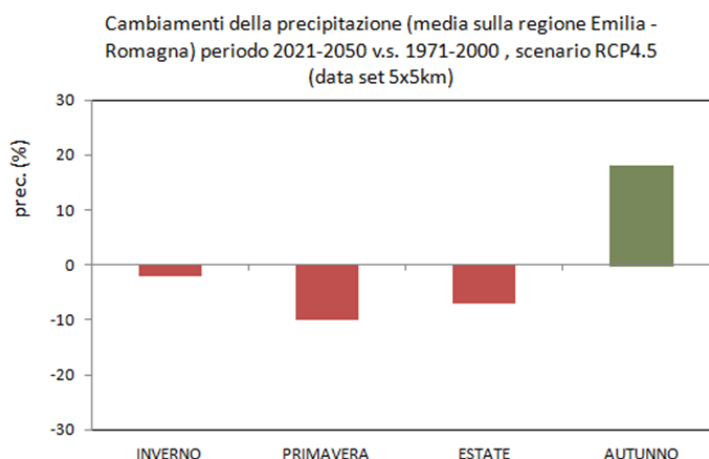


Fig. 2 Cambiamenti della precipitazione periodo 2021- 2050 vs 1971 - 2000.

Fonte: Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna

Come accennato sopra, **l'incertezza di come e in che misura gli effetti del cambiamento climatico agiranno a livello locale dovrà essere affrontata anche a livello di settore. In altre parole, piani di adattamento che contemplino azioni poco efficaci e non commisurate al reale impatto della crisi climatica, potranno innescare meccanismi di feedback positivo che porteranno inevitabilmente a un 'depotenziamento' della mitigazione.**

L'interconnessione tra azioni di adattamento e mitigazione è quindi un aspetto che deve guidare qualsiasi approccio di pianificazione e sarà la chiave di volta per essere incisivi in particolare nei settori ricompresi nel cc.dd settore AFOLU definito dall'IPCC e comprendente il comparto agricolo e la forestazione (cfr. § 2.1).

Se si analizza infatti ad esempio la categoria Foreste, considerare gli impatti del cambiamento climatico a livello locale è strategico: se per l'Europa settentrionale si prevede un aumento delle precipitazioni

invernali, per il Mediterraneo è previsto un decremento di precipitazioni e un aumento dei periodi di siccità, come menzionato sopra. Oltre ai cambiamenti climatici previsti, bisogna considerare la perdita di biodiversità e i disturbi forestali causati da eventi climatici e meteorologici estremi, seguiti da epidemie di parassiti e malattie, tutti fattori che possono influire sul potenziale di mitigazione (capacità di assorbimento) dei cambiamenti climatici delle foreste.

Quindi, è importante valutare in che misura siano necessarie azioni di adattamento per contrastare e affrontare i cambiamenti climatici e le perturbazioni forestali in atto, al fine di migliorare la resilienza e la vitalità a lungo termine delle foreste. Per questo motivo, la mitigazione e l'adattamento basati sulle foreste devono essere considerati e attuati in sinergia. In effetti, concetti emersi di recente, come Climate-Smart Forestry e Natural Climate Solutions, considerano esplicitamente la mitigazione, l'adattamento e la biodiversità quali politiche interconnesse.

Ancora, la complessità ad esempio, dell'interazione tra l'ecosistema forestale e cambiamenti climatici viene valutata da modelli che confermano in generale che i cambiamenti climatici moderati nell'Europa settentrionale e centrale aumenteranno la produttività, anche se non è ancora chiaro se si concretizzerà l'effetto di fertilizzazione da CO₂ (cioè l'aumento della fotosintesi per concentrazioni più elevate di CO₂ nell'atmosfera).

Al contrario, la produttività può diminuire quando la disponibilità di acqua diventa un fattore limitante e, soprattutto nell'Europa settentrionale, gli inverni più caldi potranno portare a un decremento della crescita all'inizio della stagione vegetativa, poiché gli alberi mantengono la loro capacità fotosintetica e consumano risorse durante gli inverni caldi. Inoltre, gli aumenti di crescita in primavera possono essere compensati da effetti ritardati più avanti nella stagione di crescita.

Se da un lato quindi i cambiamenti climatici possono stimolare la produttività delle foreste in generale, dall'altro possono aumentare il turnover del carbonio attraverso l'aumento della respirazione, della mortalità e dei disturbi.

Anche le dinamiche del carbonio nel suolo alla luce dei cambiamenti climatici sono oggetto di studio sia per la categoria Foreste che per la categoria Agricoltura, sebbene sia molto difficile prevedere con precisione gli effetti che si avranno sui sistemi pedologici.

Diversi studi suggeriscono che il riscaldamento globale stia inducendo una diminuzione delle scorte globali di carbonio organico del suolo, principalmente dovuta a una accelerazione dell'attività microbica del suolo. È stato dimostrato che le azioni che si basano sul sequestro del carbonio nei suoli agricoli per la mitigazione dei cambiamenti climatici, possono essere gravemente ostacolati dai cambiamenti climatici in sé.

Anche in questo caso, mitigazione e adattamento devono essere applicate in sinergia: una migliore gestione del suolo è necessaria per poter sfruttare il potenziale di mitigazione dei suoli, aumentando la loro resilienza alle temperature più elevate e agli eventi meteorologici estremi.

Mitigazione e adattamento, ancora una volta quindi "due facce della stessa medaglia" che, come abbiamo visto negli esempi sopra riportati, necessitano di una forte attenzione verso politiche integrate, sinergiche e sistemiche pena il vanificarsi talvolta degli sforzi compiuti.

In maniera differente, ma altrettanto sostanziale è l'interconnessione tra mitigazione e adattamento che si evidenzia attraverso la creazione di sinergie positive quando vengono messe in atto azioni cc.dd *win-win* in diversi settori quali ad esempio la gestione dell'energia e delle risorse idriche, la pianificazione delle infrastrutture e dell'edilizia, i trasporti, il trattamento dei rifiuti.

È il caso dell'aumento dell'*efficienza energetica degli edifici residenziali*. Migliorare l'isolamento termico degli edifici e l'efficienza degli impianti di riscaldamento e raffreddamento non solo riduce le emissioni di gas serra, ma rende anche le abitazioni più resilienti agli eventi climatici estremi. Gli edifici ben isolati richiedono meno energia per il riscaldamento durante l'inverno e il raffrescamento durante l'estate, riducendo l'impatto ambientale e il rischio di disagi durante ondate di calore o freddo intenso.

Un altro esempio è l'*efficienza idrica* attraverso misure come la riduzione degli sprechi, l'uso di tecnologie a basso consumo idrico e la gestione sostenibile delle risorse idriche nei settori agricolo, industriale e residenziale non solo contribuisce alla mitigazione dei cambiamenti climatici (meno energia necessaria per il trattamento e il trasporto di acqua), ma rende anche le comunità più resilienti alle variazioni climatiche. Ridurre la domanda idrica può aiutare a preservare le risorse idriche limitate durante periodi di siccità e cambiamenti nei regimi delle precipitazioni.

La *pianificazione e la costruzione di infrastrutture resistenti al clima*, come sistemi di drenaggio per affrontare piogge intense o la costruzione di barriere contro le inondazioni, non solo proteggono le comunità dagli impatti climatici, ma possono anche ridurre le emissioni di gas serra.

Un ulteriore esempio di azione *win-win* è dato dagli impianti agrivoltaici che oltre a produrre energia rinnovabile possono contribuire fattivamente all'adattamento ai cambiamenti climatici. Infatti, detti impianti, se ben pianificati, potranno ridurre l'eccesso di radiazione incidente durante i mesi estivi che non di rado provoca danni alle colture agrarie quali scottature su frutti, bacche e apparati fogliari con conseguenti perdite di resa. Inoltre, una diminuzione di radiazione incidente sull'apparato fogliare comporta un crollo dell'evapotraspirazione riducendo lo stress idrico e l'eventuale fabbisogno irriguo. Nei frutteti gli impianti agrivoltaici inoltre possono anche fungere da scudo riparando parzialmente gli alberi da eventi estremi come la grandine.

In base quindi anche a tutto quanto sopra richiamato, in termini di **obiettivi**, la Regione Emilia-Romagna ha posto il tema della sostenibilità economica, sociale ed ambientale quale pilastro al centro della sua azione di governo, nel contesto più ampio dell'impegno di allineare le politiche regionali agli Obiettivi dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. In particolare, con la firma del nuovo Patto per il Lavoro e per il Clima si è sancita la volontà di condividere con tutti gli attori del sistema territoriale regionale, istituzioni ed Enti Locali, mondo produttivo, sindacale e delle professioni, Terzo Settore, ABI, Ufficio scolastico regionale, università e ricerca, di porre le basi per l'obiettivo ambizioso della **neutralità carbonica entro il 2050 e la transizione al 100% di energie rinnovabili al 2035**.

1.6 Il contributo dei piani e programmi vigenti alla riduzione delle emissioni

Il capitolo si propone di esaminare l'impegno della regione verso la riduzione delle emissioni di gas serra attraverso i piani e programmi attualmente vigenti. Attraverso un'analisi delle misure implementate nei settori chiave, come energia, trasporti, rifiuti e agricoltura, il capitolo si focalizza sulle strategie e gli interventi pianificati per contribuire concretamente al processo di decarbonizzazione.

Particolare rilevanza è attribuita alla nuova programmazione del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) 2021 -2027, la quale rappresenta un importante strumento per l'implementazione di politiche e azioni finalizzate alla transizione ecologica ed energetica. L'obiettivo principale è valutare come tali piani e programmi stiano influenzando e possano influire sulla riduzione di emissioni di gas serra entro gli anni 2025 e 2030, considerando il contesto regionale e le sfide specifiche.

Attraverso questa mappatura, si cerca di stimare il contributo quantitativo che ciascun settore può dare ad oggi al processo di decarbonizzazione, permettendo così di delineare strategie mirate per raggiungere gli obiettivi prefissati in termini di riduzione delle emissioni entro il 2050.

1.6.1 Energia - Il Piano Energetico Regionale (PER 2030) ed il Piano Triennale di Attuazione (PTA 2022-2024)

Il settore energetico a livello regionale, nel 2019, rappresenta l'86% delle emissioni di gas serra, pari a 34.237 ktCO₂eq (cfr. § 2.1) di cui il 27% è rappresentato dal trasporto su strada, il 19% dalla produzione di elettricità e calore e dal residenziale e terziario, il 18% dall'industria, il 3% da altre modalità di trasporto, 1% dall'estrazione di idrocarburi.

La pianificazione regionale in materia di clima ed energia disciplinata dal Piano Energetico Regionale (PER)²⁴ che fissa la strategia e gli obiettivi della Regione Emilia-Romagna fino al 2030, individua come priorità d'intervento per la decarbonizzazione i settori più rilevanti per la regione, i settori non Ets: mobilità, industria diffusa (PMI), residenziale, terziario e agricoltura. In particolare, i principali ambiti di intervento sono:

- Risparmio energetico ed uso efficiente dell'energia nei diversi settori
- Produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili
- Razionalizzazione energetica nel settore dei trasporti
- Aspetti trasversali

Il Piano fa propri gli obiettivi europei al 2020 e 2030 in materia di clima ed energia come driver di sviluppo dell'economia regionale, considerando pertanto come obiettivi per l'Emilia-Romagna:

- la **riduzione delle emissioni climalteranti del 20% al 2020 e del 40% al 2030** rispetto ai livelli del 1990;
- l'**incremento al 20% al 2020 e al 27% al 2030** della quota di copertura dei consumi attraverso l'impiego di **fonti rinnovabili**;
- l'incremento dell'**efficienza energetica al 20% al 2020 e al 27% al 2030**.

Il PER 2030, nel delineare la strategia regionale, individua due scenari energetici: uno scenario "tendenziale" ed uno scenario "obiettivo". Lo scenario energetico tendenziale tiene conto delle politiche europee, nazionali e regionali adottate, dei risultati raggiunti dalle misure realizzate e dalle tendenze tecnologiche e di mercato considerate consolidate. Si tratta dunque di una prospettiva dove non si tiene conto di nuovi interventi ad alcun livello di governance. Lo scenario obiettivo punta invece a raggiungere gli obiettivi UE clima-energia del 2030, compreso quello relativo alla riduzione delle emissioni climalteranti, che costituisce l'obiettivo più sfidante tra quelli proposti dall'UE. Questo scenario è supportato dall'introduzione di buone pratiche settoriali nazionali ed europee ritenute praticabili anche in Emilia-Romagna, e rappresenta, alle condizioni attuali, un limite sfidante ma non impossibile da raggiungere.

Gli obiettivi così definiti dal Piano Energetico 2030 sono stati superati dal Patto per il Lavoro e per il Clima, dalla Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e dal Documento Strategico Regionale per la programmazione unitaria delle politiche europee di sviluppo per il periodo 2021-2027. La Strategia regionale ha infatti indicato l'obiettivo al 2030 di riduzione delle emissioni climalteranti del 55% rispetto ai valori del 1990, assumendo il target approvato dalla nuova Legge Europea sul Clima ed elevando di 15 punti percentuali il valore precedentemente stabilito dall'UE e fatto proprio dal Piano Energetico 2030 (40%). **È quindi evidente che un tale innalzamento degli obiettivi della politica regionale in materia di clima ed energia comporta una decisa accelerazione delle azioni previste nel Piano Energetico approvato nel 2017 per poter allineare il sistema energetico regionale a tali nuove sfide.**

Per quanto riguarda infatti le fonti rinnovabili, i nuovi target al 2030 saranno compresi nella forbice tra il 32% (o il 40% nel caso venisse approvato il target previsto dal Green Deal europeo) e almeno del 50-60% (Patto per il Lavoro e per il Clima e Strategia regionale Agenda 2030). Tali obiettivi potranno essere raggiunti con un eccezionale sforzo di tutti i settori volto ad aumentare l'efficienza energetica consentendo la riduzione del fabbisogno energetico da soddisfare con le fonti rinnovabili e adottando rapidamente tutte le riforme annunciate nei documenti strategici e programmatici prima citati a livello europeo e nazionale, compreso il Piano della Transizione Ecologica, l'aggiornamento del PNIEC e dei decreti attuativi degli atti di recepimento delle direttive europee prima citate, consentendo così di dare attuazione agli interventi previsti nel PNRR.

²⁴ PER 2030 approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa n.111 del 1 marzo 2017.

I risultati raggiunti ad oggi evidenziano un buon livello per quanto riguarda i target fissati dal PER sul risparmio energetico e le fonti rinnovabili, mentre per quello sulle emissioni di gas serra risulta ancora distante l'obiettivo al 2030. Di seguito è riportato il quadro complessivo relativo al livello di raggiungimento degli obiettivi al 2020 e al 2030.

Obiettivo europeo	Stato attuale (2019)	Breve periodo (2020)			Medio periodo (2030)		
		Target UE 2020	Scenario tendenziale	Scenario obiettivo	Target UE 2030	Scenario tendenziale	Scenario obiettivo
Riduzione delle emissioni di gas serra	-1%	20%	-17%	-22%	-40%	-23%*	-41%*
Risparmio energetico	-31%	20%	-31%	-36%	-32,5%	-36%	-47%
Copertura dei consumi finali con fonti rinnovabili	13,7%	20%	15%	16%	32%	18%	27%

* Dato aggiornato a seguito della modifica della metodologia di costruzione del bilancio energetico regionale

Fonte: PTA PER 2022-2024

A partire da questa situazione la nuova programmazione triennale 2022-2024²⁵ di attuazione del PER tiene conto della forte accelerazione a livello comunitario, nazionale e regionale registrata dal processo di transizione energetica ed ecologica e prevede una serie di misure in tema di decarbonizzazione schematizzate nel dettaglio nella tabella 1. L'insieme delle misure secondo delle stime effettuate sugli interventi proposti e realizzati nei settori di intervento 2,3,4,5,6,7, comporteranno complessivamente un **risparmio energetico di 1.321 ktoe, una riduzione di emissioni di gas serra pari a circa 6.144 ktCO₂eq e un incremento delle rinnovabili di 568 ktoe.**

²⁵ PTA PER 2022-2024 approvato con Delibera dell'Assemblea Legislativa n.112 del 6 dicembre 2022.

SETTORI D'INTERVENTO	MISURE DI MITIGAZIONE	Risparmio conseguito (ktoe/anno)	Produzione da FER aggiuntiva (ktoe/anno)	Emissioni di CO ₂ evitate (kt/anno)
1. Ricerca, innovazione e formazione	Sostegno ai progetti di ricerca innovativi promossi dalle imprese	n.a.	n.a.	n.a.
	Sviluppo dell'offerta di istruzione e formazione in ambito energetico			
	Sostegno ad azioni di attrazione di nuove attività nell'ambito energia e clima			
	Sostegno a iniziative e progetti sperimentali con gli Istituti scolastici			
	Sostegno alla creazione di alte competenze con le Università (dottorati)			
2. Infrastrutture, reti e aree produttive	Sviluppo delle smart grid			
	Sviluppo delle comunità energetiche e dell'autoconsumo			
	Sostegno alla qualificazione energetica e ambientale delle aree produttive			
	Sostegno a progetti pilota per lo sviluppo di impianti da fonti rinnovabili per la produzione sia elettrica che termica			
	Aggiornamento della regolamentazione per la localizzazione degli impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica			
3. Transizione energetica delle imprese	Sostegno a progetti di efficientamento energetico delle imprese, anche attraverso la costituzione di reti energetiche locali, comunità energetiche e lo sviluppo dell'Energy Management	797	436	4.174
	Sostegno a progetti per lo sviluppo di impianti da fonti rinnovabili per la produzione sia elettrica che termica			
	Sostegno a progetti di filiera della green e circular economy			
	Sostegno allo sviluppo di nuove imprese green			
	Sviluppo della finanza agevolata e della garanzia per la green e circular economy			
	Sostegno alla produzione di agro-energie			
	Sostegno a progetti di qualificazione energetica e assorbimento di CO ₂ nelle imprese agricole			
	Azioni formative in materia di green e circular economy			
4. Riqualificazione del patrimonio privato	Efficientamento energetico dell'edilizia residenziale privata	12	10	83
	Semplificazione amministrativa per la qualificazione energetica dell'edilizia privata			
	Sviluppo delle procedure di certificazione energetica degli edifici e catasto impianti			
5. Rigenerazione urbana e riqualificazione del patrimonio pubblico	Efficientamento energetico dell'edilizia residenziale pubblica	63	77	540
	Efficientamento energetico degli edifici pubblici			
	Riqualificazione energetica urbana e territoriale			
	Sostegno a misure volte a promuovere la qualità dell'abitare (Programma Nazionale PinQua)			
6. Mobilità intelligente e sostenibile	Sviluppare le infrastrutture verdi	449	45	1.347
	Sostegno alle misure finalizzate alla diffusione di veicoli a ridotte emissioni			
	Finanziamento del trasporto pubblico locale (gomma) e regionale (ferro)			
	Promozione dell'infrastrutturazione per la mobilità ciclopedonale			
	Sviluppo del trasporto pubblico locale: integrazioni tariffarie			
	Rinnovo della flotta autobus			
Rinnovo della flotta treni				

SETTORI D'INTERVENTO	MISURE DI MITIGAZIONE	Risparmio conseguito (ktoe/anno)	Produzione da FER aggiuntiva (ktoe/anno)	Emissioni di CO ₂ evitate (kt/anno)
	Elettificazione della rete ferroviaria			
	Sostegno alle misure finalizzate all'incremento del trasporto su ferro di merci e persone			
	Potenziamento e miglioramento sicurezza delle ferrovie regionali			
	Interventi per accessibilità al sistema ferroviario (riconoscibilità)			
	Promozione dell'infomobilità			
7. Azioni di sistema e rapporti con gli Enti locali	Sostegno alla preparazione, attuazione e monitoraggio dei PAES/PAESC	compreso nell'Asse 5	compreso nell'Asse 5	compreso nell'Asse 5
	Sostegno all'attuazione dei PUMS			
	Sostegno allo sviluppo degli Sportelli Energia e Clima			
	Sostegno allo sviluppo delle Agenzie per l'Energia e il Clima a livello territoriale			
8. Azioni trasversali e di sistema (regolamentazione, assistenza tecnica, osservatori e comunicazione)	Aggiornamento della L.R. n. 26/2004	n.a.	n.a.	n.a.
	Sviluppo di protocolli, intese, convenzioni con soggetti terzi			
	Partecipazione e sostegno a reti e network regionali, nazionali ed europei			
	Attività di semplificazione e coordinamento per la regolamentazione del settore			
	Gestione del Piano Energetico Regionale e del relativo Piano Triennale di Attuazione			
	Sviluppo dell'Osservatorio regionale dell'energia			
	Monitoraggio e valutazione degli interventi			
Informazione e orientamento				

Tabella 1: Settori di intervento e misure di mitigazione a cambiamenti climatici del PTA 2022-2024

1.6.2 Trasporti - Il PRIT 2025 e il Documento ricognitivo e programmatico per la mobilità sostenibile

Il settore dei trasporti in Emilia-Romagna è responsabile del 30% del totale regionale delle emissioni di gas serra. Considerando la distribuzione delle emissioni per modalità di trasporto, quasi il 90% è dovuto al trasporto su strada di passeggeri e merci (cfr. § 2.1).

A partire da questa situazione, nello scenario di riferimento delineato dal Piano regionale integrato dei trasporti (PRIT)²⁶, al 2025 si beneficerebbe delle azioni virtuose programmate nel Piano che comporterebbero una **riduzione complessiva stimata del 30% delle emissioni di CO₂ e del 20% dei consumi energetici rispetto al 2014** (anno base) come riportato di seguito.

Obiettivi PRIT 2025	2014 Stato attuale	2030 Scenario tendenziale	2030 PER Previsione obiettivo	Prit 2025 Target obiettivo
Consumo energetico per trasporti (KTep)	3754	3025	2220 (-40%)	3000 (-20%)
Emissioni CO ₂ trasporti (KtonCO ₂)	10693	8086	4399 (-60%)	7500 (-30%)

Fonte: PRIT Regione Emilia-Romagna

Le principali azioni di mitigazione del PRIT 2025, per il passaggio ad una mobilità più sostenibile, sono caratterizzate dai seguenti principali elementi:

- nel settore del trasporto passeggeri, viene attribuito un maggiore rilievo alle politiche per il contenimento del fabbisogno di mobilità e all'incremento della mobilità dolce e della mobilità collettiva e in particolare su rotaia;

²⁶ PRIT 2025 approvato con delibera dell'Assemblea Legislativa n. 59 del 23 dicembre 2021.

- nel settore del trasporto merci, viene favorito il passaggio a ferro ed efficientato il trasporto su gomma;
- promozione della diffusione dei biocarburanti in particolare il biometano e l'incremento di veicoli elettrici.

Nel 2021 la Regione con il Documento ricognitivo e programmatico²⁷ ha aggiornato il quadro delle misure per la diffusione della mobilità sostenibile per dare evidenza delle attività intraprese e i progetti in corso e futuri; ciò anche al fine di accelerare la spinta alla transizione ecologica, attraverso azioni per l'aumento dell'utilizzo del trasporto pubblico, il potenziamento dei servizi offerti anche a fronte dell'emergenza sanitaria, per l'attuazione dell'integrazione modale e tariffaria, l'efficientamento dell'intero sistema regionale dei trasporti e la digitalizzazione.

Nella tabella 2 di seguito vengono riportate più dettagliatamente le principali misure di mitigazione per settori di intervento del PRIT 2025 e le misure per la mobilità sostenibile individuate nel Documento ricognitivo e programmatico (**evidenziate in grassetto**).

²⁷ Documento ricognitivo e programmatico delle attività inerenti la mobilità sostenibile "Mobilità sostenibile - Programmazione 2022-2025 per la transizione ecologica". (Delibera della Giunta regionale n. 2079 del 6 dicembre 2021 come rettificata dalla delibera di Giunta n. 2116 del 13 dicembre 2021)

SETTORI D'INTERVENTO	MISURE DI MITIGAZIONE
Mobilità sostenibile, ciclabile, elettrica	Sostegno alla realizzazione dei PUMS
	Contributo al tavolo di lavoro nazionale per l'elaborazione dei PUMS (linee di indirizzo)
	Strategie a bassa emissione di carbonio (Low Carbon Emission) nel territorio regionale, in particolare per le aree urbane, incluso lo sviluppo della mobilità urbana multimodale sostenibile e di misure finalizzate all'attenuazione delle emissioni (favorire l'interscambio modale)
	Sviluppo ITS (Intelligent Transport System) e potenziamento dell'infomobilità
	Incentivazione del trasporto collettivo (taxi-bus, car sharing, car pooling, bike sharing, etc e promozione del mobility management per governare la domanda-offerta degli spostamenti)
	Realizzazione e riqualificazione delle piste ciclabili (+1.000 Km di nuove piste ciclabili)
	Ciclabilità urbana (bike-to-work) ed extraurbana
	Realizzazione di velostazioni con servizio di noleggio e riparazione
	Promozione dell'intermodalità ferroviaria migliorando la qualità dei servizi (ad es. incentivi bici in treno)
	Mobilità elettrica (2.500 punti di ricarica, car sharing, community charger)
	Sviluppo di una rete diffusa di punti di ricarica elettrica e distribuzione dei carburanti
Sostegno al rinnovo parco veicolare privato circolante	
Creazione, estensione e diffusione di aree 30km/h e strade scolastiche	
Trasporto ferroviario, autobus e mobilità urbana	Completamento del sistema tariffario integrato ferro-gomma (Mi Nuovo)
	Sviluppo dell'intermodalità ferro-gomma
	Sostegno alle misure di incentivazione del trasporto su ferro ed acqua di merci e persone
	Piano di riqualificazione delle stazioni ferroviarie e della relativa accessibilità,
	Completamento e potenziamento delle opere infrastrutturali su ferro e per la mobilità urbana
	Principali investimenti RFI sulla rete nazionale nel territorio regionale (potenziamento della rete)
	Elettificazione, potenziamento e messa in sicurezza linee regionali
	Potenziamento parco rotabile
	Miglioramento dell'attrattività trasporto pubblico (migliorare in modo qualitativo e razionalizzare l'offerta dei servizi)
	Rinnovo del parco veicolare pubblico (autobus, filobus, treni)
Rinnovo del parco automezzi TPL urbano ed extraurbano e integrazione tariffaria	
Sviluppo del TPL elettrico infrastrutture urbane	
Trasporto metropolitano e trasporto rapido di massa	Il Servizio Ferroviario Metropolitano bolognese
	Tram Bologna
Settore idroviario	Trasporto rapido costiero (mezzi elettrici)
	Riqualificazione del sistema idroviario padano-veneto
Logistica merci	Miglioramento della logistica delle imprese e armonizzazione delle regole per la gestione della logistica a livello urbano
	Potenziamento e razionalizzazione della Piattaforma Logistica regionale (sviluppo di servizi integrati)
	Miglioramento dell'accessibilità ai 9 nodi intermodali
	Trasporto merci (ferrobonus)
	Potenziamento del Porto di Ravenna
Pianificazione	Indicazioni in merito al rinnovo della flotta fluvio-marittima
	Pianificazione integrata

Tabella 2: Settori di intervento e misure di mitigazione a cambiamenti climatici del PRIT 2025.

In particolare, l'insieme delle misure punta al raggiungimento dei seguenti target al 2025 come segue.

OBIETTIVI E TARGET PRIT 2025	2025 RIFERITI ANNO 2013/14
Riduzione dei tratti in congestione della rete stradale regionale	-50%
Riduzione mortalità nelle strade	-50%
quota (share) modale passeggeri TPL (gomma e ferro) su base regionale	12-13%
incremento dei servizi minimi TPL gomma	10%
aumento servizi ferroviari	30%
aumento passeggeri TPL ferro	50%
aumento passeggeri TPL gomma	10%
migliorare la composizione del parco circolante TPL gomma: riduzione età media	-20%
quota (share) modale mobilità ciclabile degli spostamenti urbani	20%
PUMS: quota (share) modale mobilità privata, minore o uguale a:	50%
PUT: quota (share) modale mobilità privata, minore o uguale a:	60%
quota (share) modale trasporto merci ferroviario	13%
aumento di trasporto merci ferroviario	30%
Riduzione della crescita del tasso motorizzazione (auto) regionale	-10%
auto elettriche, % di immatricolazione	20%
auto ibride benzina, % di immatricolazione	15%
autobus elettrici, % di immatricolazione	35%
autoveicoli commerciali leggeri elettrici, % di immatricolazione	25%
autoveicoli commerciali pesanti elettrici, % di immatricolazione	10%
auto combustibili alternativi (metano), % di immatricolazione	20%
autobus metano (CNG, LNG) % di immatricolazione	25%
veicoli commerciali leggeri metano (CNG, LNG) % di immatricolazione	25%
veicoli commerciali pesanti metano (CNG, LNG) % di immatricolazione	15%
Sostituzione veicoli commerciali leggeri < euro 1 con veicoli a basso impatto ambientale (su previsione circolanti al 2025)	50%
Consumo energetico per trasporti – (ktep)	-20%
Emissioni CO₂ trasporti - (tonnellate)	-30%

Fonte PRIT Regione Emilia-Romagna

1.6.3 Agricoltura - Il Piano di Sviluppo Rurale PSR 2014-2022 e il Complemento di programmazione regionale per lo sviluppo rurale (CoPSR) 2023-2027

L'agricoltura in Emilia -Romagna è responsabile di circa il 8% del totale regionale delle emissioni di gas ad effetto serra corrispondenti a 3.129 ktCO₂eq nel 2019 (inclusi i contributi dati dagli assorbimenti). Tale peso si è ridotto negli anni passando dal 10,3 % del 1990 al 8% del 2019.

Il settore agricoltura contribuisce all'effetto serra con emissioni di metano (CH₄), legate principalmente all'attività di produzione zootecnica e di protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente dalle colture fertilizzate.

In termini di contributi delle singole voci del settore agricolo nella regione si osserva che nel 2015 la fermentazione enterica degli allevamenti contribuisce per il 38%, il 20% è dovuto alle coltivazioni senza

fertilizzanti (dove vengono considerate le concimazioni organiche), il 16% ai concimi minerali, il 15% alla gestione delle deiezioni ed il restante 2% alle risaie.

Nel 2019 si rileva che le emissioni complessive sono diminuite del 13% rispetto al 2014, grazie agli interventi messi in campo nel settore con il Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020²⁸, prorogato al 31/12/2022.

Nel PSR 2014-2020 l'obiettivo del cambiamento climatico in termini di mitigazione, riduzione dei gas serra (CO₂), è perseguito principalmente nell'ambito della Priorità ambientale P5 - Incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale, a loro volta articolate in diversi obiettivi specifici.

In particolare, l'obiettivo della mitigazione del cambiamento climatico è perseguito da numerosi tipi di operazione che agiscono in maniera integrata al fine di:

- **ridurre le emissioni di gas serra** che provengono dalle attività di coltivazione e di allevamento;
- favorire modalità gestione delle stesse attività che ne rafforzino la capacità di **“stoccare” il carbonio in forma organica, nel suolo e nella vegetazione**;
- produrre ed utilizzare **energia da fonti rinnovabili** quali le biomasse, energia solare, idroelettrica, eolica.

La Focus Area FA 5D, per la quale si stanziava circa il 35% delle risorse finanziarie della Priorità 5 (39% considerando top-up²⁹), soddisfa il fabbisogno di diffondere buone pratiche di gestione/investimenti per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra (GHG) ed ammoniaca (NH₃) nei processi produttivi agricoli, di coltivazione ed allevamento, emissioni che risultano in riduzione negli ultimi anni (quale effetto del minor uso dei fertilizzanti minerali/di sintesi azotati e per la riduzione nel numero dei capi allevati), ma rispetto alle quali si individuano ulteriori margini di contrazione anche alla luce dei nuovi obiettivi definiti a livello comunitario e nazionale. Questo obiettivo è stato perseguito direttamente attraverso due operazioni specifiche:

- Tipo di operazione TO 4.1.04 investimenti non produttivi per la riduzione delle emissioni (misura d'investimento);
- Tipo di operazione TO 10.1.02 gestione effluenti (misura a superficie). A queste operazioni si aggiungono altre misure collegate (4.1.01- Investimenti in aziende agricole in approccio individuale e di sistema, e altre operazioni delle misure 10 – Agricoltura integrata e 11 - Agricoltura biologica) che indirettamente contribuiscono all'obiettivo, insieme alle cosiddette misure “trasversali” sul sistema della conoscenza.

Il Settore Programmazione, Sviluppo del Territorio e Sostenibilità delle produzioni della Regione Emilia-Romagna ha calcolato le riduzioni emissive di gas a effetto serra prodotte dall'agricoltura al 31/12/2020. Come riportato nella tabella 3 riepilogativa che segue, in particolare, i valori di riduzione delle emissioni di gas serra derivanti da azioni avviate con il PSR 2014-2022 evidenziano che il maggior contributo alla riduzione delle emissioni pari a 16.652 tonnellate CO₂eq è dovuto alle pratiche di agricoltura biologica e di agricoltura integrata. Importante risulta anche il contributo della gestione sostenibile della praticoltura e del ritiro dei seminativi.

²⁸ Adottato con delibera di Giunta regionale n. 1353 del 30 agosto 2021.

²⁹ Con Top up si indicano risorse regionali aggiuntive messe a disposizione al fine di incrementare, in alcuni casi, le risorse già previste dal PSR per soddisfare fabbisogni emergenti.

TO considerati nella stima	Indicatori	UM	Valore quantificato al 31/12/2020
4.1.04	R16/T17 % di UBA interessate da investimenti nella gestione dell'allevamento miranti a ridurre le emissioni gas ad effetto serra e/o ammoniacca	%	4,04
4.1.04	R18.1 Riduzione delle emissioni di GHG dagli allevamenti dovuta agli interventi del PSR	t CO ₂ eq	1.863
		%	5,7
10.1.1, 10.1.2, 10.1.4	R17/T18 % di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione miranti a ridurre le emissioni gas ad effetto serra e/o ammoniacca		11,20
10.1.1, 10.1.2, 10.1.4, 10.1.07, 10.1.09, 10.1.10, 11.1.01, 11.2.01	R18.2 Riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra dai terreni agricoli dovuta agli interventi del PSR (% e in t CO ₂ eq)	t CO ₂ eq	16.652
		%	17,1

Tabella 3: Riepilogo delle stime delle riduzioni emissive di gas serra in agricoltura

Fonte dati: Rapporto annuale di valutazione PSR - 2020.

A proseguimento delle misure previste dal PSR si inserisce la nuova Politica Agricola Comune (PAC) per il periodo 2023-2027, frutto del processo di riforma iniziato nel 2018 e conclusosi formalmente nel 2021³⁰.

La Politica Agricola Comune per l'Emilia-Romagna 2023-2027 attuerà interventi che puntano ad integrare il tema della sostenibilità in tutti i processi produttivi, non solo sostenendo metodi di produzione a ridotto uso di input chimici, azioni mirate a tutela della biodiversità e degli ecosistemi agricoli e forestali, ma favorendo investimenti per la corretta gestione delle risorse idriche, per l'adeguamento dei sistemi di allevamenti al fine di migliorarne la sostenibilità, garantire il benessere degli animali e la biosicurezza. Gli obiettivi definiti dai documenti strategici regionali nell'ambito del tema ambiente e clima, ed afferenti al settore agricolo, prevedono i seguenti target:

- raggiungere il 25% della superficie agricola utilizzata (SAU) investita da coltivazioni biologiche;
- raggiungere la quota del 45% della superficie agricola utilizzata coltivata con pratiche a basso input;
- ridurre del 20% i fertilizzanti distribuiti in agricoltura non biologica rispetto ai livelli osservati nel 2019;
- ridurre del 19% le emissioni di ammoniacca rispetto ai livelli osservati nel 2013.

Il Complemento di Programmazione per lo sviluppo rurale dell'Emilia-Romagna (CoPSR) è il documento con il quale la Regione individua le principali strategie e azioni per il sistema agricolo, agroindustriale e del territorio rurale per il periodo di programmazione 2023-2027³¹. Il CoPSR 2023-2027 dell'Emilia-Romagna promuove diversi interventi che possono contribuire direttamente o indirettamente alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla mitigazione dei cambiamenti climatici.

Nella tabella 4 seguente si riporta il numero di progetti finanziati dalla nuova programmazione PSR 2023-2027:

³⁰ Dando seguito alla propria Comunicazione "Il futuro dell'alimentazione e dell'agricoltura", pubblicata il 29 novembre 2017, a metà 2018 la Commissione europea ha presentato le proposte legislative per la riforma della Politica Agricola Comune per il periodo 2021-2027. Grande rilevanza riveste il nuovo modello di attuazione della PAC, che prevede l'elaborazione, da parte di ciascuno Stato membro, di un piano strategico nazionale le cui azioni dovranno concorrere al raggiungimento di 9 obiettivi specifici e di un obiettivo trasversale, attraverso la programmazione e l'attuazione degli interventi previsti in entrambi i pilastri della PAC, finanziati dal Fondo europeo agricolo di orientamento e di garanzia (FEAGA) e dal Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR). Con particolare riguardo a tale aspetto, in ambito nazionale, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, in collaborazione con le Regioni e Province autonome, ha definito il Piano Strategico Nazionale della PAC (PSP), presentato alla Commissione europea il 31 dicembre 2021, poi approvato con Decisione di esecuzione della Commissione del 2 dicembre 2022 ed entrato in vigore il 1° gennaio 2023.

³¹ La Regione Emilia-Romagna ha approvato il proprio Complemento di programmazione regionale per lo sviluppo rurale (CoPSR) 2023-2027 con delibera assembleare n. 99 del 28 settembre 2022; sarà poi aggiornato a seguito dell'approvazione del PSP.

Interventi finanziati dal PSR 2023-2027	Azione PSR 2023-2027	Target (N°/% UBA interessate oppure n° aziende oppure , ettari n° operazioni)*
SRD01: Investimenti produttivi per la competitività delle aziende agricole	Azione 1): investimenti produttivi per la competitività delle aziende agricole (quota 3.000.000)	n° operazioni: 28
SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione a2) investimenti finalizzati alla riduzione di ammoniaca in atmosfera (euro 13.000.000)	n° operazioni: 143
SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione a1) investimenti per la mitigazione dei cambiamenti climatici -BIOCHAR (euro 2.000.000)	n° operazioni: 13
SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione d) investimenti per il benessere animale (euro 14.000.000)	n° operazioni: 35
SRA13 ACA13: impegni specifici per la riduzione delle emissioni di ammoniaca di origine zootecnica e agricola	13.1: adozione di tecniche di distribuzione degli effluenti di allevamento non palabili e/o del digestato agrozootecnico e agroindustriale (tal quale e separato liquido), così come definiti all'art. 22, comma 1 e comma 3 del DM 5046/2016. (euro 1.800.000)	Ettari (ha) 3.600
QUOTA SRA30 Benessere animale	Azione A Impegno 1.1: piani alimentari in relazione alle età e alla fase produttiva (quota euro 700.000) Impegno 2.4 Utilizzo/miglioramento della gestione della lettiera	UBA 8.000

Tabella 4: Progetti finanziati dalla nuova programmazione PSR 2023-2027.

Nota: nell'ambito di interventi in cui è stata imputata una sola quota delle risorse previste, il n° operazioni stimate è soggetto a variazione nella fase di attuazione dell'intervento

Allo stato attuale non è stata ancora stimata la riduzione attesa delle emissioni di gas serra derivante da azioni della nuova programmazione regionale per lo sviluppo rurale 2023-2027.

1.6.4 Rifiuti - Il Piano Regionale di gestione Rifiuti e Bonifica delle aree inquinate 2022-2027

Nel complesso l'impatto del settore trattamento dei rifiuti, rispetto all'insieme delle emissioni regionali è pari allo 0,1% per le PM10, all'1% per gli NOx, al 3% per la CO₂ e al 30% per quanto riguarda il metano (principalmente per via dell'attività delle discariche).

Il nuovo Piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica siti contaminati 2022-2027 (PRRB) si pone tra gli altri anche l'obiettivo di combinare simultaneamente decarbonizzazione del sistema e preservazione delle risorse.

Infatti, le risorse limitate e i cambiamenti climatici rendono necessario il passaggio da una società del tipo "produzione-consumo-scarto" a un'economia circolare a zero emissioni di carbonio, sostenibile dal punto di vista ambientale e completamente circolare entro il 2050. Per andare verso una economia sempre più circolare è necessario lavorare ad un sistema in cui tutte le attività, a partire dalla produzione, e ancora prima dalla progettazione, siano organizzate in modo che lo scarto diventi risorsa, come ribadito anche dal Nuovo Piano d'Azione per l'Economia Circolare approvato dal Parlamento Europeo il 9 febbraio 2021.



Fonte: Parlamento europeo

Fig. 3 Modello di produzione e consumo secondo i principi dell'economia circolare

Il PRRB concorre al conseguimento degli obiettivi dell'Agenda ONU 2030, con particolare riferimento ai Goals 12 sui consumi sostenibili e Goal 2 per lo spreco alimentare e declina le politiche relative alla gestione dei rifiuti e alla bonifica delle aree inquinate assumendo i seguenti principi:

- il principio della prevenzione nella produzione dei rifiuti assumendo il tema del ciclo di vita dei prodotti, a partire dalla progettazione fino al consumo, prima che questi diventino rifiuti;
- il principio del risparmio di nuove risorse attraverso la re-immissione dei rifiuti, una volta recuperati, nel ciclo produttivo;
- il principio della riduzione del consumo del suolo attraverso la promozione del riuso delle aree da bonificare;
- il principio della sostenibilità nella selezione delle azioni da attuare inteso come misurabilità delle stesse in termini ambientali, economici e sociali;
- il principio della equa distribuzione territoriale dei carichi ambientali tenendo conto anche dell'impiantistica esistente e della criticità delle altre matrici ambientali.

Il PRRB, in coerenza con le disposizioni normative comunitarie e nazionali, persegue gli obiettivi strategici riportati in tabella 5.

AMBITI DI INTERVENTO	OBIETTIVI STRATEGICI
Rifiuti urbani	riduzione del 5% della produzione di rifiuti urbani per unità di PIL come definito nel Programma nazionale di prevenzione (Decreto direttoriale del MATTM del 7/10/2013);
	raggiungimento dell'80% di raccolta differenziata dei rifiuti urbani non pericolosi al 2025 e mantenimento di tale valore fino al 2027 (Patto per il Lavoro e per il Clima);
	raggiungimento dei seguenti obiettivi specifici di raccolta differenziata dei rifiuti urbani non pericolosi al 2025 e mantenimento di tale valore fino al 2027 per le aree omogenee (Pianura: 84%; Capoluoghi-Costa: 79%; Montagna: 67%)
	estensione a tutto il territorio regionale e implementazione della raccolta differenziata dei rifiuti tessili dal 2022 (art. 205 c. 6-quater D.Lgs. 152/2006);
	raggiungimento del 100% dei Comuni che hanno attivato la raccolta differenziata dei rifiuti organici ovvero attività di compostaggio nel luogo di produzione degli stessi (art. 182-ter, c. 2, del D.Lgs 152/06 già a far data dal 31/12/2021);
	attivazione della raccolta differenziata dei rifiuti urbani pericolosi dal 2025 (art. 20 Direttiva 851);
	mantenimento del tasso di raccolta differenziata dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) (art. 14 D.Lgs. 49/2014 come modificato dal D.Lgs. 118/2020);
	mantenimento del tasso di raccolta differenziata di pile ed accumulatori (art. 8 D.Lgs. 188 del 2008 come modificato dal D.Lgs. 118/2020); - raggiungimento del 100% dei Comuni che hanno attivato la tariffazione puntuale (L.R. 16/2015, art. 5);
	preparazione per il riutilizzo e riciclaggio pari al 66% in termini di peso rispetto al quantitativo totale dei rifiuti urbani al 2027; - raggiungimento al 2027 di 120 kg/ab anno di rifiuto urbano pro-capite non inviato a

AMBITI DI INTERVENTO	OBIETTIVI STRATEGICI
	riciclaggio (riparametrazione al 2027 dell'obiettivo di 110 kg/ab di rifiuto urbano pro capite non riciclato al 2030 del Patto per il Lavoro e il Clima);
	divieto di avvio a smaltimento in discarica dei rifiuti urbani indifferenziati;
	entro il 2030, tutti i rifiuti idonei al riciclo o al recupero di altro tipo, in particolare i rifiuti urbani, non devono essere ammessi in discarica, ad eccezione dei rifiuti per i quali il collocamento in discarica produca il miglior risultato ambientale;
	autosufficienza per lo smaltimento nell'ambito regionale dei rifiuti urbani non pericolosi e dei rifiuti derivanti dal loro trattamento, mediante l'utilizzo ottimale degli impianti esistenti (art. 182 c. 3 e art. 199 c. 3 lett. g) D.Lgs. 152/2006);
	equa distribuzione territoriale dei carichi ambientali derivanti dalla gestione dei rifiuti (art. 178 D.Lgs. 152/2006);
	prevenzione della dispersione di rifiuti (art. 199 c. r-ter D.Lgs. 152/2006)
	previsione della installazione di impianti fotovoltaici quale buona pratica per la chiusura delle discariche in fase di gestione post.
Rifiuti speciali	riduzione del 5% della produzione dei rifiuti speciali non pericolosi e del 10% dei rifiuti speciali pericolosi per unità di PIL come definito nel Programma nazionale di prevenzione (Decreto direttoriale del MATTM del 7/10/2013);
	riduzione della pericolosità dei rifiuti speciali (art. 180 c.2 lett. i) D.Lgs. 152/2006); - riduzione del 10% della produzione di RS da inviare a smaltimento in discarica rispetto ai valori del 2018;
	sviluppo delle filiere del recupero (green economy);
	sviluppo delle filiere di utilizzo dei sottoprodotti in coerenza con Elenco regionale; - autosufficienza per lo smaltimento nell'ambito regionale dei rifiuti speciali non pericolosi.

Tabella 5: Obiettivi PRRB Emilia Romagna

Inoltre, il Piano persegue i seguenti obiettivi: riduzione del 38% in termini di peso dei rifiuti alimentari al 2027 (riparametrazione al 2027 dell'obiettivo dettato dall'art. 180, comma 2, lett. g) del D.lgs. n. 152/2006, che prevede la riduzione del 50% di tale tipologia di rifiuti entro il 2030) e il riciclaggio di almeno il 65% in peso dei rifiuti di imballaggio entro il 31/12/2025 (Allegato E alla parte IV D.Lgs. 152/2006, richiamato dall'art. 220 del D.Lgs. 152/2006).

Con riferimento agli obiettivi di riduzione delle emissioni climalteranti, il settore dei rifiuti, seppur poco impattante, può comunque apportare un contributo positivo attraverso il recupero di energia elettrica e termica derivante dall'impiantistica di trattamento finale delle frazioni non recuperabili. In particolare, la rete dei termovalorizzatori è stata in grado di produrre, nel 2019, 684.730 MWh di energia elettrica e 288.694 MWh di energia termica. I sistemi di recupero del biogas prodotto in discarica, invece, hanno consentito di recuperare, nel 2019, oltre 35.000.000 Nm³ di biogas, che hanno portato alla produzione di 50.082 MWh di energia elettrica.

1.6.5 Aria - Il Piano Qualità Aria (PAIR) 2030

Il PAIR 2030 interviene su tutti i principali settori emissivi con l'obiettivo di rientrare, nel più breve tempo possibile, nei valori limite per gli inquinanti di qualità dell'aria indicati dalla normativa europea e nazionale di riferimento. Prevede 64 misure suddivise in 8 ambiti di intervento, di cui 5 settoriali (ambito urbano, trasporti, energia e biomasse, attività produttive, agricoltura) e 3 trasversali (GPP, strumenti di gestione, comunicazione).

Le misure per i 5 settori emissivi concorrono in un'ottica *win-win* a ridurre contemporaneamente le emissioni degli inquinanti atmosferici e le emissioni di gas climalteranti.

Questo obiettivo viene perseguito fondamentalmente attraverso politiche di:

- riduzione dei flussi veicolari e limitazione dei veicoli più inquinanti, inducendo quindi il ricambio del parco mezzi regionale;
- risparmio energetico;

- ammodernamento tecnologico ed ecosostenibile per le imprese, incluse quelle agricole e zootecniche, e per il riscaldamento domestico;
- promozione della forestazione urbana e periurbana;
- limitazioni alla pratica degli abbruciamenti dei residui vegetali, in un'ottica di economia circolare;
- limitazione delle pratiche agricole più emmissive.

Unico punto di attenzione risulta essere quello relativo alla combustione di biomasse per il riscaldamento domestico e per la produzione di energia, misura favorevole alla riduzione dei gas serra, perché alternativa all'utilizzo di combustibili fossili, ma sfavorevole per la qualità dell'aria a causa dell'elevata emissione di particolato primario e composti organici volatili, soprattutto da parte dei generatori e impianti domestici non di ultima generazione.

Per raggiungere sia gli obiettivi di qualità dell'aria sia di neutralità carbonica è quindi stata prevista, negli anni a venire, la sola incentivazione di sistemi di riscaldamento domestico ad alta efficienza e non alimentati a combustibili, in sostituzione di sistemi a biomassa a minor efficienza (< 5 stelle) e l'utilizzo di biomasse solide per la produzione di energia elettrica ed il teleriscaldamento solo in zona Appennino.

Il Rapporto ambientale del PAIR 2030, tenuto conto dei livelli di attività assunti per i relativi scenari emissivi, stima riduzioni di GHG attese a seguito dell'adozione delle misure previste dal Piano aria pari a 6871 kt di CO₂eq (-17% rispetto alle emissioni del 2019). A questa riduzione si sommano ulteriori riduzioni di 6467 kt di CO₂eq previste nello scenario tendenziale "business ad usual/politiche correnti" (scenario CLE) al 2030, connesso cioè all'applicazione dell'apparato di leggi vigente e all'evoluzione tecnologica conseguente al recepimento di vincoli normativi previsti per gli anni futuri. La somma del contributo dello scenario CLE e di quello del solo PAIR 2030 si stima porti ad una riduzione complessiva del 32% delle emissioni di GHG rispetto allo scenario base al 2019.

1.6.6 Il Programma Regionale del Fondo europeo di sviluppo regionale - PR FESR 2021-2027

Il Programma regionale (PR) dell'Emilia-Romagna definisce la strategia e gli interventi di utilizzo delle risorse assegnate alla Regione dal [Fondo europeo di sviluppo regionale](#) (FESR), nel quadro della [Politica di coesione](#). Attraverso il Fesr, si lavora per rafforzare la coesione economica, sociale e territoriale dell'Unione europea e ridurre il divario di sviluppo tra le sue regioni, con [5 obiettivi strategici per il 2021-2027](#): un'Europa più intelligente, più verde, più connessa, più sociale, più vicina ai cittadini.

Il Programma regionale 2021-2027 è stato definito in stretta coerenza con le principali strategie europee e nazionali che individuano nella transizione ecologica e digitale i due pilastri dello sviluppo economico e sociale dei territori, rafforzando la coesione. Segue, inoltre, una visione strategica e unitaria della programmazione dei fondi europei, nazionali e regionali, che ha assunto come priorità il Green Deal e l'Agenda 2030.

In tema di decarbonizzazione le priorità 1, 2, e 3 individuano azioni che possono dare un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici. In particolare, gli obiettivi del Programma:

- per la *Priorità 1 (Ricerca, Innovazione, competitività e digitalizzazione)* delineano una trasformazione digitale e una transizione ecologica che salvaguardino il capitale produttivo, ma anche quello naturale, con particolare attenzione al tema dei cambiamenti climatici e qualità dell'aria, in coerenza con l'Agenda 2030 e le politiche europee, e declinate dai piani/strategie regionali, nonché dal Patto per il lavoro e il Clima,
- per la *Priorità 2 (Sostenibilità, decarbonizzazione, biodiversità e resilienza)*, in piena sinergia con gli strumenti pianificatori e di indirizzo, ambiscono ad una completa sostenibilità energetica, promuovono un'economia sempre più circolare, tutelano le risorse naturali e il

territorio ed investendo sulle infrastrutture verdi e blu, incrementando la sicurezza e la resilienza del territorio e delle aree urbane,

- per la *Priorità 3 (Mobilità sostenibile e qualità dell'aria)* è, invece, incentrata sulla mobilità sostenibile, proponendo azioni quali la promozione dell'uso della mobilità dolce e ciclopedonale (anche attraverso la realizzazione di piste ciclabili attrezzate e interconnesse), la diffusione di sistemi per la mobilità intelligente e l'installazione di punti di ricarica elettrica. Le azioni di questa priorità rafforzano le misure già previste nel Piano di qualità dell'aria (PAIR) e nel complesso gli obiettivi del Piano Regionale integrato dei trasporti (PRIT) tra cui in particolare: la realizzazione di 1000 km di nuove piste ciclabili e l'installazione di 2.500 punti di ricarica entro il 2025.

Allo scopo di fornire una prima valutazione quantitativa, in tabella 6 si riportano gli indicatori di output e di risultato, declinati nei rispettivi obiettivi specifici e azioni del PR FESR 2021-2027, che hanno un impatto diretto sulla riduzione delle emissioni di gas serra.

Priorità	Obiettivo specifico	Azione	Codice	Descrizione indicatore	Unità di misura	Target finale 31/12/2029	
						Output	Risultato
2	2.i	2.1.1	RCO19	Edifici pubblici con prestazioni energetiche migliorate	Metri quadri	190.000	
2	2.ii	2.2.2	RCO22	Capacità supplementare di produzione di energie rinnovabili (MW)	MW	79	
3	2.viii	2.8.3	RCO59	Infrastrutture per combustibili alternativi (punti di rifornimento/ricarica)	Punti di ricarica/rifornimento	400	
2	2.i	2.1.1 2.1.2	RCR26	Consumo annuo di energia primaria (abitazioni, edifici pubblici, imprese altro)	MWh/a		406.000
2	2.i	2.1.1 2.1.2	RCR29	Emissioni stimate di gas a effetto serra	Tonnellate di CO ₂ equivalenti/anno		82.153
2	2.ii	2.2.1 2.2.2	RCR29	Emissioni stimate di gas a effetto serra	Tonnellate di CO ₂ equivalenti/anno		89.573
2	2.ii	2.2.1 2.2.2	RCR31	Totale energia rinnovabile prodotta (elettrica, termica)	MWh/a		95.000

Tabella 6: Indicatori di output e di risultato, declinati nei rispettivi obiettivi specifici e azioni del PR FESR 2021-2027.

Conclusioni

Alla luce dell'analisi condotta sul contributo dei piani e programmi vigenti in Emilia-Romagna alla riduzione delle emissioni di CO₂eq entro il periodo 2025/2030, emergono considerazioni cruciali che delineano il percorso e le prospettive regionali verso la neutralità carbonica. I settori chiave, come energia, trasporti, agricoltura, rifiuti e aria, hanno ricevuto particolare attenzione, evidenziando un chiaro riconoscimento dell'urgenza di agire. Nonostante infatti l'impegno dimostrato, emerge una certa discrepanza tra le misure attualmente in campo e l'entità delle emissioni da ridurre per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione.

Sebbene le politiche implementate in questi ambiti dimostrino un'integrazione efficace tra le diverse pianificazioni settoriali e la nuova programmazione europea, contribuendo in maniera sinergica alla riduzione delle emissioni di gas serra, appare evidente la necessità di accelerare, rafforzare e ampliare le politiche esistenti per garantire una transizione efficace verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

I risultati offrono solo un punto di partenza per ulteriori azioni mirate e forniscono una solida base per orientare future misure regionali, soprattutto a seguito dell'implementazione di un sistema di monitoraggio continuo e sistemico che consentirà di avere una maggiore consapevolezza del contributo effettivo delle azioni verso gli obiettivi di riduzione, al fine di consentire per gli anni a venire una programmazione più adeguata sotto il profilo economico e di risultato.

1.7 Il processo di definizione del Percorso per la neutralità carbonica

Sappiamo bene come nulla più della lotta ai cambiamenti climatici richiede un approccio trasversale, sistemico ed integrato di tutte le politiche e quindi di tutte le competenze e le capacità presenti in un'amministrazione e più in generale in un territorio.

Come previsto dal progetto approvato dalla Giunta con delibera n. 581/2022, sotto il coordinamento del Gabinetto di Presidenza è stata istituita una struttura tecnica di supporto formata da tecnici di ARPAE, Osservatorio Clima ed Osservatorio Energia, e da tecnici di ART-ER che hanno affiancato la struttura di coordinamento del Gabinetto in tutte le fasi di progetto.

È stato inoltre istituito un gruppo di lavoro interdirezionale formato da tecnici nominati dalle diverse Direzioni Generali di **Agricoltura, caccia e pesca, Economia della conoscenza, del lavoro e dell'impresa, Cura del territorio e dell'ambiente, Cura della persona, salute e welfare, Risorse, Europa, Istituzioni, Innovazione** che, ciascuno per i propri settori di competenza, ha contribuito alla raccolta dati ed elaborazioni delle policy per gli scenari a politiche correnti e di decarbonizzazione.

I componenti del Gruppo di Lavoro Interdirezionale sono stati incontrati più volte sia in modo collegiale che individuale per approfondire le diverse tematiche.

Il confronto ed il coinvolgimento dei tecnici e i direttori delle diverse componenti settoriali sono stati fondamentali per poter affinare le stime, le analisi e le previsioni fatte, nonché per contribuire a far crescere la 'cultura della decarbonizzazione' in tutti i settori di competenza regionale sia laddove vi è un effetto diretto, sia dove l'effetto è più nascosto o difficile da individuare.

Ogni settore deve contribuire con i propri mezzi e le proprie policy ma solamente l'impegno costante di tutti può rappresentare una garanzia di successo.

Fondamentale per questo sarà il monitoraggio sistemico e continuo che questo documento strategico dovrà realizzare, per misurare certo i risultati raggiunti ma, soprattutto, per riorientare le policy e le scelte, periodicamente, ogni cinque anni, per non perdere la 'bussola' e puntare sempre all'obiettivo di neutralità.

La struttura di coordinamento si è poi periodicamente confrontata con il **Comitato di Esperti**, anch'esso previsto già in fase progettuale e formalmente istituito con Delibera di Giunta n.227/2023 nel dicembre 2023. Il Comitato, la cui funzione è stata quella di fornire indirizzi metodologici, include personalità di elevata competenza per le materie ambientali, economiche, energetiche, di ricerca ed innovazione nonché sociali attinenti al tema della lotta ai cambiamenti climatici e provenienti del comparto universitario, della ricerca e delle istituzioni pubbliche a livello internazionale, nazionale e regionale. L'attività e il supporto sono rese a titolo gratuito e senza alcun onere da parte dell'amministrazione regionale.

Gli esperti che hanno contribuito sono:

- Dott. Fabio Affinito – in qualità di esperto in materia di Big data ed Intelligenza artificiale applicata ai cambiamenti climatici;

- la Dott.ssa Virginia Bagnoli – in qualità di esperta di progetti internazionali avente ad oggetto la neutralità carbonica;
- il Prof. Ennio Cascetta - in qualità di esperto di mobilità e trasporti sostenibili;
- il Prof. Marco Frey – in qualità di esperto in economia ambientale ed economia circolare;
- il Prof. Massimiliano Mazzanti – in qualità di esperto in ricerca ed innovazione per i cambiamenti climatici;
- Il Dott. Michele Muccini, in qualità di esperto di ecosistemi dell'innovazione sulla transizione ecologica;
- La Dott.ssa Maria Siclari, in qualità di esperta di dati e scenari climatici;
- Il Dott. Gianni Silvestrini – in qualità di esperto in energia rinnovabile;
- Il Prof. Andrea Tilche -in qualità di esperto in politiche europee ed internazionali sui cambiamenti climatici
- Il Prof. Giorgio Vacchiano - in qualità di esperto in politiche forestali e sistemi di assorbimento di carbonio;
- La Dott.ssa Laura Valli – in qualità di esperta di produzioni animali e agricoltura sostenibile;

Parallelamente alla necessità di un approccio sistemico all'interno delle amministrazioni, allo stesso modo sappiamo che per raggiungere l'obiettivo della neutralità carbonica è necessario l'impegno di tutti: dei cittadini, delle forze economiche ed imprenditoriali, delle istituzioni locali, della ricerca e delle università.

È necessario che ciascuno faccia la propria parte e, per questo, è fondamentale non solo condividere l'obiettivo ultimo, come è già stato fatto nella redazione del Patto per il lavoro e il Clima, ma occorre anche dividerne il percorso, i risultati intermedi che si vogliono raggiungere e gli strumenti per attuarlo e monitorarlo.

Ecco, quindi, che come da progetto, al confronto e co-progettazione interna all'amministrazione, è seguito il **confronto con i firmatari del Patto per il Lavoro e il Clima** da cui questo documento discende per una loro completa condivisione.

Considerata inoltre l'importanza strategica e di visione di lungo periodo del documento, si valuta come necessaria anche l'approvazione del documento in Assemblea legislativa, per la condivisione e compartecipazione di tutte le forze politiche, nella consapevolezza che la lotta ai cambiamenti climatici rappresenta una necessità collettiva e ancora una volta trasversale ad ogni appartenenza.

SEZIONE 2 - BASELINE E SCENARIO EMISSIVO A POLITICHE CORRENTI

In questa sezione viene presentato il quadro emissivo base di riferimento e lo scenario emissivo a politiche correnti.

I gas climalteranti (GHG) considerati nella costruzione degli scenari emissivi sono i tre principali, ovvero: il biossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O). Gli altri principali gas climalteranti sono gli idrofluorocarburi (HFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafluoro di zolfo (SF₆), i quali, in relazione al loro ruolo attualmente piuttosto esiguo, non sono stati considerati nel presente elaborato ma potranno, eventualmente, essere adeguatamente considerati nei futuri aggiornamenti della presente strategia.

Nello specifico, nel presente documento si considera il 2019 come anno di riferimento per valutare il quadro delle emissioni serra regionali. Questa scelta si basa sul fatto che la normativa internazionale ed europea, come già detto, storicamente, ha considerato il 1990 come anno base per la riduzione delle emissioni dei tre principali gas climalteranti: il biossido di carbonio (CO₂), il metano (CH₄) e il protossido di azoto (N₂O). Pertanto, come meglio descritto nei capitoli che seguono, **siccome i valori emissivi regionali riferiti all'anno 2019 sono paragonabili ai valori del 1990, è stato scelto di utilizzare il 2019 come anno base di riferimento.**

Va sottolineato, inoltre, che le emissioni considerate sono le emissioni dirette, ovvero quelle registrate nell'Inventario regionale delle emissioni dei gas serra, e non le emissioni indirette, come richiesto nel caso di elaborazione di un Bilancio emissivo. Quest'ultimo, infatti, è uno strumento che consente di stimare la responsabilità emissiva di un territorio e ha come obiettivo la valutazione delle emissioni indirette di gas a effetto serra derivanti anche, ad esempio dall'energia importata (o acquistata), come l'elettricità o altre forme di energia generate fuori dal confine territoriale, ma consumati sul territorio stesso.

Le emissioni serra computate nel presente documento corrispondono invece alle emissioni dovute alla produzione e al consumo di energia locali. Attualmente, del resto, per la Regione Emilia-Romagna non è disponibile il Bilancio emissivo, in quanto anche gli obiettivi di riduzione delle emissioni serra dell'Unione Europea si riferiscono alle emissioni prodotte dalle attività antropiche presenti sul territorio di riferimento.

2.1 Il Quadro emissivo regionale base

L'inventario regionale delle emissioni dei gas serra è compilato secondo la metodologia IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), "Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories", aggiornata all'anno 2019. La metodologia IPCC prevede una stima delle emissioni e della rimozione di gas climalteranti secondo 5 settori principali, in cui sono raggruppate sia le fonti emissive che i processi di stoccaggio di carbonio.

L'inventario delle emissioni regionali ha come obiettivo quello di fornire informazioni quantitative sulle emissioni dovute alle diverse attività antropiche svolte sul territorio di competenza individuando sorgenti emissive puntuali (aziende produttive, centrali di produzione di energia, ...) e diffuse. La stima delle emissioni diffuse si ottiene combinando dati statistici relativi al consumo di combustibili diretti, o altri indicatori caratteristici delle diverse attività antropiche e naturali svolte sul territorio, con appropriati fattori di emissione. Diversamente le emissioni delle sorgenti puntuali derivano da dichiarazioni o controlli dell'impianto. Per approfondimenti di dettaglio sulla metodologia seguita per la costruzione dell'inventario regionale dell'Emilia-Romagna, degli indicatori di attività e dei fattori di emissione di riferimento si rimanda alla pubblicazione sul sito di ARPAE (<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-emissioni-gas-serra>).

Nella tabella 7 si riporta, per ciascun settore IPCC, la descrizione delle attività valutate in correlazione con i macrosettori SNAP (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution), previsti dalla metodologia EMEP-CORINAIR, che costituisce il riferimento per la valutazione delle emissioni in atmosfera delle sostanze inquinanti.

Nello specifico di seguito vengono descritte le attività incluse nei Settori IPCC a cui ricondurre le emissioni di gas climalteranti:

- le emissioni relative al settore **Energy** sono dovute alle attività di combustione dei diversi combustibili, sia di origine fossile che rinnovabile (per queste ultime, come le bioenergie, solitamente si tratta del solo contributo in termini di emissioni di CH₄). Le emissioni di gas serra, in questo caso, sono linearmente correlate ai consumi di combustibile per ciascuna attività e per ciascun vettore energetico;
- il settore **IPPU** (Processi industriali e utilizzo dei prodotti) copre le emissioni di gas serra derivanti da processi industriali, dall'uso di gas serra nei prodotti e dagli usi non energetici dei combustibili fossili. Le principali fonti di emissione sono rilasci provenienti da processi industriali che trasformano chimicamente o fisicamente i materiali (alcuni li esempi includono gli altiforni nell'industria siderurgica, produzione di ammoniaca e altri prodotti chimici ricavati da combustibili fossili utilizzati come materia prima chimica, l'industria del cemento, la produzione di alluminio);
- il settore **AFOLU** (Agricoltura, Foreste e altri Usi del Suolo) stima le emissioni delle attività agro zootecniche che contribuiscono all'effetto serra con emissioni di metano (CH₄), legate principalmente all'attività di produzione zootecnica, e di protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente dalle colture fertilizzate e gli assorbimenti netti di carbonio dovuti ai diversi usi del suolo;
- il settore **WASTE** stima le emissioni dovute al trattamento dei rifiuti negli impianti di termovalorizzazione o a seguito del conferimento in discarica.





SETTORI IPCC	ATTIVITÀ	MACROSETTORI CORINAIR
ENERGIA (ENERGY)	esplorazione e sfruttamento di fonti energetiche primarie	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili
	conversione delle fonti energetiche primarie in forme energetiche più utilizzabili nelle raffinerie e nelle centrali elettriche	 MS2 - Combustione non industriale
	trasmissione e distribuzione di carburanti	 MS3 - Combustione industriale MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili
	utilizzo di combustibili nelle attività produttive, nei trasporti ed in sistemi destinati al riscaldamento	 MS7 - Trasporto su strada MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	processi industriali, dall'uso di gas serra nei prodotti all'uso non energetici del carbonio da combustibili fossili	 MS4 - Processi produttivi  MS6 - Uso di solventi
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	coltivazioni agricole	MS10 - Agricoltura MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti
	zone umide gestite e terreni allagati zootecnici (fermentazione enterica) e sistemi di gestione del letame	
	C stock associato ai prodotti legnosi raccolti	
RIFIUTI (WASTE)		MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti
ALTRO	emissioni indirette da depositi di azoto da fonti non agricole	

Tabella 7: Settori IPCC-Macrosettori Corinair

I gas climalteranti, responsabili dell'aumento dell'effetto serra naturale, stimati nell'ambito dell'inventario (CO₂, CH₄ e N₂O) non hanno lo stesso comportamento nei confronti del riscaldamento della terra; il potenziale di riscaldamento, infatti, viene espresso in termini di CO₂ equivalente. Ciascuno di questi gas concorre alla CO₂eq in base al proprio specifico "potere climalterante" (GWP - Global Warming Potential), che sostanzialmente corrisponde alla "capacità serra" di quel composto in relazione al potere climalterante della CO₂, convenzionalmente posto uguale a 1, lungo un intervallo temporale che normalmente è di 100 anni (tabella 8).

GAS CLIMALTERANTI	II REPORT (SAR)	IV REPORT (AR4)	V REPORT (AR5)
CO ₂	1	1	1
CH ₄	21	25	28
N ₂ O	310	298	265

Tabella 8: Valori GWP in un intervallo temporale di 100 anni - Report IPCC

Ai fini della presente quantificazione della CO₂eq sono stati utilizzati i valori di GWP, per ciascun composto, proposti nel V rapporto IPCC1:

$$\text{CO}_2\text{eq} = \text{CO}_2 + 265 \cdot \text{N}_2\text{O} + 28 \cdot \text{CH}_4$$

Seppur CH₄ e N₂O, come evidente in tabella 8, abbiano un "potere climalterante" molto più alto di quello della CO₂, è proprio quest'ultima, com'è noto, ad essere il principale e più rilevante gas ad effetto serra, contribuendo praticamente al 99% delle emissioni in ragione delle quantità emesse.

Applicando la metodologia descritta nel Rapporto ARPAE "Inventario delle emissioni GHG 2019", si riportano nella tabella 9, per settore, i risultati a livello regionale dei gas serra sopra considerati.

	CO ₂ (kt)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ eq (kt)
ENERGY	32.912	23.946	2.470	34.237
IPPU	1.505	20	1	1.506
AFOLU	-2.344	88.979	4.085	1.230
WASTE	1.266	46.017	80	2.576
TOTALE	33.339	158.961	6.636	39.549
TOTALE (-C STOCK)	35.683	146.866	6.236	41.448

Tabella 9: Ripartizione delle emissioni di gas serra dell'Emilia-Romagna per settori IPCC (2019)

E' utile ricordare, ai fini della presente strategia, che l'obiettivo europeo di riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra al 2030 di almeno il 55% rispetto al 1990, che include anche gli assorbimenti e le emissioni di gas a effetto serra del settore LULUCF (uso del suolo, cambiamento di uso del suolo e silvicoltura), è ripartito tra emissioni soggette al sistema "Emissions Trading System" (ETS), ovvero quelle prodotte da industrie energetiche, settori industriali energivori e aviazione, e quelle invece escluse da tale schema (più brevemente indicate come non-ETS o ESR, dal Regolamento (UE) 2023/857 "Effort Sharing" che le disciplina), che coinvolgono i settori trasporti, residenziale, terziario, industria non ricadente nel settore ETS, agricoltura e rifiuti. Gli assorbimenti di CO₂ e le emissioni di gas a effetto serra di CH₄ e N₂O risultanti dal settore LULUCF sono invece normate da altre disposizioni europee.

Le recenti revisioni della legislazione seguita al pacchetto Fit for 55 prevedono per le emissioni ETS una maggiore riduzione a livello europeo che passa dal -43% al -62% e per le emissioni non ETS dal -30% al -40% rispetto al livello del 2005.

Mentre per le emissioni soggette ad ETS l'obiettivo è a livello europeo, essendo il sistema applicato a tutti gli Stati membri in maniera armonizzata e centralizzata, per le emissioni non ETS l'obiettivo di riduzione di gas a effetto serra viene suddiviso tra i vari Stati membri. Per tali emissioni, il Regolamento

Effort Sharing ha fissato un obiettivo per l'Italia ancor più ambizioso rispetto a quello europeo, prevedendo una riduzione entro il 2030 del 43,7% rispetto ai livelli del 2005. Tale obiettivo dovrà essere raggiunto secondo una traiettoria di riduzione che determinerà ogni anno un cap alle emissioni (Agenzia Europea Ambiente, allocazione di emissione annuale).

Nell'ambito della distinzione tra emissioni ETS e non ETS, le politiche che la Regione Emilia-Romagna può più agevolmente realizzare si concentrano, in particolare, sulle policy ed azioni riguardanti il settore non ETS, in quanto, come detto, le emissioni ETS sono normate a livello europeo.

In Emilia-Romagna, le emissioni ETS sono risultate nel 2019 pari a circa 12,3 MtCO₂, e sono legate soprattutto alle centrali termoelettriche (5,9 MtCO₂), all'industria ceramica (2,2 MtCO₂), all'industria chimica (1,6 MtCO₂), all'industria del cemento (0,9 MtCO₂) e a quella alimentare (0,6 MtCO₂). Meno rilevanti risultano altri settori industriali (meccanica, produzione acciaio, calce, vetro, ecc.) ed energetici (teleriscaldamento e metanodotti), così come il settore IPPU e quello dei rifiuti (Tabella 10).

	Ambito	Emissioni di CO ₂ (kt)	Incidenza sul settore Energy
Energy	ETS	12.272	37%
	ESD (non ETS)	20.640	63%
	Totale	32.912	100%

Nota: sono inoltre presenti minime emissioni ETS anche nei settori IPPU e WASTE, per complessive 56 ktCO₂

Tabella 10: Emissioni serra dei settori ETS e non ETS in Emilia-Romagna nel 2019

Fonte: ARPAE

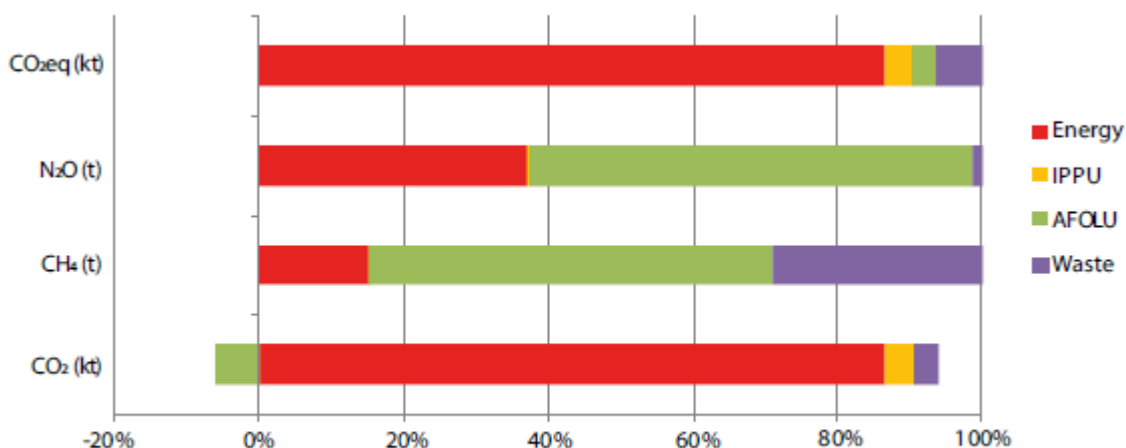
Di queste possiamo stimare circa 4.900 ton CO₂ per un consumo pari a 1.950 ktep appartenenti ad emissioni cc.dd. Hard to Abate, ovvero che per la caratteristica del processo industriale non possono essere ridotte in modo significativo o completamente eliminate appartenenti complessivamente ai settori della Chimica, Cemento, Carta, Ceramica, Vetro e Fonderie.

Dall'analisi dei risultati riportati in (tabella 9) risulta evidente che il settore energia è responsabile del 92% delle emissioni di CO₂; tali emissioni derivano principalmente dalla combustione di combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone), in quanto durante l'attività di combustione si ha la re-immissione in atmosfera del carbonio contenuto in essi in forma ossidata (CO₂). Rispetto invece alle emissioni di CO₂eq, il settore energia contribuisce per l'87%.

AFOLU

Il settore AFOLU, che valuta le emissioni derivanti dalle attività agro-zootecniche e forestali, rappresenta il 56% delle emissioni di CH₄ e il 62% di N₂O.

Il contributo emissivo in termini di CO₂eq del settore AFOLU è dato dalle attività zootecniche, responsabili di elevate emissioni di CH₄, e dalle emissioni del settore agroforestale, che invece svolge un ruolo di stoccaggio del carbonio computato come rimozione di CO₂ dall'atmosfera.



Fi

g. 4: Contributi alle emissioni GHG in Emilia-Romagna (Bilancio GHG 2019) per settore IPCC

Analizzando il contributo emissivo per vettore energetico, riportato in tabella 11, emerge che il combustibile maggiormente responsabile delle emissioni di CO₂eq è il metano (60%), seguito dal gasolio (25%).

Da tale analisi risulta evidente che anche la combustione della biomassa contribuisce alle emissioni di CO₂eq, in quanto responsabile delle emissioni di CH₄ e N₂O.

	CH ₄ (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	CO ₂ eq (kt)
METANO	3.200	20.040	1.104	20.422
GASOLIO	259	8.306	1.021	8.584
OLIO COMBUSTIBILE	0	683	0	683
GPL	155	1.517	46	1.534
BENZINA	251	1.798	47	1.818
ALTRI COMBUSTIBILI	2.952	683	178	813
	6.817	33.028	2.397	33.854

Tabella 11: Contributi alle emissioni GHG in Emilia-Romagna per vettore energetico

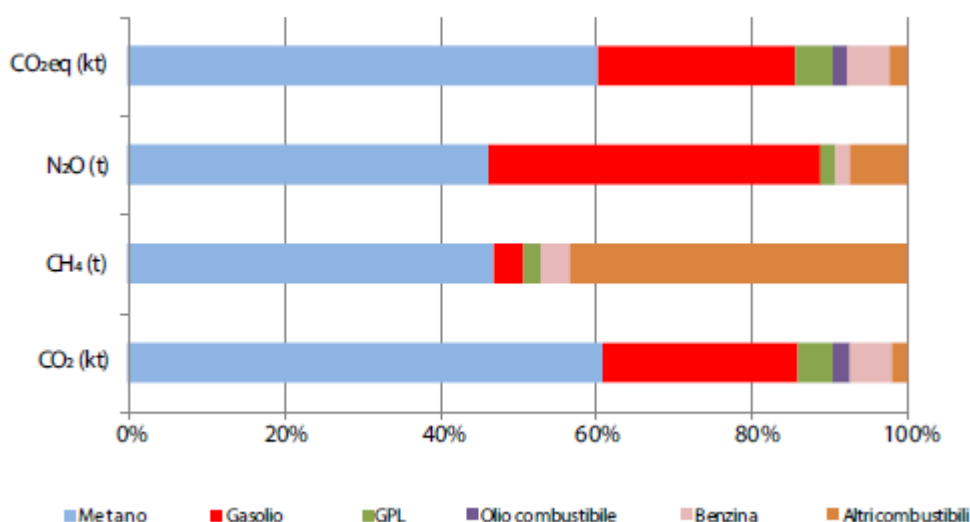


Fig. 5: Ripartizione percentuale delle emissioni GHG in Emilia-Romagna per vettore energetico

Infine, per valutare l'andamento negli anni (1990-2019) delle emissioni di GHG, si riporta in figura 6 il trend dei gas serra, costruito con i dati elaborati nell'ambito dell'Inventario nazionale (ISPRA) per le annualità che vanno dal 1990 al 2017 ed i dati ARPAE per il 2018-2019, calcolato utilizzando la metodologia sempre riportata nel Rapporto ARPAE 'Inventario delle emissioni GHG 2019'.

Le emissioni stimate da ISPRA derivano da una disaggregazione top down delle emissioni nazionali

secondo specifiche variabili proxy.

Dal confronto tra l'inventario delle emissioni ARPAE riferito all'anno 2019 e l'inventario ISPRA non emergono particolari scostamenti tranne che per il settore trasporti (circa +18%).

Le emissioni ISPRA da traffico veicolare vengono disaggregate secondo le metodologie descritte di seguito:

- una metodologia, con riferimento al trasporto passeggeri, applicata ad automobili, autobus, motocicli e ciclomotori, per il contributo urbano ed extraurbano, è basata sulla distribuzione della flotta veicolare: il valore nazionale dell'emissione dell'inquinante considerato viene ripartito a livello provinciale, per ciascuna categoria COPERT, pesando il valore della flotta provinciale rispetto al valore nazionale;
- una seconda metodologia propone l'uso di un indicatore economico: il valore aggiunto totale, ripartito per ciascuna provincia, viene applicato alle emissioni dovute ai soli mezzi commerciali di trasporto su strada, nelle modalità di guida urbana ed extraurbana;
- una terza metodologia, utilizzata a partire dal 2005, riguarda tutte le categorie veicolari, ma solo le emissioni da traffico autostradale, che vengono ripartite proprio sulla base dei flussi di traffico relativi alle tratte autostradali ricadenti in ciascuna provincia. Questa metodologia prevede non solo le tratte appartenenti alle autostrade a pedaggio, di competenza AISCAT, ma tutte quelle strade che vengono percorse con analoga modalità di guida, le cui lunghezze sono state inventariate a partire da dati georeferenziati di fonte TELEATLAS ed integrate con informazioni provenienti dai Piani regionali del traffico.

L'inventario delle emissioni di GHG di ARPAE si basa sui consumi energetici anche per il settore trasporti; la fonte dati di riferimento è il Bollettino Petrolifero che fornisce una reportistica dei prodotti petroliferi elaborata attraverso la piattaforma SISEN (Sistema Informativo per le Statistiche dell'Energia Nazionali) per vettore energetico.

Il dato di consumo per vettore energetico per autotrazione fornito dal Bollettino viene confermato dai risultati ottenuti dall'applicazione del sw INEMAR ai dati di flusso di traffico stimati per la rete stradale regionale dalla Direzione Trasporti della Regione.

Applicando la metodologia ARPAE unicamente per il settore trasporti alla serie storica dei consumi resa disponibile dal Bollettino petrolifero si riscontra un analogo scostamento anche relativamente all'anno 2005 (+20%), anno di riferimento per la verifica degli obiettivi UE per i settori Effort Sharing.

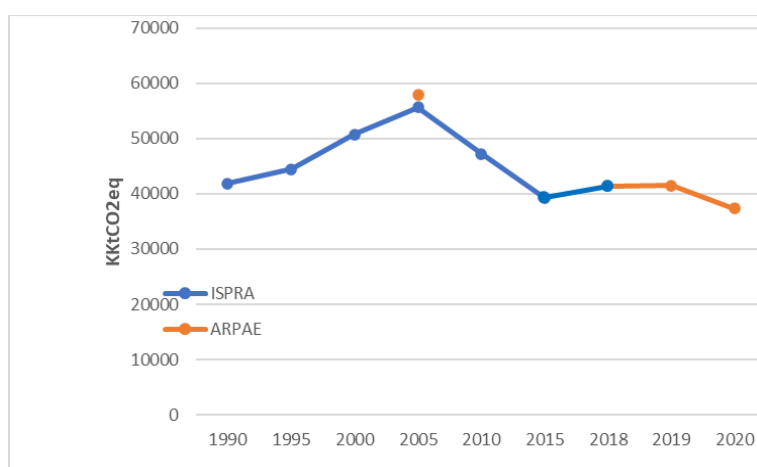


Fig. 6: Trend emissioni CO₂eq in Emilia-Romagna

ISPRA 1990-2017 - ARPAE 2018-2020

Come già anticipato in premessa, il valore di gas climalteranti nel 2019 corrisponde al valore al 1990, per cui il 2019 può essere considerato l'anno base di riferimento.

Pur avendo a disposizione anche i valori emissivi al 2020, questi per evidenti ragioni di particolarità dovute alla situazione pandemica COVID non può essere considerato come indicativo.

2.2 Scenario emissivo regionale al 2050 a politiche correnti per i diversi settori

In questo capitolo sono presentate per ciascun settore IPCC le metodologie utilizzate e le variabili esogene considerate per ciascun settore per il calcolo dello scenario emissivo al 2050 a politiche correnti.

Si intende, per “scenario a politiche correnti”, uno scenario che considera la normativa internazionale, europea e nazionale vigente, i risultati raggiunti dalle misure ad oggi realizzate nonché la pianificazione e programmazione in corso laddove siano state definite le misure realizzative che consentano di quantificare gli effetti una specifica azione³².

A livello tecnologico, nello scenario a politiche correnti sono state mantenute le tendenze tecnologiche e di mercato considerate consolidate.

Si tratta, dunque, di una prospettiva dove non si tiene conto di nuovi interventi significativi ad alcun livello di governance. Nel caso del settore Energy, questo scenario di sviluppo del sistema energetico regionale, nei diversi settori e per le diverse fonti energetiche, è basato sulle tendenze di mercato attuali e sulle politiche pubbliche correnti nel momento della costruzione dello scenario, in assenza di ulteriori misure legate ad efficienza energetica e promozione delle fonti rinnovabili.

Per il settore AFOLU, le politiche correnti sono state definite sulla base di dati statistici e tendenze, e normative che danno indicazioni per scenari a lungo termine. In particolare, il calcolo dell'evoluzione delle superfici delle categorie AFOLU si basa principalmente sulla tendenza rilevata dall'analisi dei dati di [Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna](#). Ove non presenti, ci si è riferiti a dati ISPRA o EUROSTAT.

La normativa di riferimento considerata è la Strategia europea Farm To Fork, che prevede al 2030 il 25% di superficie agricola coltivata con regime biologico (applicata alla categoria Agricoltura). Inoltre, è stato inserito nel calcolo delle politiche correnti anche il progetto regionale “*Mettiamo radici per il futuro*”, che sta portando alla piantumazione di 4,5 milioni di alberi in Emilia-Romagna entro la fine del 2024: questa azione di afforestazione è conteggiata all'interno della categoria Insediamenti.

La stima delle emissioni a politiche correnti per il settore gestione dei rifiuti si basa su quanto previsto dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e per la Bonifica delle Aree inquinate 2022-2027 sia in termini di parco impiantistico che di fabbisogno di trattamento.

2.2.1 Settore ENERGY

Nel presente paragrafo sono illustrate le modalità di elaborazione degli scenari energetici ed emissivi dei diversi settori di uso finale dell'energia (industria, trasporti, residenziale, terziario e agricoltura) e di produzione di energia elettrica. La metodologia illustrata di seguito costituisce revisione e aggiornamento della metodologia utilizzata per l'analisi e la modellizzazione del sistema energetico in Emilia-Romagna adottata per l'elaborazione del Piano Energetico Regionale 2030 (PER) approvato con Delibera di Assemblea (DAL) n. 111 del 01/03/2017 e condivisa con il Comitato Tecnico Scientifico (CTS) del Piano Energetico Regionale (PER) durante il percorso di elaborazione del PER stesso.

³² Nel caso del settore Energy, ad esempio, nello scenario a politiche correnti sono incluse le disposizioni di cui al Regolamento (UE) 2023/851 del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (UE) 2019/631 per quanto riguarda il rafforzamento dei livelli di prestazione in materia di emissioni di CO₂ delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi.

Variabili macroeconomiche

Per quanto riguarda gli scenari di evoluzione del sistema energetico regionale in Emilia-Romagna, si sono adottate le ipotesi macroeconomiche al 2050 riportate in tabella 12.

È da segnalare che queste variabili esogene sono le stesse che sono applicate anche negli scenari di decarbonizzazione di cui alla successiva Sezione 3.

Variabile	U.d.m.	2019	2030	2040	2050
Popolazione	abitanti	4.459.453	4.465.146	4.488.263	4.445.304
PIL	M€ ₂₀₁₅	157.460	169.018	184.546	210.529
Valore aggiunto agricoltura	M€ ₂₀₁₅	3.261	3.032	3.033	3.109
Valore aggiunto industria	M€ ₂₀₁₅	39.208	41.227	43.594	47.830
Valore aggiunto costruzioni	M€ ₂₀₁₅	5.570	7.367	7.498	8.242
Valore aggiunto servizi	M€ ₂₀₁₅	93.212	100.399	111.247	128.628

Tabella 12: Ipotesi macroeconomiche considerate negli scenari energetici per l'Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Istat, Prometeia, Eurostat, Commissione europea e ISPRA

Nel caso della popolazione, si è considerato lo scenario demografico per l'Emilia-Romagna pubblicato da Istat, che vede una sostanziale stabilità demografica fino al 2040, per poi subire una decrescita progressivamente più sostenuta a partire dal 2040-2045.

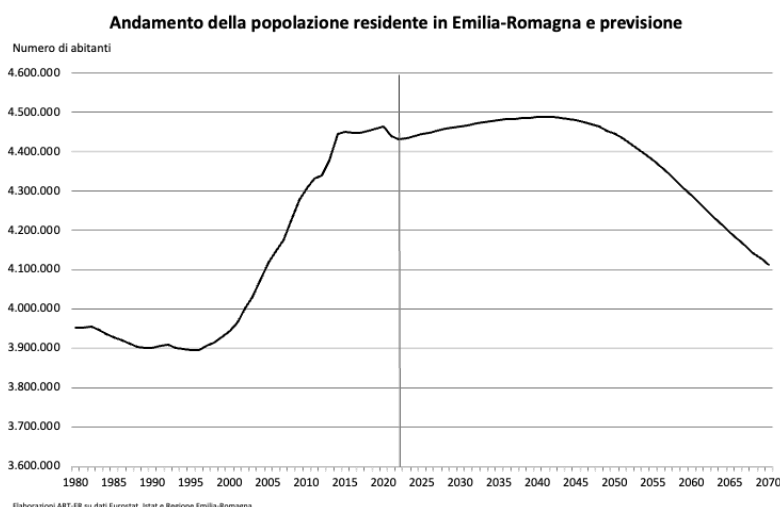
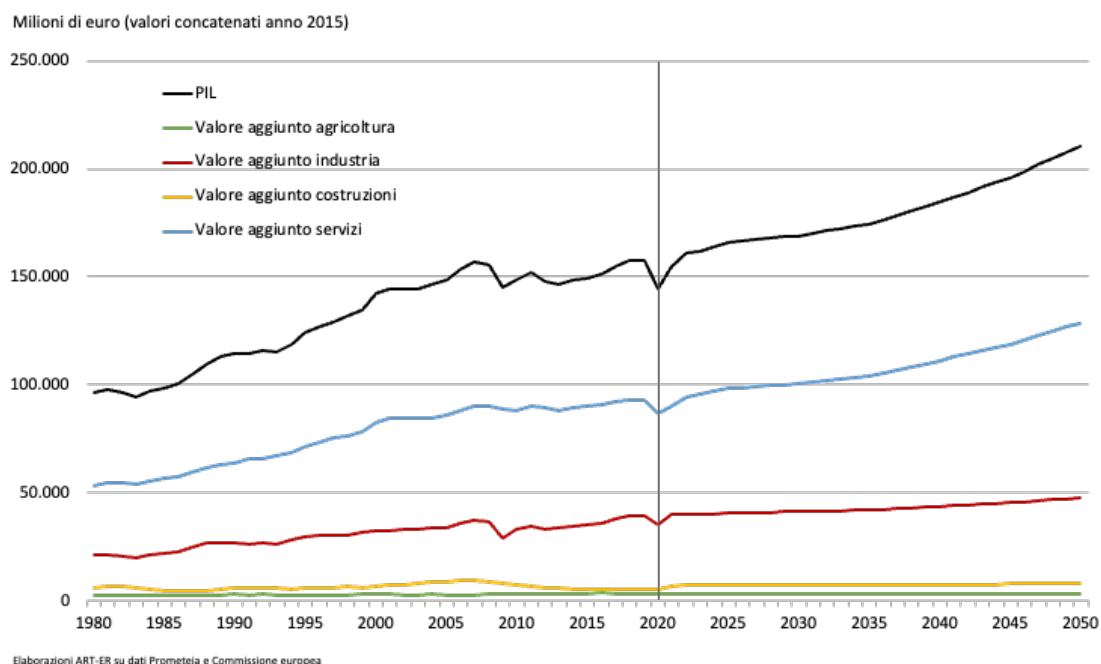


Fig. 7 – Andamento della popolazione residente in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Istat

Nel caso delle variabili economiche (PIL e valore aggiunto settoriale), si sono considerati gli scenari economici Prometeia per l'Emilia-Romagna fino al 2025, successivamente è stato considerato lo scenario di aggiornamento del PNIEC del 2023.

Evoluzione del PIL e del Valore Aggiunto settoriale in Emilia-Romagna



Elaborazioni ART-ER su dati Prometeia e Commissione europea

Fig. 8 – Evoluzione del PIL e del Valore Aggiunto settoriale in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Prometeia e Commissione europea

Si evidenzia che le successive analisi condotte per la stima dei gas ad effetto serra per il settore ENERGY sono state svolte considerando i fattori di emissione nei diversi sotto-settori riportati in **Allegato 7**.

Produzione elettrica

Per quanto riguarda gli scenari di sviluppo della capacità di produzione elettrica al 2050 in Emilia-Romagna, nello scenario a politiche correnti è stato considerato lo scenario EU Reference 2020 per l'Italia.

Variabile	U.d.m.	2019	2030	2040	2050
Idroelettrico	MW	683	697	703	706
<i>Idroelettrico rinnovabile</i>	MW	353	367	373	376
<i>Pompaggi puri</i>	MW	330	330	330	330
Fotovoltaico	MW	2.100	4.783	7.284	8.859
Solare Termodinamico	MW	0	0	0	0
Eolico	MW	45	61	89	99
Bioenergie	MW	640	751	741	713
Totale rinnovabili	MW	3.137	5.962	8.486	10.046
Termoelettrico a fonti fossili	MW	5.901	4.809	2.062	1.821
Totale	MW	9.369	11.460	13.294	14.257

Tabella 13: Ipotesi di sviluppo del parco di generazione elettrica in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna e Commissione europea

Nello scenario a politiche correnti, nonostante il significativo calo della produzione termoelettrica da fonte fossile, la quota di rinnovabili sui consumi elettrici lordi rimane non supera il 40% nemmeno nel lungo periodo, a causa dello sbilanciamento del sistema elettrico regionale verso le importazioni di elettricità, che rimarrebbero ad una quota significativa anche nel 2050.

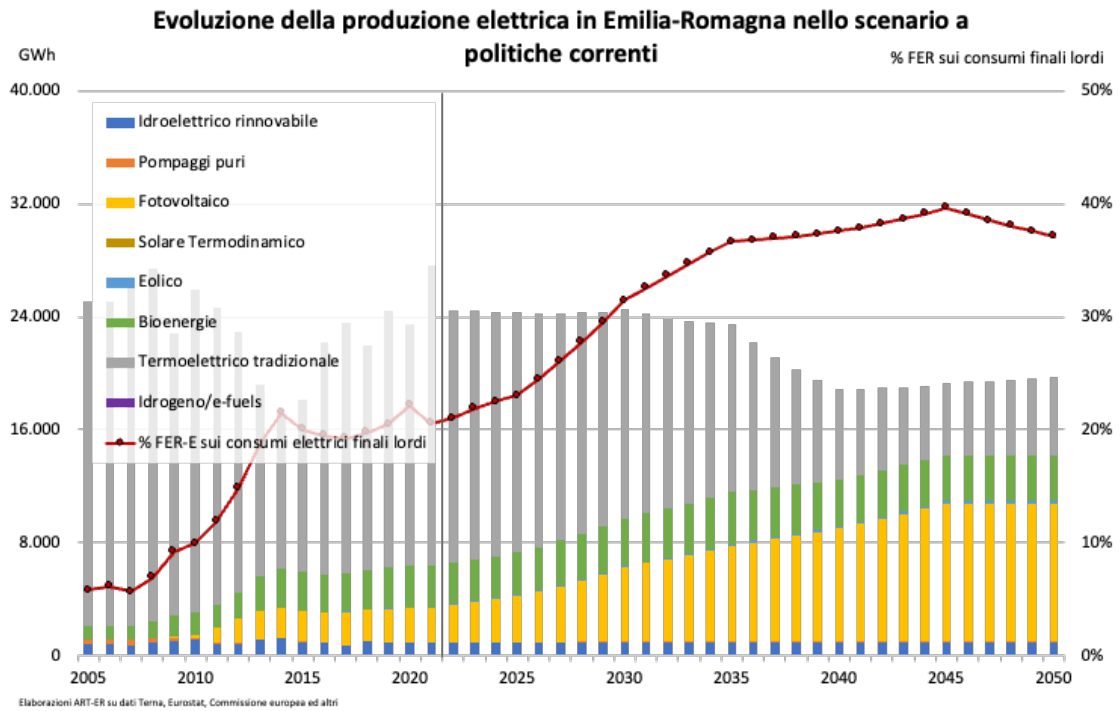


Fig. 9 – Evoluzione della produzione elettrica in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti
 Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea e altri

L'aumento dei consumi interni di energia elettrica, infatti, unitamente al calo della produzione termoelettrica da fonte fossile, non risulterebbero compensati dalla crescita delle FER, portando nel lungo periodo ad un aumento dell'import di energia elettrica da altre Regioni.

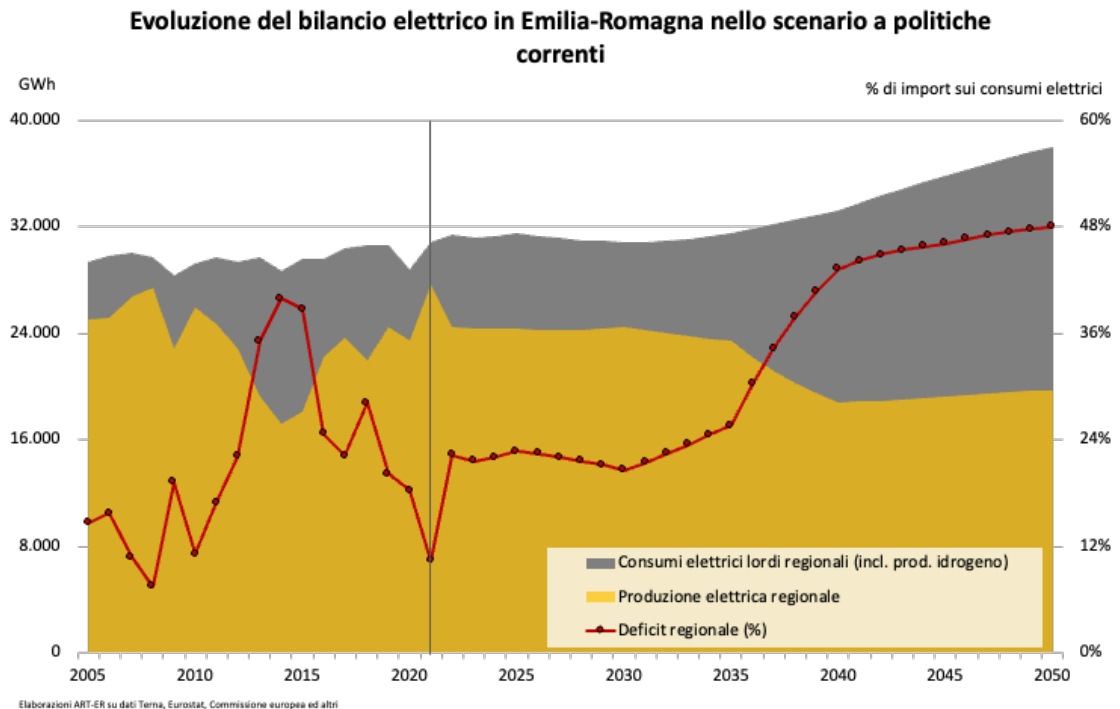


Fig.10 – Evoluzione del bilancio elettrico in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti
 Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea e altri

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra per la produzione elettrica, nello scenario a politiche correnti si registra un calo significativo legato alla dismissione degli impianti termoelettrici soprattutto dopo il 2035, con un risultato nel 2050 pari al -66% rispetto al 2019 (escluso l'import).

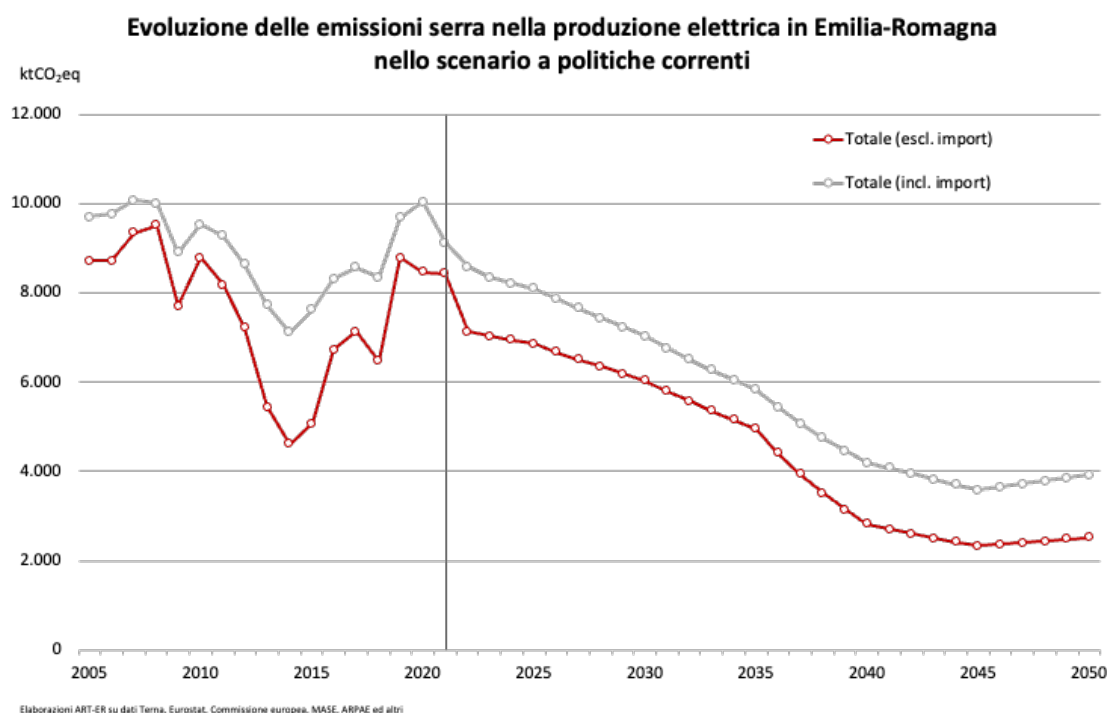


Fig.11 – Evoluzione del bilancio elettrico in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti
Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea, MASE, ARPAE e altri

Industria

Per quanto riguarda l'evoluzione del settore industriale, si sono considerate le ipotesi di crescita economica riportate in tabella 14.

Nel caso dello scenario a politiche correnti, si è inoltre considerato uno sviluppo tecnologico coerente con l'evoluzione dei consumi e la riduzione delle emissioni serra del settore previsto nello scenario EU Reference 2020 per l'Italia.

A tal fine, in termini di efficientamento del settore, si è determinata una riduzione dell'intensità energetica di circa il 36% rispetto ai livelli del 2020.

Fonte / vettore energetico	2019	2030	2040	2050
Combustibili solidi	0	0	0	0
GPL	54	35	19	12
Benzina	10	5	3	2
Kerosene	1	1	0	0
Gasolio	41	67	36	22
Olio combustibile	25	15	8	5
Pet coke	18	18	10	6
Gas naturale	1.926	1.942	1.575	1.291
Solare termico	1	14	47	110
Geotermico	0	0	3	9
Biomasse solide	2	2	1	0
Biogas/biometano	2	23	77	158
Rifiuti urbani rinnovabili	0	0	0	0
Calore ambientale (pompe di calore)	0	3	13	29
Rifiuti non rinnovabili	68	66	56	68

Fonte / vettore energetico	2019	2030	2040	2050
Calore derivato	598	606	552	570
Energia elettrica	1.069	1.072	1.055	1.155
Idrogeno	0	11	38	79
Totale	3.815	3.870	3.454	3.436

Tabella 14 : Scenario energetico a politiche correnti del settore INDUSTRIA per l'Emilia-Romagna
 Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Istat, Prometeia, Eurostat, Commissione europea e ISPRA

Nello scenario a politiche correnti i consumi energetici dell'industria subiscono un efficientamento significativo, con un progressivo spostamento verso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e non caratterizzate dall'emissione di gas serra (in primo luogo energia elettrica).

In questo scenario la riduzione delle emissioni di gas serra per questo settore si attesta, nel 2050, a circa il -49% rispetto al 2019.

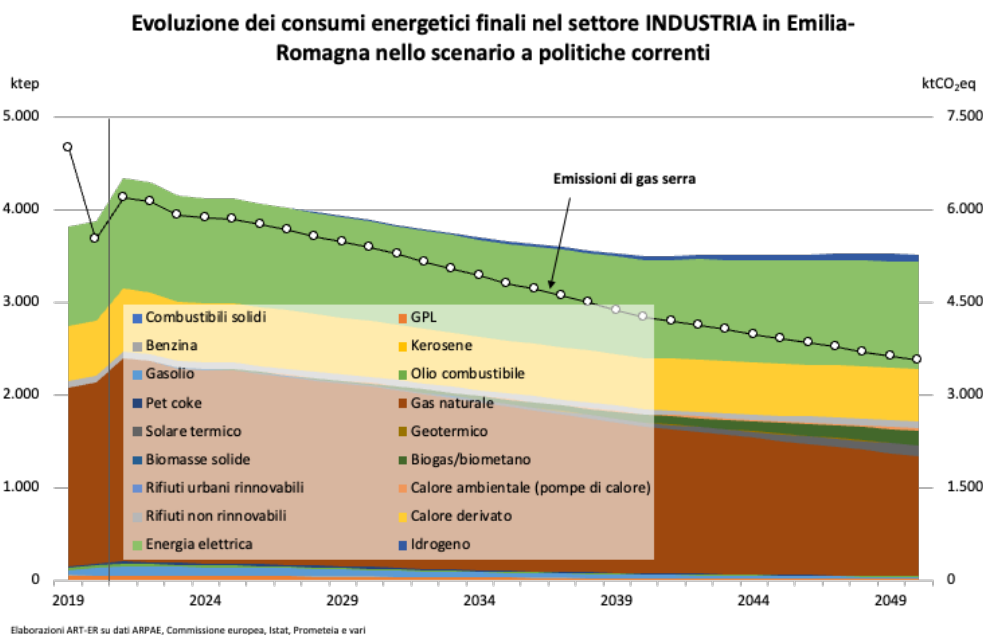


Fig.12 – Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore INDUSTRIA in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Commissione europea, Istat, Prometeia e vari

Servizi

Per quanto riguarda l'evoluzione del settore terziario, si sono considerate le ipotesi di crescita economica riportate in tabella 15.

Nel caso dello scenario a politiche correnti, si è inoltre considerato uno sviluppo tecnologico coerente con l'evoluzione dei consumi e la riduzione delle emissioni serra del settore previsto nello scenario EU Reference 2020 per l'Italia.

A tal fine, in termini di efficientamento del settore, si è determinata una riduzione dell'intensità energetica di circa il 38% rispetto ai livelli del 2020.

Fonte / vettore energetico	U.d.m.	2019	2030	2040	2050
Combustibili solidi	ktep	0	0	0	0
GPL	ktep	20	15	8	5
Benzina	ktep	0	0	0	0
Kerosene	ktep	0	0	0	0
Gasolio	ktep	7	5	3	2
Olio combustibile	ktep	0	0	0	0
Pet coke	ktep	0	0	0	0
Gas naturale	ktep	862	789	583	412
Solare termico	ktep	3	14	28	50
Geotermico	ktep	0	2	5	6
Biomasse solide	ktep	0	0	0	0
Biogas/biometano	ktep	2	11	23	42
Rifiuti urbani rinnovabili	ktep	0	0	0	0
Calore ambientale (pompe di calore)	ktep	399	420	386	402
Rifiuti non rinnovabili	ktep	0	0	0	0
Calore derivato	ktep	41	43	40	41
Energia elettrica	ktep	726	708	685	735
Idrogeno	ktep	0	0	0	0
Totale	ktep	2.060	2.008	1.761	1.695

Tabella 15: Scenario energetico a politiche correnti del settore SERVIZI per l'Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Istat, Prometeia, Eurostat, Commissione europea e ISPRA

Nello scenario a politiche correnti anche i consumi energetici del settore terziario subiscono un efficientamento significativo, con un progressivo spostamento verso l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili e non caratterizzate dall'emissione di gas serra (in primo luogo energia elettrica).

In questo scenario la riduzione delle emissioni di gas serra per questo settore si attesta, nel 2050, a circa il -60% rispetto al 2019.

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore COMMERCIO e SERVIZI in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

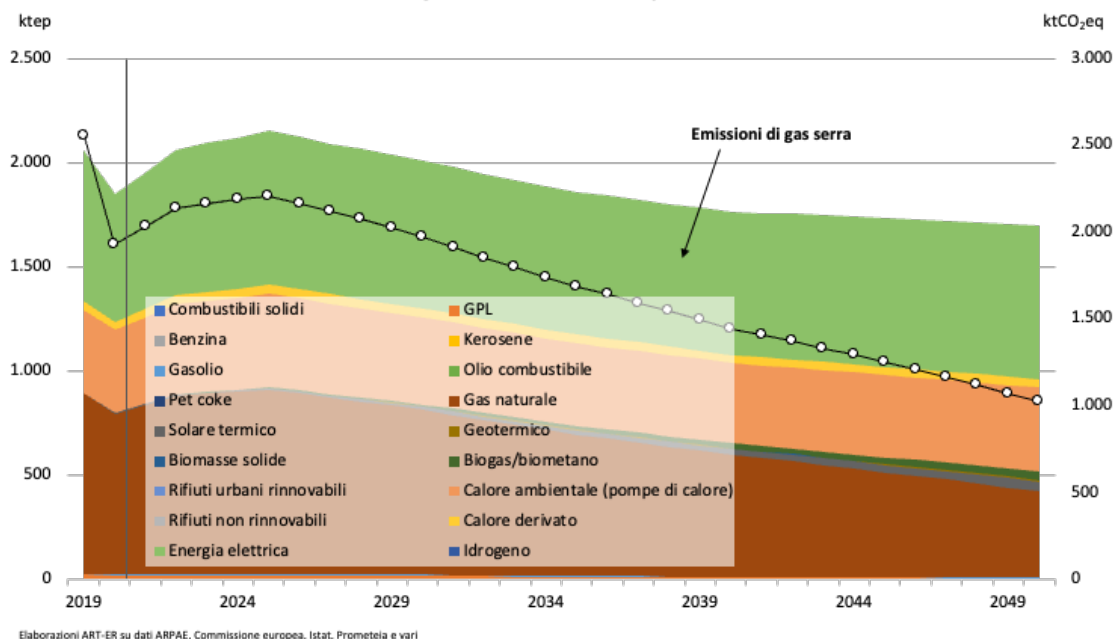


Fig.13 – Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore COMMERCIO e SERVIZI in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Commissione europea, Istat, Prometeia e vari

Residenziale

Per quanto riguarda l'evoluzione dei consumi energetici nel settore residenziale, è stato sviluppato un modello di evoluzione delle prestazioni energetiche degli edifici in Emilia-Romagna nei diversi settori di impiego dell'energia in questo settore, con particolare riguardo ai seguenti impieghi:

- riscaldamento
- raffrescamento
- produzione di acqua calda sanitaria
- cottura cibi
- conservazione cibi (refrigerazione e congelamento)
- lavaggio biancheria
- asciugatura biancheria
- lavaggio stoviglie
- illuminazione
- altro

Gli scenari sviluppati tengono conto delle prestazioni energetiche dinamiche negli anni degli edifici, valutando diversi aspetti:

- la previsione di domanda abitativa in Emilia-Romagna nei prossimi anni;
- la previsione del numero di nuove abitazioni costruite in Emilia-Romagna;

- il tasso di recupero edilizio (“Bonus casa”) e di riqualificazione energetica degli immobili (“Ecobonus” e “Superbonus 110%”);
- il grado di risparmio energetico ottenibile a seguito degli interventi effettuati, distinguendo tra i recuperi edilizi e le riqualificazioni energetiche.

Inoltre, nel modello è stata impostata una progressiva sostituzione tecnologica degli apparecchi utilizzati nei diversi impieghi energetici nelle abitazioni con dinamiche di efficientamento coerenti con quelle adottate nello scenario EU Reference 2020 e a favore di tecnologie che riducano le emissioni di gas serra del settore (in particolare nell’uso riscaldamento).

Il modello sviluppato è stato impostato per incrociare il consumo energetico complessivo del settore residenziale in Emilia-Romagna come risultante dal bilancio energetico pubblicato da ARPAE per l’anno 2019, considerando una superficie climatizzata media delle abitazioni in Emilia-Romagna pari a circa 79 m²³³.

Ambito / variabile	Scenario a politiche correnti
Domanda abitativa	<ul style="list-style-type: none"> ● Valutata in base all’andamento demografico previsto da Istat per la Regione Emilia-Romagna e alla composizione prevista delle famiglie (in linea con quella dell’anno base)
Nuove costruzioni	<ul style="list-style-type: none"> ● In linea con i dati più recenti pubblicati da Istat sui permessi di costruire
Tasso di recupero edilizio (“Bonus casa”) e di riqualificazione energetica degli immobili (“Ecobonus” e “Superbonus 110%”)	<ul style="list-style-type: none"> ● Tassi di recupero edilizio e di riqualificazione energetica degli edifici in linea con quelli storici; ● Superbonus 110% in vigore fino al 2025
Riscaldamento e ACS	<ul style="list-style-type: none"> ● Progressivo calo dei nuovi impianti a gas naturale ● Progressivo aumento dei nuovi impianti a pompa di calore (incl. geotermico) e solare termico ● Progressivo calo/azzeramento dei nuovi impianti a biomasse solide ● Progressivo azzeramento di nuovi impianti a GPL
Raffrescamento	<ul style="list-style-type: none"> ● Mantenimento della tecnologia a pompa di calore come prevalente
Cottura cibi	<ul style="list-style-type: none"> ● Progressivo calo dei nuovi sistemi a gas naturale ● Progressivo aumento dei nuovi sistemi elettrici/induzione ● Progressivo azzeramento di nuovi sistemi a GPL
Conservazione cibi (refrigerazione e congelamento), lavaggio biancheria, asciugatura biancheria, lavaggio stoviglie, illuminazione, altro	<ul style="list-style-type: none"> ● Evoluzione tecnologica coerente con quella adottata nello scenario EU Reference 2020

Tabella 16: Ipotesi adottate nel settore RESIDENZIALE nello scenario a politiche correnti in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Istat, ENEA e Commissione europea

Nel settore residenziale, infine, è stata considerata un’evoluzione climatica, in termini di gradi giorno riscaldamento e raffrescamento, coerente con gli scenari climatici elaborati da ARPAE. In base a tali scenari, rispetto ai valori medi del trentennio 1991-2020 è prevista al 2050 una diminuzione del 3% della domanda di riscaldamento a fronte di un aumento del 34% della domanda di raffrescamento.

In generale, nello scenario a politiche correnti è prevista una riduzione dei consumi energetici sostanzialmente in tutti gli impieghi domestici, e in particolare nel settore del riscaldamento, sia grazie ad una minore domanda di riscaldamento (sia per progressivo efficientamento degli edifici che per un

³³ Valore stimato a partire dai dati contenuti nel database SACE gestito da ART-ER.

progressivo aumento delle temperature invernali) sia per la progressiva sostituzione degli impianti di riscaldamento con apparecchi più efficienti.

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

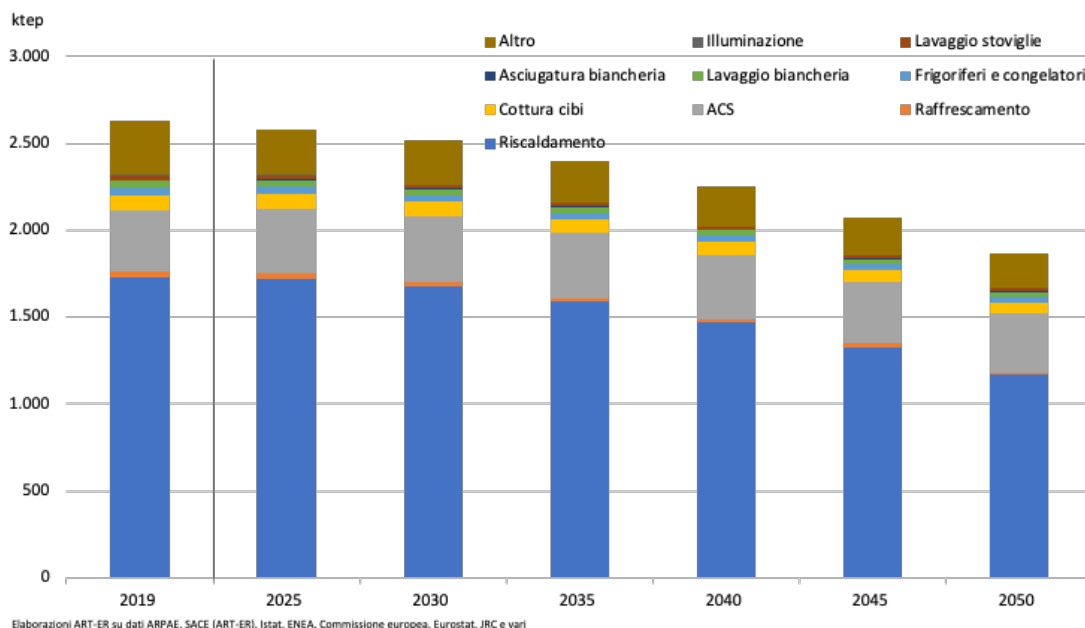


Fig.14 – Evoluzione dei consumi energetici finali per settore di impiego nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

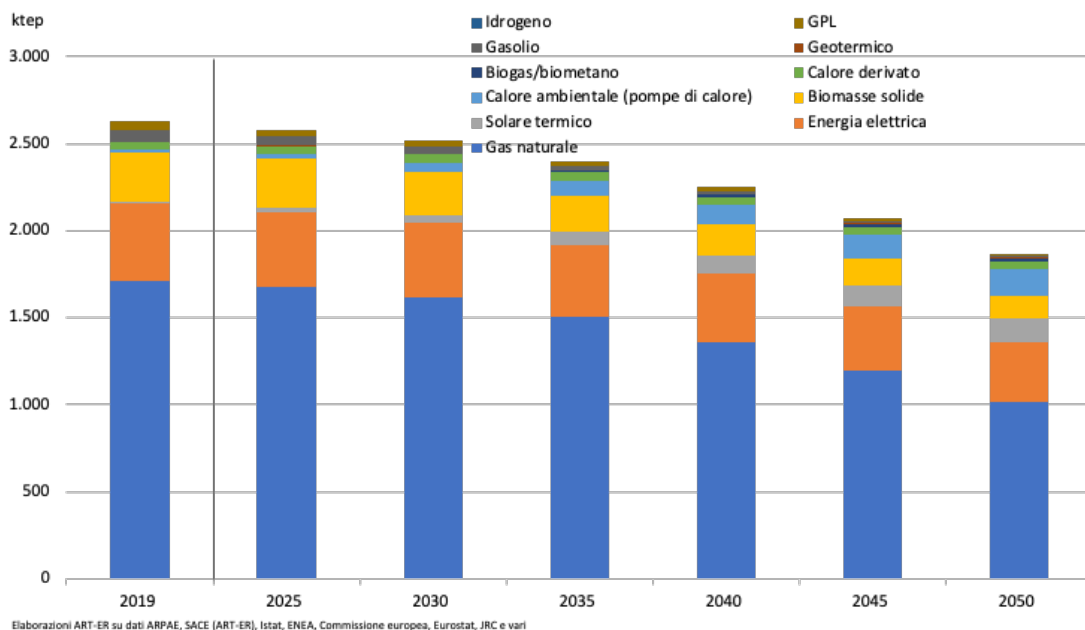


Fig.15 – Evoluzione dei consumi energetici finali per fonte nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

Ciò consente, nel settore domestico, di raggiungere nel 2050, nello scenario a politiche correnti, una riduzione delle emissioni di gas serra pari a circa il -46%.

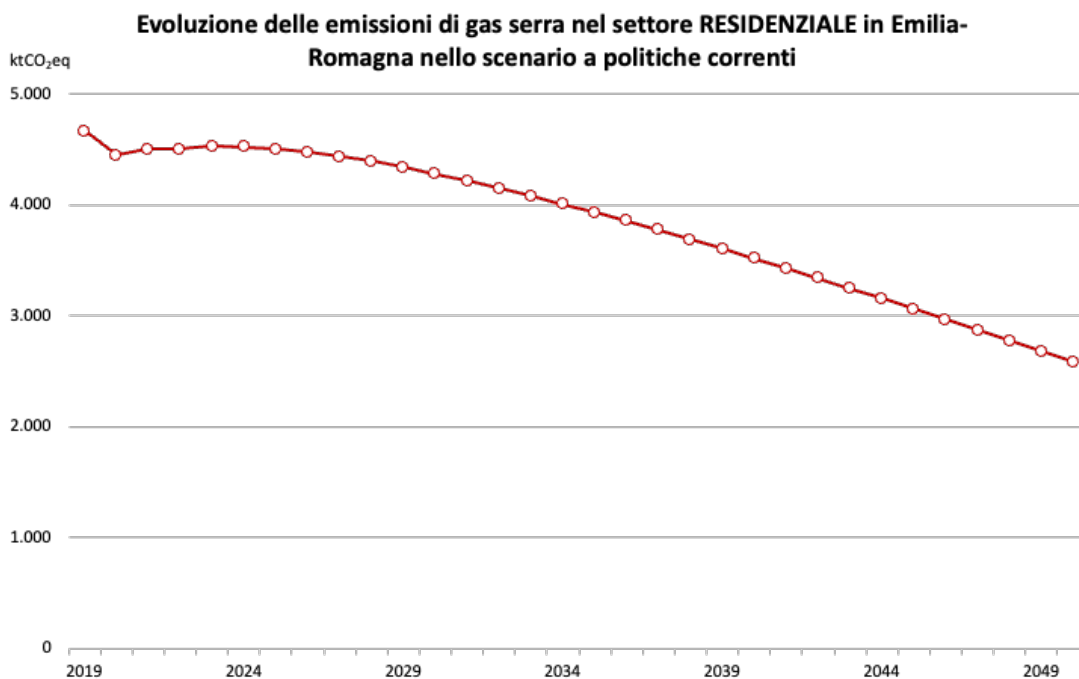


Fig.16 – Evoluzione delle emissioni di gas serra nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC, MASE e vari

Trasporti

Il settore dei trasporti è stato modellizzato distinguendo tra:

- trasporto passeggeri
- trasporto merci.

Per entrambi, è stata prevista la domanda di mobilità nel suo complesso e la relativa suddivisione modale.

Per entrambe le variabili (domanda di mobilità e share modale), sono stati utilizzati i dati forniti da Isfort (per la mobilità passeggeri) e quelli pubblicati dalla Regione Emilia-Romagna (per la mobilità sia passeggeri che merci); per le previsioni al 2050, in particolare, sono stati utilizzati i dati dello scenario di ISPRA utilizzato per la proposta di aggiornamento del PNIEC del 2023, opportunamente rivisti in base alle peculiarità del sistema dei trasporti dell'Emilia-Romagna, che prevede, rispetto agli scenari nazionali:

- nel caso del trasporto passeggeri, una crescita meno sostenuta del trasporto privato su auto e del trasporto pubblico su gomma e ferro;
- nel caso del trasporto merci, una crescita più marcata del trasporto merci marittimo mentre un'evoluzione meno sostenuta del trasporto ferroviario e aereo.

Variabile	U.d.m.	2019	2030	2040	2050
Domanda di mobilità passeggeri	Spostamenti/giorno	5.921.694	6.261.237	6.720.176	6.977.046
Domanda di mobilità merci	Tonnellate/anno	270.423.862	325.473.143	369.337.396	397.279.903

Tabella 17: Evoluzione della domanda di mobilità considerata negli scenari sui trasporti per l'Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Isfort, Regione Emilia-Romagna e ISPRA

Modalità di trasporto	2019	2030	2040	2050
Autobus	5,7%	7,8%	7,5%	7,3%
Treno	3,2%	3,2%	3,5%	3,7%
Auto	66,6%	55,8%	55,5%	55,3%
Moto	2,2%	2,8%	3,0%	3,2%
Bicicletta	6,1%	9,1%	9,1%	9,1%
Piedi	16,3%	21,3%	21,3%	21,4%

Tabella 18: Share modale per il trasporto passeggeri nello scenario a politiche correnti in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Isfort, Regione Emilia-Romagna e ISPRA

Modalità di trasporto	2019	2030	2040	2050
Trasporto stradale	83,4%	85,1%	86,0%	86,4%
Trasporto ferroviario	6,8%	6,2%	5,9%	5,7%
Navigazione marittima (porto di Ravenna)	9,7%	8,6%	8,1%	7,8%
Navigazione interna (sistema idroviario)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Trasporto aereo	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%

Tabella 19: Share modale per il trasporto merci nello scenario a politiche correnti in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Regione Emilia-Romagna e Commissione europea e ISPRA

Una volta definita la domanda esogena di trasporto passeggeri e merci, è stato modellizzato in modo differente il trasporto stradale rispetto alle altre modalità di trasporto (ferroviario, aereo e marittimo), come specificato di seguito.

Trasporti stradali

Per quanto riguarda lo scenario nel settore dei trasporti stradali, è stato ipotizzato uno scenario di evoluzione del parco veicoli circolante in Emilia-Romagna.

A tal fine si sono distinte le seguenti tipologie di veicoli, sulla base dei dati diffusi da ACI:

- **per il trasporto passeggeri:**
 - autovetture
 - autobus (TPL e non-TPL)
 - motocicli
- **per il trasporto merci:**
 - veicoli industriali leggeri
 - veicoli industriali pesanti
 - trattori stradali

Lo scenario di evoluzione del parco circolante di ciascuna tipologia di veicolo è stato elaborato tenendo conto di specifici tassi di immatricolazione (e radiazione) per ogni alimentazione dei diversi veicoli, a partire dai dati più recenti pubblicati da ACI. In particolare, per ciascuna tipologia di veicoli sono considerate le seguenti alimentazioni:

- benzina
- gasolio
- benzina ibrido

- gasolio ibrido
- metano
- GPL
- elettricità
- idrogeno ed e-fuels

Nel caso dello scenario a politiche correnti sono stati mantenuti tassi di immatricolazione delle diverse tipologie di alimentazioni in linea con quelli degli anni più recenti, con prospettive di evoluzione per il lungo periodo coerenti con gli attuali trend di mercato.

Il modello sviluppato per il trasporto stradale è stato impostato per incrociare il consumo energetico in Emilia-Romagna come risultante dal bilancio energetico pubblicato da ARPAE per l'anno 2019.

Le ipotesi considerate nello sviluppo degli scenari sono riportate nella tabella 20.

Tipologia di veicolo	Ipotesi di scenario
Autovetture	● Regolamento (UE) 2023/851 del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (UE) 2019/631 per quanto riguarda il rafforzamento dei livelli di prestazione in materia di emissioni di CO ₂ delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi
Motocicli	● Progressivo aumento delle immatricolazioni di motocicli elettrici
Autobus TPL	● Progressivo aumento delle immatricolazioni di autobus ibridi (gasolio), elettrici e a idrogeno ● Progressivo aumento in un primo periodo (fino al 2030) delle immatricolazioni di autobus a metano, per poi scendere a favore di alimentazioni ibride (gasolio) e elettriche
Autobus non TPL	● Progressivo aumento delle immatricolazioni di autobus ibridi (gasolio), elettrici, a metano (GNL) e, in misura minore, a idrogeno ● Progressivo azzeramento delle immatricolazioni di autobus a gasolio (non ibridi)
Veicoli commerciali leggeri	● Regolamento (UE) 2023/851 del Parlamento europeo e del Consiglio che modifica il regolamento (UE) 2019/631 per quanto riguarda il rafforzamento dei livelli di prestazione in materia di emissioni di CO ₂ delle autovetture nuove e dei veicoli commerciali leggeri nuovi
Veicoli commerciali pesanti	● Progressivo aumento delle immatricolazioni di mezzi ibridi (gasolio), elettrici, a metano (GNL) e a idrogeno ● Progressivo azzeramento delle immatricolazioni di mezzi a gasolio (non ibridi)

Tabella 20: Ipotesi per la caratterizzazione del parco veicoli circolante in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ACI e Commissione europea

Il calcolo del consumo di carburanti è poi basato sulla percorrenza media "effettiva", diversa per tipologia di veicolo, che tiene conto del parco circolante e della relativa domanda di mobilità.

L'evoluzione del consumo medio di carburante dei veicoli, per ciascuna alimentazione, è coerente con le ipotesi tecnologiche adottate nello scenario EU Reference scenario 2020.

È previsto il consumo di biocarburanti miscelati a carburanti di origine fossile (bioetanolo, biodiesel e biometano) secondo percentuali di miscelazione variabili nel tempo.

Trasporti ferroviari, aerei e marittimi

Per quanto riguarda gli scenari di consumo energetico nelle modalità di trasporto diverse da quella stradale, si sono considerati i singoli trend di sviluppo relativi alla domanda di mobilità per tipologia di trasporto e si è considerata una progressiva sostituzione tecnologica dei mezzi utilizzati con dinamiche di efficientamento coerenti con quelle adottate nello scenario EU Reference 2020 e a favore di sistemi

che riducano le emissioni di gas serra di ciascun settore (inclusa la penetrazione di biocarburanti miscelati a carburanti di origine fossile e l'utilizzo di idrogeno ed e-fuels).

Il modello sviluppato per le diverse modalità di trasporto è stato impostato per incrociare il consumo energetico delle singole modalità di trasporto in Emilia-Romagna come risultante dal bilancio energetico pubblicato da ARPAE per l'anno 2019.

Sulla base delle ipotesi adottate e del modello sviluppato, i cui risultati sono riportati nelle figure che seguono, emerge un progressivo efficientamento soprattutto del settore del trasporto stradale, che rimane in ogni caso anche nel 2050 di gran lunga il settore prevalente sia in termini di consumi energetici che di emissioni serra tra tutte le modalità di trasporto.

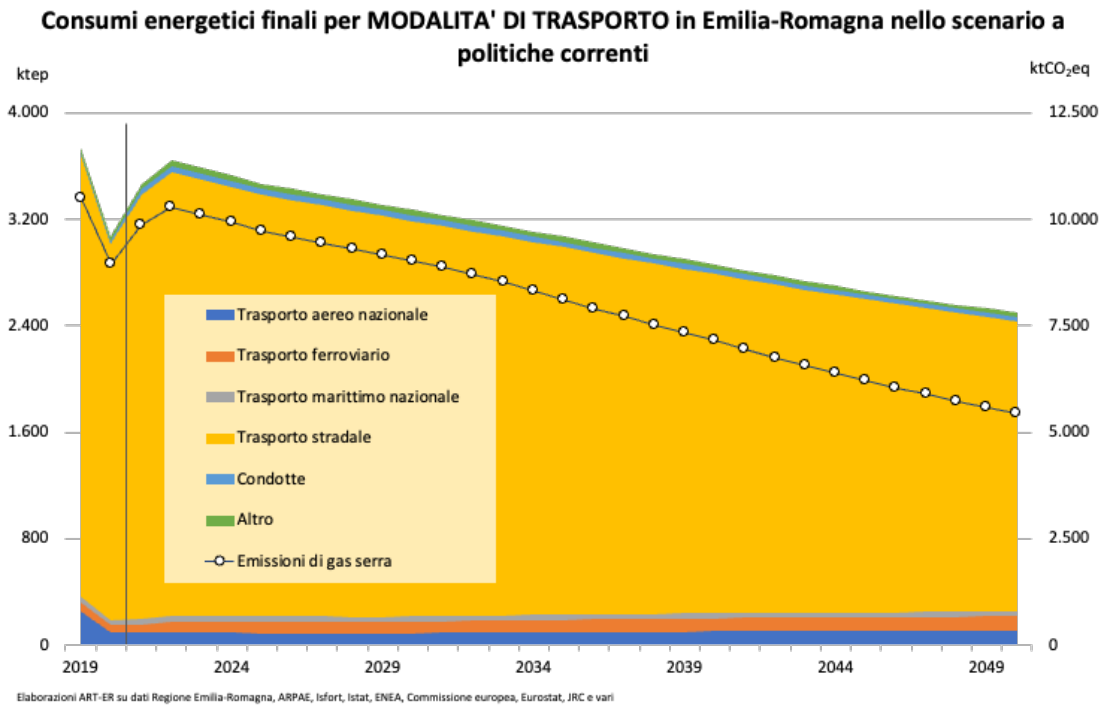


Fig.17 – Evoluzione dei consumi energetici finali per modalità di trasporto e delle relative emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Isfort, Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

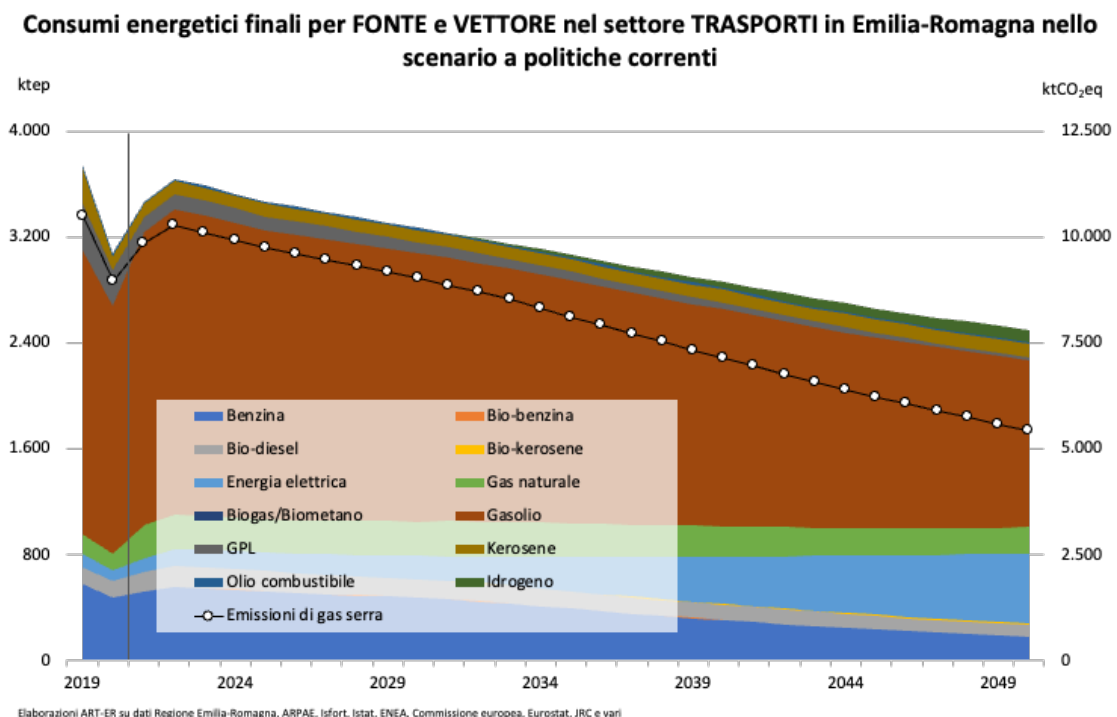


Fig.18 – Evoluzione dei consumi energetici finali per fonte e vettore nel settore trasporti e delle relative emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Isfort, Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

In questo scenario la riduzione delle emissioni di gas serra per il settore si attesta, nel 2050 rispetto al 2019, a circa il -55% per il *trasporto su strada*; -56% per il *trasporto aereo*; - 39% per il *trasporto marittimo*.

Agricoltura e pesca (consumi energetici)

Per quanto riguarda l'evoluzione dei settori agricoltura e pesca, si sono considerate le ipotesi di crescita economica riportate in tabella 21.

Nel caso dello scenario a politiche correnti, si è inoltre considerato uno sviluppo tecnologico coerente con l'evoluzione dei consumi e la riduzione delle emissioni serra del settore previsto nello scenario EU Reference 2020 per l'Italia.

A tal fine, in termini di efficientamento del settore, si è determinata una riduzione dell'intensità energetica di circa il 25% rispetto ai livelli del 2020.

Fonte / vettore energetico	U.d.m.	2019	2030	2040	2050
Combustibili solidi	ktep	0	0	0	0
GPL	ktep	1	1	0	0
Benzina	ktep	0	0	0	0
Kerosene	ktep	0	0	0	0
Gasolio	ktep	302	283	227	202
Olio combustibile	ktep	0	0	0	0
Pet coke	ktep	0	0	0	0
Gas naturale	ktep	19	17	15	15
Solare termico	ktep	0	0	0	0
Geotermico	ktep	0	0	0	0
Biomasse solide	ktep	0	0	0	0
Biogas/biometano	ktep	0	0	0	0
Rifiuti urbani rinnovabili	ktep	0	0	0	0
Calore ambientale (pompe di calore)	ktep	0	0	0	0
Rifiuti non rinnovabili	ktep	0	0	0	0
Calore derivato	ktep	2	2	2	2
Energia elettrica	ktep	74	70	71	80
Idrogeno	ktep	0	0	0	0
Totale	ktep	398	372	316	299

Tabella 21: Scenario energetico a politiche correnti dei settori AGRICOLTURA e PESCA per l'Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Istat, Prometeia, Eurostat, Commissione europea e ISPRA

Nello scenario a politiche correnti i consumi energetici del settore agricoltura e pesca subiscono un certo efficientamento, sebbene si mantengano per lo più legati a fonti energetiche tradizionali.

In questo scenario la riduzione delle emissioni di gas serra per questo settore si attesta, nel 2050, a circa il -25% rispetto al 2019.

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore AGRICOLTURA e PESCA in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

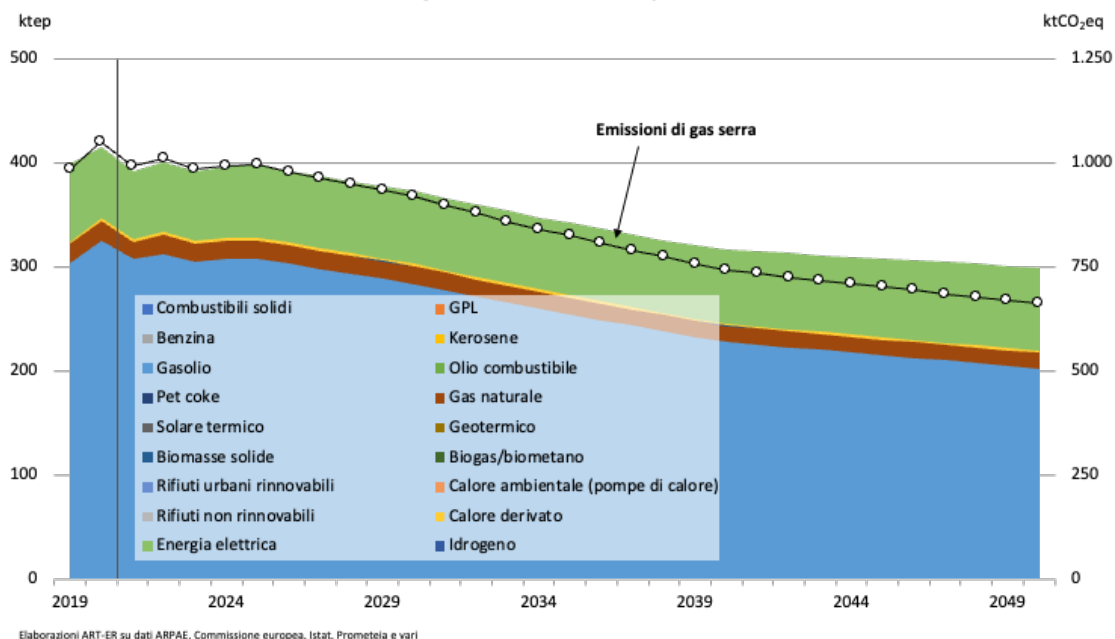


Fig.19 – Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore AGRICOLTURA e PESCA in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Commissione europea, Istat, Prometeia e vari

2.2.2 Settore IPPU

Il settore IPPU (Processi industriali e utilizzo dei prodotti), copre le emissioni di gas serra derivanti da alcune tipologie di processi industriali, dall'uso di gas serra nei prodotti e dagli usi non energetici del carbonio fossile.

Oltre alle tradizionali emissioni serra legate alla combustione dei processi industriali (di cui si è già parlato nel settore Energy), le emissioni di gas serra sono prodotte anche da un'ampia varietà di attività industriali in senso stretto. Le principali fonti di emissione, in quest'ultimo caso, sono rilasci provenienti da processi industriali che trasformano chimicamente o fisicamente i materiali: alcuni esempi di processi industriali che rilasciano quantità significativa di CO₂ sono, ad esempio, quelli che avvengono nelle fornaci dell'industria siderurgica, nella produzione di ammoniaca e di altri prodotti chimici ricavati da combustibili fossili e nelle industrie del cemento o del vetro.

Durante questi processi vengono prodotti molti diversi gas serra, inclusa l'anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFC) e perfluorocarburi (PFC).

Inoltre, specifici gas serra vengono spesso utilizzati come refrigeranti in prodotti come frigoriferi, pompe di calore, schiume o bombolette spray.

Il ruolo di questo settore rispetto alla totalità delle emissioni di gas serra in Emilia-Romagna è piuttosto esiguo, pesando circa il 3,6% delle emissioni serra totali regionali (escludendo gli assorbimenti).

Nella presente analisi, per queste tipologie di emissioni si è applicato il rispettivo andamento pubblicato per l'Italia nello Scenario EU Reference 2020. Secondo questa impostazione, nel 2050 è prevista una riduzione delle emissioni del settore IPPU del -28% rispetto al 2019.

2.2.3 Settore WASTE

Per quanto concerne il settore Waste le emissioni sono calcolate, sempre secondo la metodologia IPCC, in funzione dell'origine del carbonio contenuto nel rifiuto trattato e della tecnica di trattamento finale dello stesso (le tipologie considerate sono discariche e termovalorizzatori).

Il contributo emissivo degli impianti di termovalorizzazione è costituito da un bilancio dato, da un lato, dalle emissioni dirette, ovvero quelle prodotte dalla combustione dei rifiuti (tenendo conto della percentuale di carbonio rinnovabile) e dalla combustione di metano come supporto della stessa, e dall'altro, dalle emissioni evitate dal recupero di energia (elettrica e termica) effettuato in tali impianti.

Ai fini dei calcoli di seguito riportati, per emissioni dirette ed evitate si intende:

- **emissioni dirette:** emissioni di CO₂ di origine fossile, di N₂O e CH₄ derivanti direttamente dal processo di combustione (ovvero le emissioni al camino, determinate dal processo di combustione dei rifiuti alle quali vengono sottratte quelle derivanti dalla combustione della frazione di carbonio di origine biologica calcolata sulla base delle analisi merceologiche di ogni singolo impianto);
- **emissioni evitate:** emissioni costituite complessivamente da due contributi: le emissioni di CO₂eq determinate dalla energia elettrica e termica prodotte dal termovalorizzatore attraverso una diversa tipologia impiantistica (per la quota parte di energia elettrica si fa riferimento al mix energetico nazionale e per quella termica si considera un impianto alimentato a gas naturale) e quelle determinate dal conferimento dei rifiuti in discarica controllata con captazione del biogas conforme naturalmente alle vigenti disposizioni normative in materia.

Al fine della compilazione dell'inventario delle emissioni dei gas serra si considerano quindi le emissioni di CO₂ dovute alla combustione del metano e le emissioni dirette derivanti dalla combustione dei rifiuti, considerando unicamente la frazione di carbonio di origine fossile e non quella di origine biologica (presente in carta e cartone, organico, legno, tessile ecc.) in quanto si assume, convenzionalmente, che l'anidride carbonica derivante dalla combustione del carbonio organico non contribuisca all'effetto serra.

La percentuale di carbonio di origine fossile e rinnovabile dei rifiuti trattati, è stata valutata partendo dalle analisi merceologiche, riferite all'anno 2019 dei rifiuti in ingresso negli impianti ed utilizzando il contenuto biogenico di ciascuna frazione di rifiuto secondo quanto descritto in tabella 22.

Frazione merceologica	Percentuale di carbonio rinnovabile
Carta e cartone	100%
Plastiche e gomme	0
Organico	100%
Legno	100%
Tessili	50%
Vetro e inerti	0
Metalli	0
Sottovaglio	60%

Tabella 22: Contenuto CO₂ biogenica (Fonte ENEA).

Sulla base della metodologia sopra descritta e dei dati di base considerati, nel bilancio complessivo dei GHG prodotti dagli impianti presenti sul territorio regionale sono state inoltre stimate le emissioni di CO₂ evitate a seguito del recupero energetico.

Per quanto riguarda invece le emissioni dovute al conferimento dei rifiuti in discarica queste sono elaborate mediante l'utilizzo del modulo di calcolo specifico di INEMAR (Software per il calcolo delle

emissioni) che calcola il metano non captato emesso da questi impianti come conseguenza diretta della decomposizione dei rifiuti organici in condizioni anaerobiche.

Lo scenario di riferimento del settore Waste è stato elaborato in conformità con gli inventari e i dati di attività legati all'intero settore dei rifiuti, considerando la vigente pianificazione regionale (quantitativi e composizione merceologica dei rifiuti sono considerati invariati), rappresentata dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e per la Bonifica delle Aree inquinate 2022-2027, che conferma l'impiantistica di recupero energetico esistente e vieta l'avvio di rifiuti urbani indifferenziati in discarica.

L'impiantistica esistente al 2027, periodo di validità del piano di gestione rifiuti, si prevede sia composta da 7 impianti di termovalorizzazione e 1 discarica. Al 2050 si conferma l'impiantistica per la termovalorizzazione e la chiusura della discarica.

Relativamente alle emissioni di metano dalle discariche esistenti sul territorio si è considerato che queste, alla cessazione dei conferimenti, tenderanno a ridursi, fino ad azzerarsi, a 25 anni dalla chiusura dell'impianto.

Gas climalteranti	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050
CO ₂ (kt)	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266
CH ₄ (t)	45.619	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796
N ₂ O (t)	74	71	71	70	70	69
CO ₂ eq (kt)	2.562	1.960	1.736	1.591	1.480	1.446

Tabella 23: andamento emissioni di gas serra in ipotesi di scenario a legislazione corrente.

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

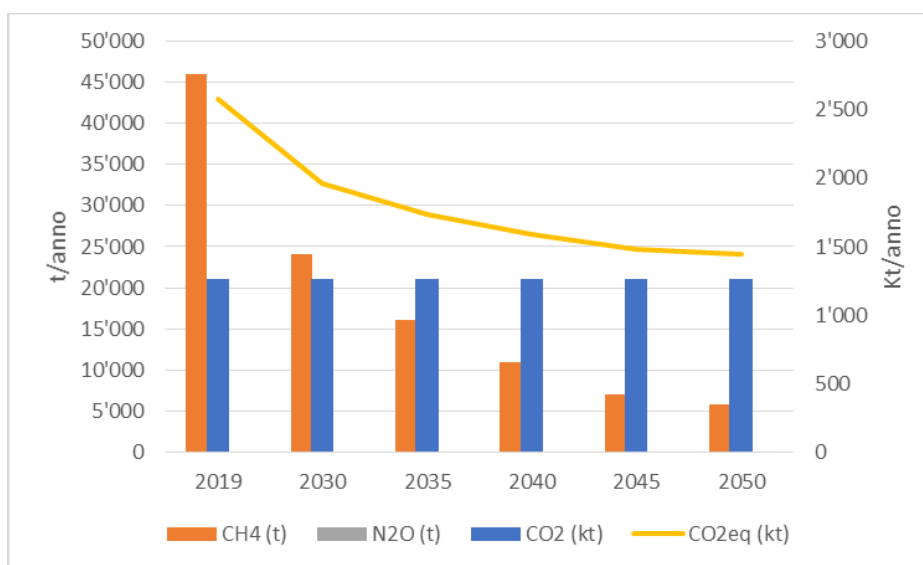


Fig.20: andamento emissioni di gas serra nel settore waste in ipotesi di scenario a legislazione corrente

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

2.2.4 Settore AFOLU

Il settore AFOLU (Agricoltura, Foreste e altri Usi del Suolo) stima le emissioni delle attività agro zootecniche che contribuiscono all'effetto serra con emissioni di metano (CH₄), legate principalmente all'attività di produzione zootecnica, e di protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente dalle colture fertilizzate e gli assorbimenti netti di carbonio dovuti ai diversi usi del suolo.

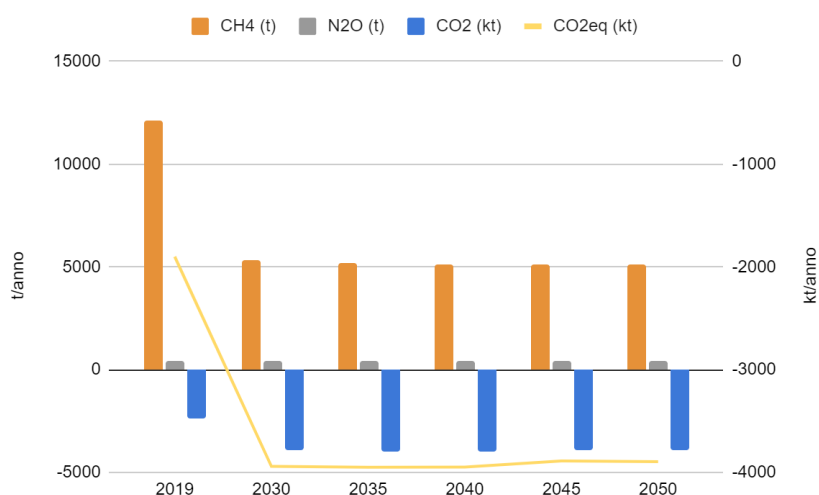


Fig.21: andamento emissioni di gas serra ed assorbimenti di carbonio nel settore AFOLU in ipotesi di scenario a legislazione corrente

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati Regione Emilia-Romagna, ISPRA

Agricoltura (zootecnia)

Il settore agricoltura contribuisce all'effetto serra con emissioni di metano (CH₄), legate principalmente all'attività di produzione zootecnica e di protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente dalle colture fertilizzate.

Le emissioni derivanti dalle attività zootecniche sono dovute all'attività di fermentazione enterica e di gestione delle deiezioni.

La stima delle emissioni derivanti dalle attività agrozootecniche si basa sulla consistenza dei capi allevati per tipologia animale. Tale indicatore è stato utilizzato per stimare le emissioni di metano derivanti dalla fermentazione enterica (ad esclusione dei capi avicoli), le emissioni di metano e protossido di azoto dallo stoccaggio delle deiezioni animali e le emissioni di protossido di azoto dallo spandimento dei reflui zootecnici.

La consistenza dei capi allevati è stata ricavata a partire dai dati riportati nell'Anagrafe Sanitaria Nazionale ed ottimizzata con il contributo dell'Assessorato agricoltura della Regione Emilia-Romagna. Le consistenze zootecniche per tipologia di capo sono riportate nella tabella 24, per gli anni dal 2019 (anno di riferimento) al 2050: in particolare, si ipotizza una leggera decrescita (pari a circa -10%) dei soli capi bovini da carne e una sostanziale consistenza delle altre specie allevate.

	2019 [UBA]	2025 [UBA]	2030 [UBA]	2035 [UBA]	2040 [UBA]	2045 [UBA]	2050 [UBA]
Vacche da latte	395.202	396.497	396.497	396.497	396.497	396.497	396.497
Bovini	56.179	50.561	50.561	50.561	50.561	50.561	50.561
Suini	1.106.684	1.106.684	1.106.684	1.106.684	1.106.684	1.106.684	1.106.684
Avicoli	21.587.570	21.587.570	21.587.570	21.587.570	21.587.570	21.587.570	21.587.570
Ovini, Caprini, Equidi, Conigli	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791

Tabella 24: Consistenze zootecniche [UBA], scenario a Politiche Correnti.

Fonte: Anagrafe Sanitaria e Regione Emilia-Romagna.

La stima delle emissioni di metano e protossido d'azoto dalle attività zootecniche sono state ricavate grazie ad un sistema di fattori di emissione (FE) caratteristici per tipologia di capo e per attività zootecnica.

Lo scenario emissivo di gas serra presenta, di conseguenza, l'andamento riportato in tabella 25.

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CH ₄ -Politiche Correnti [t]	76.889	76.263	76.211	76.158	76.106	76.054	75.983
N ₂ O-Politiche Correnti [t]	1.210	1.212	1.212	1.211	1.210	1.209	1.208
CO _{2eq} [kt/anno] – Politiche Correnti	2.474	2.457	2.455	2.453	2.452	2.450	2.448

Tabella 25: Andamento emissioni di gas climalteranti (N₂O [t], CH₄ [t], CO_{2eq} [kt]): scenario a Politiche Correnti.

Fonte: elaborazione Arpae su dati Anagrafe sanitaria RER e Rapporto IPCC 2019

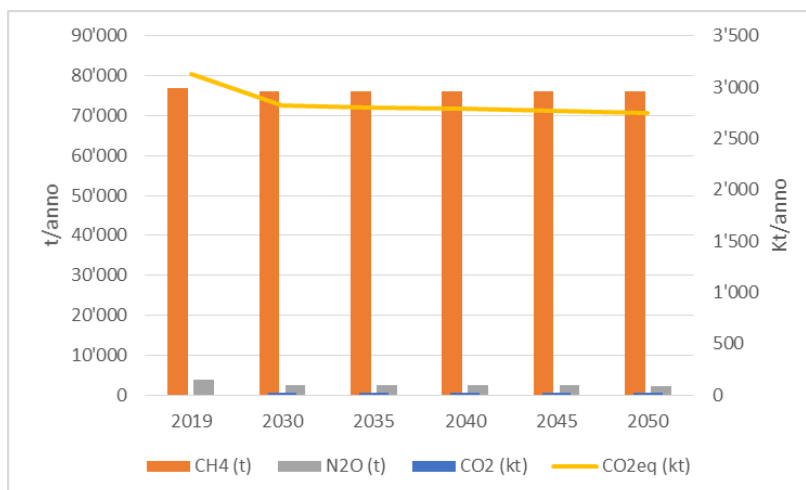


Fig.22: Andamento emissioni di gas climalteranti (N₂O [t], CH₄ [t], CO_{2eq} [kt]): scenario a Politiche Correnti.

Fonte: elaborazione Arpae su dati Anagrafe sanitaria RER e Rapporto IPCC 2019

La riduzione delle emissioni di CO_{2eq}, al 2050, nello scenario a politiche correnti, conferma la staticità del settore agro zootecnico in ipotesi di sola applicazione delle misure previste dalla legislazione corrente. La riduzione infatti si attesta, complessivamente a circa l'1%.

Agricoltura (fertilizzanti)

Le quantità di fertilizzanti applicati in Emilia-Romagna sono state ricavate per l'anno corrente dalla banca dati ISTAT. Lo scenario a politiche correnti di impiego dei fertilizzanti è stato ottenuto proiettando sull'Emilia-Romagna i trend nazionali previsti dalla Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni di gas serra di ISPRA (Peschi et al., 2021). Conoscendo quindi le quantità di prodotto applicate, sono state valutate le emissioni di protossido di azoto dei soli fertilizzanti azotati in base alla metodologia IPCC 2006. Per quanto concerne l'urea è stata stimata anche l'emissione di CO₂ prodotta in fase di applicazione.

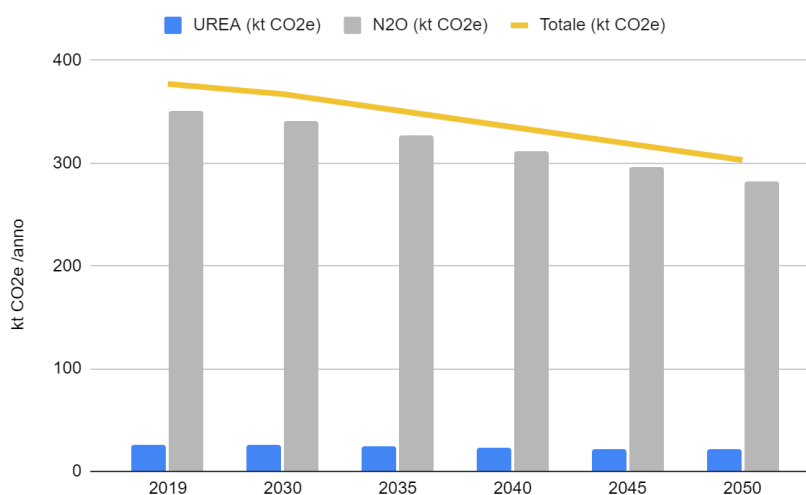


Fig.23: Andamento emissioni di CO₂ e N₂O per lo scenario a Politiche Correnti

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati ISTAT

Agricoltura (uso del suolo agricolo)

Il cambio di gestione dei suoli agricoli comporta una modifica del contenuto di carbonio organico. Esso viene valutato seguendo le linee guida IPCC 2006. Nello specifico, per questa voce di bilancio viene considerata la modifica di gestione della superficie agricola; ad ogni tipo di gestione è associato un fattore correlato al carbonio organico presente nei primi 30 cm di suolo (i fattori sono distinti se si tratta di colture arboree o erbacee). I sistemi di coltivazioni presi in considerazione sono convenzionale, integrato e biologico. I dati delle superfici agricole derivano dalla Mappa di Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna per l'anno 2017. E' stata applicata una variazione costante delle superfici coltivate, a partire dai dati osservati, per la proiezione al 2050.

Come indicato nella strategia del Complemento di Programmazione per lo sviluppo rurale dell'Emilia-Romagna, è stato considerato l'obiettivo della Strategia Farm to Fork di investire entro il 2030 ad agricoltura biologica almeno il 25% della superficie agricola totale. Il riferimento per gli anni successivi al 2030 e per gli altri metodi di agricoltura è la Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni di gas serra di ISPRA (Peschi et al. 2021).

Le risaie in Emilia-Romagna ricoprono un ruolo secondario (coprono lo 0.5% della SAU). Tuttavia, questi tipi di impianti sono da monitorare attentamente a causa delle non trascurabili emissioni di gas metano dovute all'ambiente anaerobico durante il ciclo colturale. A causa dell'ingente quantità di risorsa idrica di cui tali coltivazioni necessitano, negli ultimi anni si è assistito ad una contrazione degli ettari dedicati a questa coltura. Nello scenario a politiche correnti vengono considerate costanti le variazioni dei dati di superficie degli ultimi anni.

Per i suoli ricchi di sostanza organica, inoltre, IPCC pone una perdita media di 10 tC/ha. In regione Emilia-Romagna questo tipo di terreni sono localizzati nel Mezzano (provincia di Ferrara).

Agricoltura (biomasse)

Per questa voce di bilancio vengono considerate biomasse relative ad arboricoltura da frutto e da legno. Viene considerato il carbonio stoccato nel legno e quello perso a causa di espanti. Inoltre, nel calcolo si tiene conto della durata dell'impianto. La metodologia applicata per l'arboricoltura da frutto è tratta da IPCC 2006, mentre per l'arboricoltura da legno è stata applicata la parametrizzazione del Refinement IPCC 2019.

La variazione di superficie a colture arboree è stata desunta dagli attuali trend derivati dai dati di uso del suolo delle Regione Emilia-Romagna.

Agricoltura (biochar)

Il biochar ricopre una quota di mercato degli ammendanti minima, ma in grossa crescita. Nel 2021 la produzione europea (EU27) di biochar è stata di circa 35 kt. Si assume un trend di crescita del biochar sul territorio UE27 al 2030 come da Garcia et al., 2022. Per gli anni successivi in assenza di ulteriori dati si è ipotizzato un costante incremento di produzione del materiale. A partire dai dati europei è stata effettuata una regionalizzazione dell'impiego di biochar, facendo un rapporto tra popolazione regionale ed europea (dati Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>). Il metodo di calcolo adottato per lo stoccaggio di carbonio nel suolo proviene dal Refinement IPCC 2019.

Molluschicoltura

I dati di partenza sono le produzioni di vongole e cozze per l'anno 2021 fornite dal Consorzio mitilicoltori dell'Emilia-Romagna. In accordo con il Consorzio, il dato di produzione 2021 è mantenuto costante per tutto il trentennio. La quantificazione della CO₂eq assorbita deriva dalla pubblicazione Tamburini et al., 2022.

Foreste

- Stoccaggio di carbonio da superficie forestale

Lo stoccaggio di carbonio forestale dipende in primo luogo dalla superficie forestale coinvolta. La copertura forestale è prevista in aumento nei prossimi anni secondo il trend osservato regionale. La trasformazione a carbonio stoccato viene poi effettuata con la valutazione dell'incremento di volume e quindi biomassa seguendo la metodologia IPCC 2006 con parametrizzazione ottenuta dall'inventario nazionale forestale 2015. La produzione primaria lorda delle specie arboree sul periodo 2020-2050 viene supposta invariata come suggerito da Fibbi et al. (2019). Tasso di mortalità naturale assunto costante per tutti e tre gli scenari fornito dal prof. Vacchiano e pari 1,16% della superficie.

- Incendi forestali

In mancanza di informazioni a livello regionale, è stata fatta una stima base agli scenari ISPRA a livello nazionale riportati sul territorio regionale (Peschi et al. 2021), secondo cui è stato incluso anche un aumento significativo di frequenza/intensità degli incendi con danno stimato al 100% sulla superficie coinvolta.

- Perdita di carbonio da tagli

In mancanza di previsioni di concessioni a livello regionale, è stato considerato il valore medio degli ultimi anni. La conversione a biomassa persa per taglio segue la metodologia IPCC 2006.

Praterie e Brughiere

I calcoli si basano sull'estensione di prati e brughiere derivata da dati di uso del suolo della Regione. Nello specifico, questa voce di bilancio è stata scomposta in: brughiere d'alta quota; superfici di pianura coperte da erbacee naturali non coltivate; coltivazione di foraggiere permanenti. La metodologia applicata deriva da IPCC 2006 con parametri ricavati dall'Inventario nazionale delle emissioni ISPRA 2019. In ottica di scenario a legislazione corrente è stato ipotizzato un trend derivato dalle osservazioni.-

Insedimenti

Il cambio di gestione di uso del suolo da terreno ad area impermeabilizzata comporta una perdita netta di carbonio. In Emilia-Romagna tale calcolo si basa sui dati dell'uso del suolo regionale, dai quali è stato derivato e posto come costante il trend al 2050. Le previsioni di superficie di suolo consumato vengono successivamente trasformate in tonnellate di carbonio perso, secondo la metodologia IPCC 2006 e tramite le parametrizzazioni utilizzate da ISPRA per l'inventario nazionale delle emissioni 2019.

Afforestazione urbana

L'afforestazione urbana ricopre un ruolo molto importante per l'adattamento al cambiamento climatico, tanto che in diverse regioni italiane sono in atto diverse iniziative volte ad aumentare la resilienza delle aree urbane. Tra i diversi benefici dell'afforestazione si deve considerare anche la mitigazione del cambiamento climatico dovuto allo stoccaggio di carbonio nella biomassa. Attraverso la procedura messa a punto dal Prof. Giorgio Vacchiano per alcuni comuni della regione Lombardia è possibile valutare l'effetto del progetto "[Mettiamo radici per il futuro](#)" che sta portando alla piantumazione di 4,5 milioni di alberi in Emilia-Romagna. La parametrizzazione delle specie arboree è stata condivisa con ISPRA.

Zone Umide

Il calcolo per le zone umide si basa sia per metodologia che per parametrizzazione su IPCC 2006. Lo scenario a politiche correnti pone come costanti le superfici di tale categoria, sulla base dei dati di uso del suolo e riguarda il calcolo di carbonio stoccato ed emissioni di metano e di protossido di azoto. Pur

rientrando nella categoria Zone umide, le torbiere sono state oggetto di ulteriore approfondimento, poiché sono ambienti di particolare interesse naturalistico e inclusi in parte nella rete Natura 2000. In Emilia-Romagna tali ecosistemi non sono utilizzati a fini estrattivi ma si tratta di ambienti umidi all'interno dei quali possono anche essere inclusi terreni potenzialmente ripristinabili a torbiere che possono garantire uno stoccaggio di carbonio, seppur in quantitativi molto inferiori rispetto ad un ambiente forestale.

Per questi ambienti, il calcolo si basa su metodologia e parametri IPCC 2006, che fornisce un valore di default di biomassa stoccata all'anno in torbiera non utilizzata a fini estrattivi. Inoltre, l'allegato 3 di IPCC 2006 fornisce una metodologia per la stima di CH₄ proveniente da torbiera.

Prodotti di origine legnosa - Harvested Wood Products (HWP)

Gli HWP hanno un trend di crescita stimato al 2030 a livello Unione europea come in Grassi et al. 2018. Per la regione Emilia-Romagna, in assenza di altri dati, si suppone che il trend di crescita sia coerente con quello europeo, calcolato proporzionalmente sulla base della popolazione. Il carbonio stoccato all'interno degli HWP viene determinato attraverso il calcolo proposto da IPCC 2006.

Emissioni Naturali di Metano

L'Emilia-Romagna possiede nel sottosuolo diversi siti con gas naturale di cui la componente principale è il metano. Sono presenti emissioni naturali di metano divise in macro e micro-perdite. Le macro-perdite naturali sono costantemente monitorate mentre per le micro perdite si può, al momento, solo fornire una stima che varia anche di diversi ordini di grandezza. Per gli scenari, come fatto per il calcolo della baseline 2019, vengono considerate solo le macro-perdite di gas metano che possiamo porre costanti fino al 2050. I valori sono tratti da Etiope et al. 2007.

Nell'**Allegato 5** sono riportati gli approfondimenti sulle metodologie di calcolo per il settore AFOLU.

2.3 I risultati dello scenario emissivo a politiche correnti al 2050

Sulla base delle metodologie esposte, nel capitolo precedente, sono stati elaborati i trend emissivi quantitativi regionali a politiche correnti per ciascun settore.

Nel quadro generale, dove sono inclusi tutti i settori IPCC, si osserva come, applicando le misure previste nella normativa e nella pianificazione attualmente vigente, **al 2050 purtroppo le emissioni si riducono solamente del 58% rispetto ai valori del 2019, raggiungendo circa 16,8 MtCO₂eq.**

In **Allegato 1** si riportano i trend rappresentati sia settorialmente che riassunti in un quadro generale, sia in valore assoluto (in termini di tonnellate di CO₂eq) che in variazione percentuale rispetto alla baseline.

Evoluzione delle emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

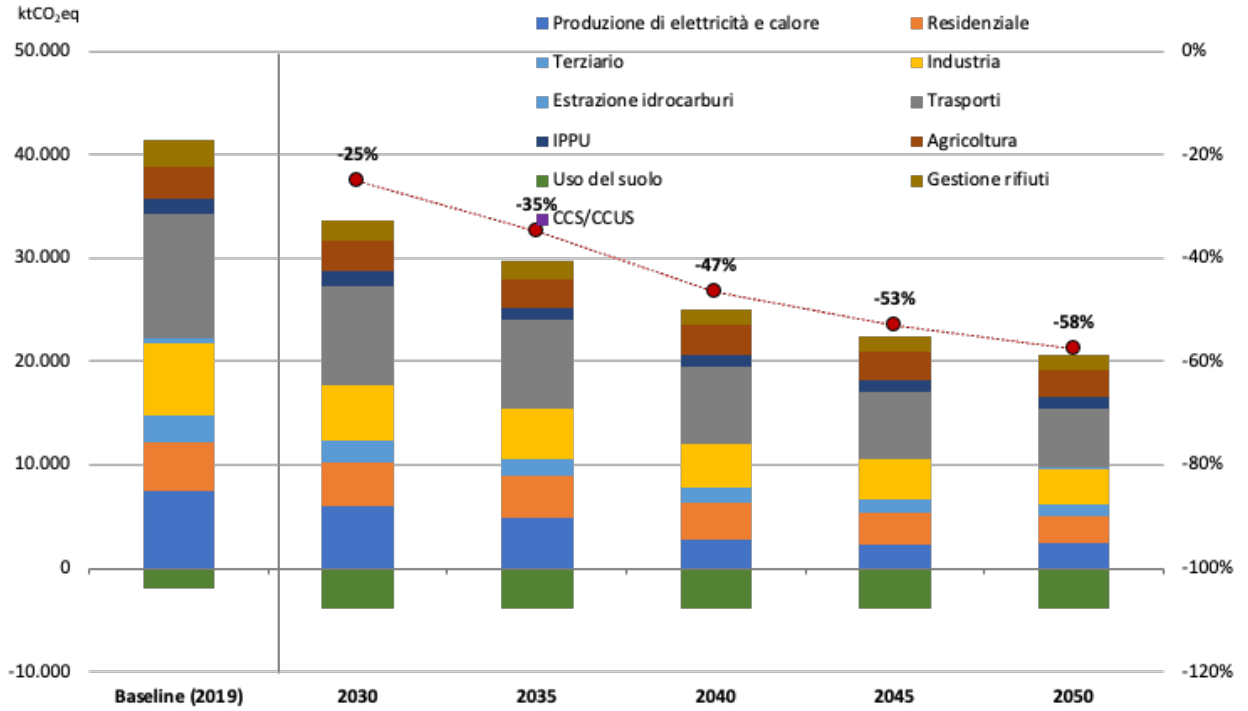


Fig.24 – Evoluzione delle emissioni serra Emilia-Romagna nello scenario a politiche correnti

Fonte: Elaborazione ART-ER e ARPAE su dati indicati in Sezione 2

SEZIONE 3 - SCENARIO DI DECARBONIZZAZIONE PER RAGGIUNGERE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050

In questa sezione viene presentato lo scenario di decarbonizzazione per raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050.

Nei capitoli che seguono verranno descritte le metodologie per la definizione degli scenari di decarbonizzazione, incluse le policy ipotizzate per ciascun settore IPPC.

E' importante sottolineare che erano stati elaborati due scenari di decarbonizzazione solo per il settore ENERGY, ipotizzando mix di policy differenti, le cui assunzioni sono riportate in **Allegato 3**. Lo scenario di decarbonizzazione per il settore Energy presentato di seguito rappresenta un ulteriore scenario, le cui ipotesi di policy sottostanti possono essere considerate una "sintesi" dei precedenti, come meglio descritto nel capitolo che segue. **Questo ulteriore scenario è quello utilizzato per il calcolo della riduzione delle emissioni.**

Per la costruzione degli scenari di decarbonizzazione si è tenuto conto dei target europei, nazionali e regionali definiti negli atti normativi e negli strumenti di programmazione già approvati come ad esempio il Regolamento europeo sul clima, il cc.dd. 'Pacchetto Fitfor55', il Patto Lavoro e Clima, il PAIR 2030, la Strategia regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. I target definiti nei suddetti documenti sono assunti come target **obbligatori** di cui tenere conto per gli **scenari di decarbonizzazione**.

Le variabili esogene, settoriali e tecnologiche utilizzate e necessarie per la definizione degli scenari sono specifiche per ciascun settore considerato.

3.1 Settore ENERGY

In questo capitolo vengono illustrate le principali ipotesi per la definizione dello scenario di neutralità carbonica per il settore Energy, ovvero nei principali settori di uso finale dell'energia (in particolare per quanto riguarda il settore industria, i trasporti e gli edifici) e nel settore della produzione di energia elettrica.

A tal fine sono state considerate le misure europee (Green Deal e pacchetto Fit for 55, REPower EU, ecc.), nazionali e regionali (PRIT 2025, PR FESR 2021-2027, PAIR 2030, PER 2030, ecc.).

Inoltre, laddove opportuno, sono state considerate le ipotesi alla base dello Scenario Net Zero Emissions ("NZE Scenario") dell'International Energy Agency (IEA), e in particolare i seguenti documenti:

- International Energy Agency, *World Energy Outlook 2022*, 2022
- International Energy Agency, *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021 e 2023 update

Per la costruzione degli scenari di decarbonizzazione si è tenuto conto dei target contenuti nel Patto per il Lavoro e il Clima, dove la Regione prevede di raggiungere la **decarbonizzazione prima del 2050 e di passare al 100% di energie rinnovabili entro il 2035**. La Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile ha inoltre indicato l'obiettivo **al 2030 di riduzione delle emissioni climalteranti del 55%** rispetto ai valori del 1990, assumendo il target approvato dalla nuova Legge Europea sul Clima ed elevando di 15 punti percentuali il valore precedentemente stabilito dall'UE e fatto proprio dal Piano Energetico Regionale 2030 (40%).

Per raggiungere il net-zero carbon prima del 2050, si sono inizialmente sviluppati due possibili scenari di decarbonizzazione che contengono scelte di policy differenti, pur mantenendo come pilastri

fondamentali e comuni a tutti gli scenari, gli obiettivi quantitativi del Patto Lavoro e Clima e i target presenti nella normativa europea in materia anche in fase di approvazione.

L'approccio seguito propone di differenziare questi due scenari attraverso la seguente impostazione generale:

- uno **scenario di forte efficientamento e sviluppo delle fonti rinnovabili** (c.d. "scenario **EE+FER**"), dove i principali driver di decarbonizzazione sono l'efficienza energetica e la diffusione delle fonti rinnovabili nei consumi energetici finali: questo scenario parte dal presupposto di sfruttare maggiormente le infrastrutture energetiche già esistenti, come ad esempio quelle del gas naturale, attraverso la progressiva sostituzione dei combustibili fossili attraverso fonti rinnovabili (ad es. biometano nel caso del gas naturale);
- uno **scenario di forte elettrificazione e penetrazione dell'idrogeno** (c.d. "scenario **ELE+H2**"), dove i principali driver di decarbonizzazione sono in questo caso una forte elettrificazione e una massiccia penetrazione dell'idrogeno sia lato consumi finali sia lato produzione elettrica: questo scenario si basa pertanto su una maggiore riorganizzazione delle infrastrutture legate alla produzione, al trasporto e alla distribuzione dell'energia, dovendo accogliere volumi significativi sia di idrogeno che di produzioni elettriche rinnovabili intermittenti necessarie per la produzione dell'idrogeno stesso.

In **Allegato 3** sono riportate le ipotesi sottese alla definizione di questi due scenari.

Non trattandosi di due scenari alternativi, ma di due approcci che sono caratterizzati da misure di decarbonizzazione sostanzialmente simili ma con intensità e tempistiche di adozione relativamente diverse tra uno scenario e l'altro, **si è proceduto alla realizzazione di un terzo scenario di decarbonizzazione, che rappresenta la sintesi dei precedenti due (c.d. "scenario DEC"), che rappresenta quello finale considerato nel presente documento e le cui principali ipotesi e risultati sono riportati di seguito.**

Settore/ambito	Scenario finale di decarbonizzazione (Scenario DEC)
Produzione elettrica	<ul style="list-style-type: none"> · Copertura nel 2035 del 100% dei consumi elettrici con FER · Forte sviluppo delle rinnovabili, soprattutto fotovoltaico ed eolico (incl. parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini) · Blending dell'H₂ nelle centrali termoelettriche in co-combustione con il gas naturale fino al 50% nel 2050
Residenziale	<ul style="list-style-type: none"> · Più che raddoppio del tasso di riqualificazione degli edifici · Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) · Modifiche comportamentali e approcci diversi all'abitare (ad es. riduzione delle temperature interne, utilizzo in condivisione di apparecchi ed elettrodomestici, ecc.)
Industria	<ul style="list-style-type: none"> · Forte efficientamento · Forte elettrificazione · Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) · Penetrazione dell'H₂ (solo nei settori hard to abate)
Servizi	<ul style="list-style-type: none"> · Forte efficientamento · Forte elettrificazione · Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) · Bassa penetrazione dell'H₂
Agricoltura e pesca	<ul style="list-style-type: none"> · Forte efficientamento · Forte consumo di bioenergie (soprattutto biometano) per usi termici e forza motrice
Trasporti	<ul style="list-style-type: none"> · Maggiore ricorso allo smart working e ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento (riempimento) dei veicoli · Forte incremento del trasporto pubblico · Elettrificazione spinta del trasporto pubblico e privato · Forte penetrazione dei biocarburanti (in particolare HVO e biometano) di H₂ e di carburanti sintetici nel trasporto merci, aviazione e navigazione · Alta penetrazione dell'H₂ nel trasporto pubblico e merci

Settore/ambito	Scenario finale di decarbonizzazione (Scenario DEC)
CCUS/CCS	· CCUS nei settori industriali hard to abate e nella produzione elettrica fossile residua

Tabella 26: Scenario di decarbonizzazione del settore ENERGY in Emilia-Romagna

Fonte: Elaborazione ART-ER e Regione Emilia-Romagna.

Variabili macroeconomiche

Le variabili macroeconomiche adottate nello scenario di decarbonizzazione sono le medesime dello scenario a politiche correnti, per le quali si rimanda al paragrafo 2.2.1.

Produzione elettrica

Nel settore della produzione elettrica, le principali ipotesi adottate nello scenario di decarbonizzazione sono le seguenti:

- copertura nel 2035 del 100% dei consumi elettrici attraverso fonti rinnovabili, come previsto dal Patto per il Lavoro e il Clima regionale;
- forte sviluppo delle rinnovabili, soprattutto fotovoltaico ed eolico (incl. parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini);
- blending dell'H₂ (idrogeno) nelle centrali termoelettriche in co-combustione con il gas naturale crescente fino al 50% nel 2050³⁴.

La tabella 27 contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Generazione totale	Crescita produzione elettrica	Produzione sufficiente a coprire il fabbisogno lordo regionale (incl. produzione di idrogeno)	
Energie rinnovabili	Realizzazione dei parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini	Copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035	
Idrogeno	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @5%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @20%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @50%
Gas naturale	Diminuzione della capacità installata doppia rispetto allo scenario a politiche correnti		
	-4,3% annuo	-16,2% annuo	-2,5% annuo
Carbone	n.a.	n.a.	n.a.
Nucleare	n.a.	n.a.	n.a.
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)

Tabella 27: Principali ipotesi nel settore della GENERAZIONE ELETTRICA nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Nello scenario di decarbonizzazione, come detto, si è assunto di coprire la richiesta di energia elettrica attraverso produzione rinnovabile a partire dal 2035. Ciò impone una penetrazione massiccia di rinnovabili soprattutto nel primo periodo, con la necessità di installare più di 1,5 GW all'anno in impianti a fonti rinnovabili (sostanzialmente fotovoltaico) e un crollo della produzione termoelettrica da fonte fossile, peraltro progressivamente miscelata ad idrogeno per ridurre le emissioni serra residue.

³⁴ L'utilizzo di idrogeno verde in blending con il gas naturale, in accordo con gli scenari globali di decarbonizzazione, pur rappresentando elementi di criticità in termini di bilancio energetico complessivo e quindi da attuare solo in casi di eccesso di disponibilità di idrogeno verde e in via transitoria, consente utilizzando impianti già esistenti, di garantire una produzione elettrica flessibile indispensabile per il bilanciamento del sistema elettrico complessivo, in una logica di forte penetrazione di produzioni rinnovabili non dispacciabili.

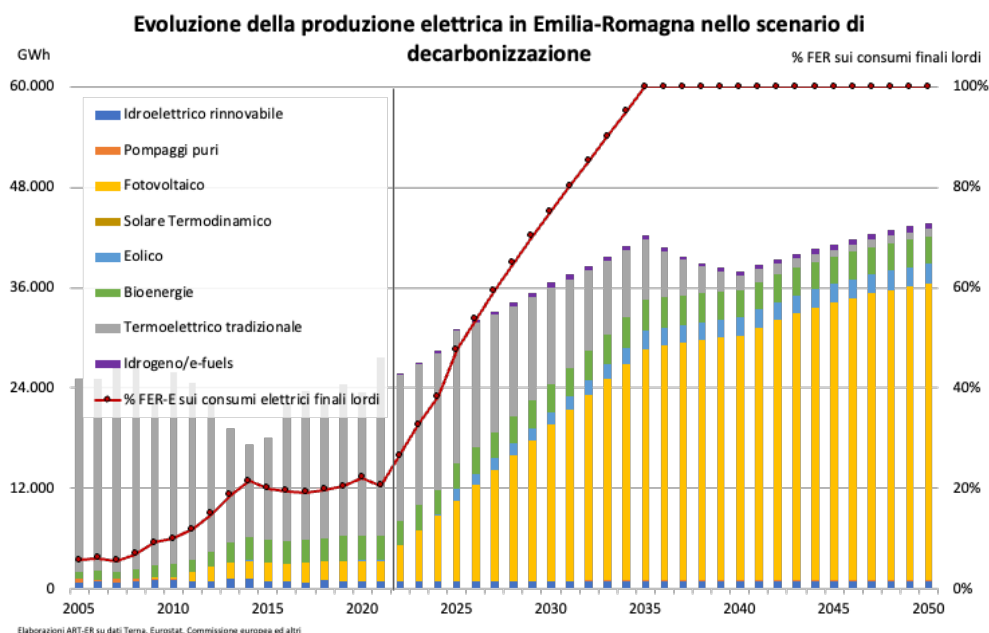


Fig.25 – Evoluzione della produzione elettrica in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione
 Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea e altri

Nello scenario di decarbonizzazione si prevede, nel 2050, una potenza fotovoltaica installata pari a circa 32 GW. Ciò determina, in termini del tutto generali, un’occupazione di circa 45 mila ettari, pari a circa il 4,3% della superficie agricola utilizzata (SAU) regionale³⁵. Si segnala, a questo riguardo, una stima elaborata dal JRC del potenziale fotovoltaico in Emilia-Romagna che indica circa 12 GW installabili su coperture e facciate, circa 59 GW sul 3% delle aree agricole e circa 9 GW sul 3% delle aree naturali³⁶. In questo scenario, l’enorme aumento delle installazioni a fonti rinnovabili consentirebbe di coprire i consumi interni di energia elettrica, e la produzione termoelettrica da fonte fossile/idrogeno determinerebbe un surplus (per quanto contenuto) di produzione elettrica, tale da rendere l’Emilia-Romagna esportatrice di elettricità verso altre Regioni, soprattutto nel primo periodo. In aggiunta alla produzione di idrogeno verde, determinata dal surplus di energia elettrica da fotovoltaico, da utilizzarsi nei settori produttivi che non possono essere elettrificati, potrà essere valutata ed oggetto di sperimentazioni, la produzione del cc.dd “idrogeno low carbon” anche per ottimizzare il recupero della frazione non organica dei rifiuti solidi urbani e di eventuali biomasse disponibili a tali scopi. La produzione di tale idrogeno, nel caso di utilizzo di rifiuti, vede comunque una frazione residua di Carbonio o CO₂ e non può infatti essere considerato neutrale fino a che non venga utilizzata una tecnologia per il recupero di tale frazione residua.

³⁵ Fonte: 7° Censimento generale dell’agricoltura, disponibile [qui](#).

³⁶ Fonte: <https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/id-00138#datasets>

Evoluzione del bilancio elettrico in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

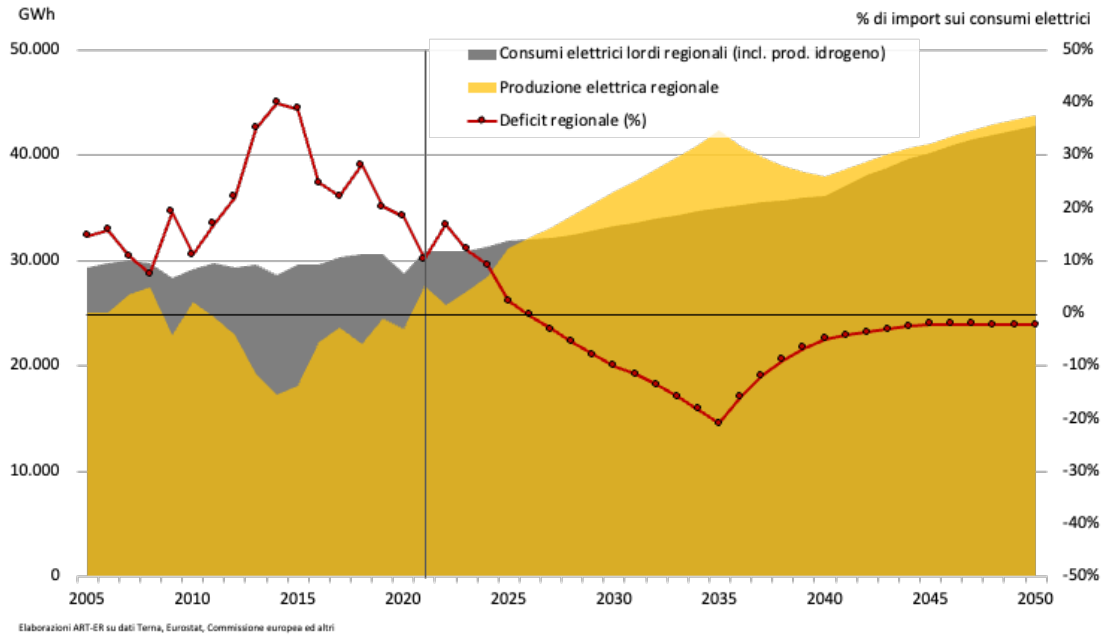


Fig.26 – Evoluzione del bilancio elettrico in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea e altri

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra per la produzione elettrica, nello scenario di decarbonizzazione si raggiunge nel 2050 un calo del -89% rispetto al 2019 (escluso l'import).

Evoluzione delle emissioni serra nella produzione elettrica in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

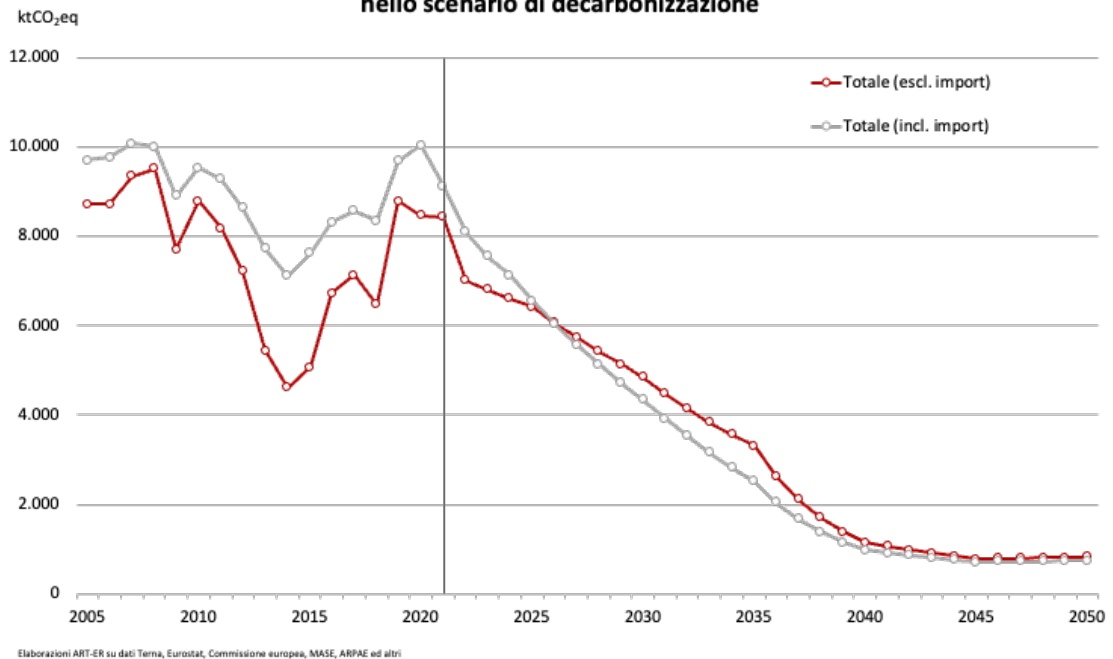


Fig.27 – Evoluzione del bilancio elettrico in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Terna, Eurostat, Commissione europea, MASE, ARPAE e altri

Industria, servizi, agricoltura e pesca

Nei settori economici, le principali ipotesi adottate nello scenario di decarbonizzazione sono le seguenti:

- forte efficientamento in tutti i settori;
- forte elettrificazione in particolare nell'industria e nei servizi;
- forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) in tutti i settori;
- forte consumo di bioenergie (soprattutto biometano) per usi termici e forza motrice in agricoltura;
- penetrazione dell'idrogeno limitata ai settori hard to abate (e in misura molto contenuta nei servizi).

Le seguenti tabelle 28 e 29 contengono i target per lo scenario di decarbonizzazione, in particolare nell'industria e nei servizi.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 34% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 48% di elettricità sul consumo finale totale	~ 56% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 20% di FER sul consumo finale totale	~ 30% di FER sul consumo finale totale	~ 36% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 1,5% di H ₂ nella domanda di calore	~ 4,8% di H ₂ nella domanda di calore	~ 7,0% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 47% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 27% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 15% di combustibili fossili sul consumo finale totale
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)

Tabella 28: Principali ipotesi nel settore INDUSTRIA nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 35% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 38% di elettricità sul consumo finale totale	~ 38% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 32% di FER sul consumo finale totale	~ 46% di FER sul consumo finale totale	~ 54% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 0,3% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,7% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,9% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 33% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 16% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 8% di combustibili fossili sul consumo finale totale

Tabella 29: Principali ipotesi nel settore SERVIZI nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Nello scenario di decarbonizzazione i consumi energetici dell'industria e dei servizi subiscono un efficientamento massiccio, con un sostanziale abbandono dei consumi di fonti fossili (soprattutto metano) a favore di energia elettrica, fonti energetiche rinnovabili e idrogeno verde.

In questo scenario la riduzione delle emissioni di gas serra per l'industria si attesta, nel 2050, a circa il -88% rispetto al 2019, mentre per i servizi la riduzione raggiunge il -86%.

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore INDUSTRIA in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

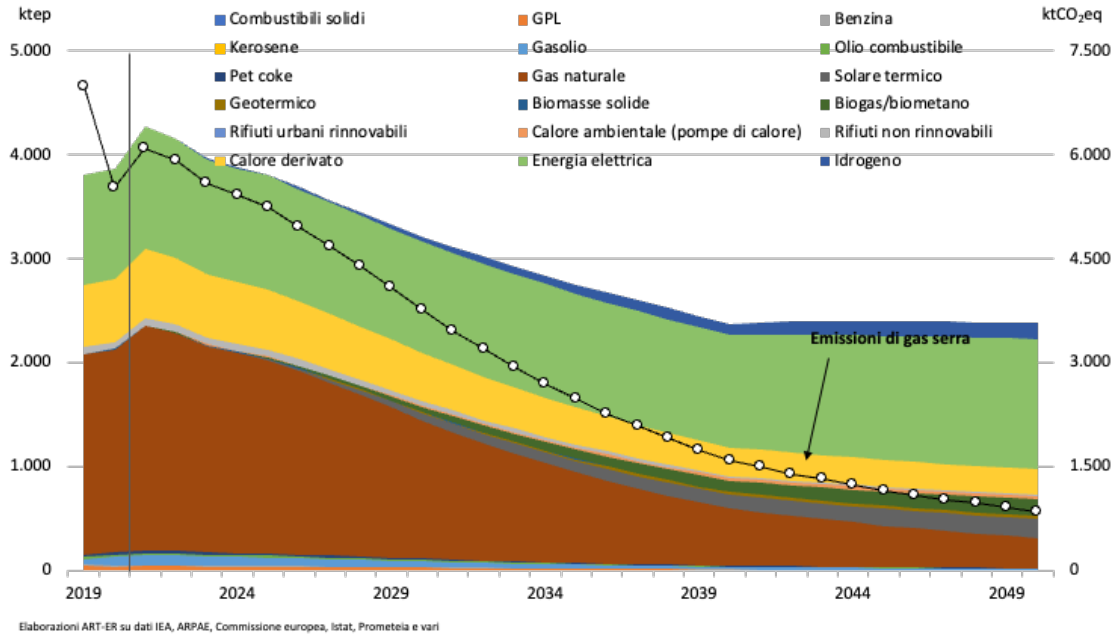


Fig.28 – Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore INDUSTRIA in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Commissione europea, Istat, Prometeia e vari

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore COMMERCIO e SERVIZI in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

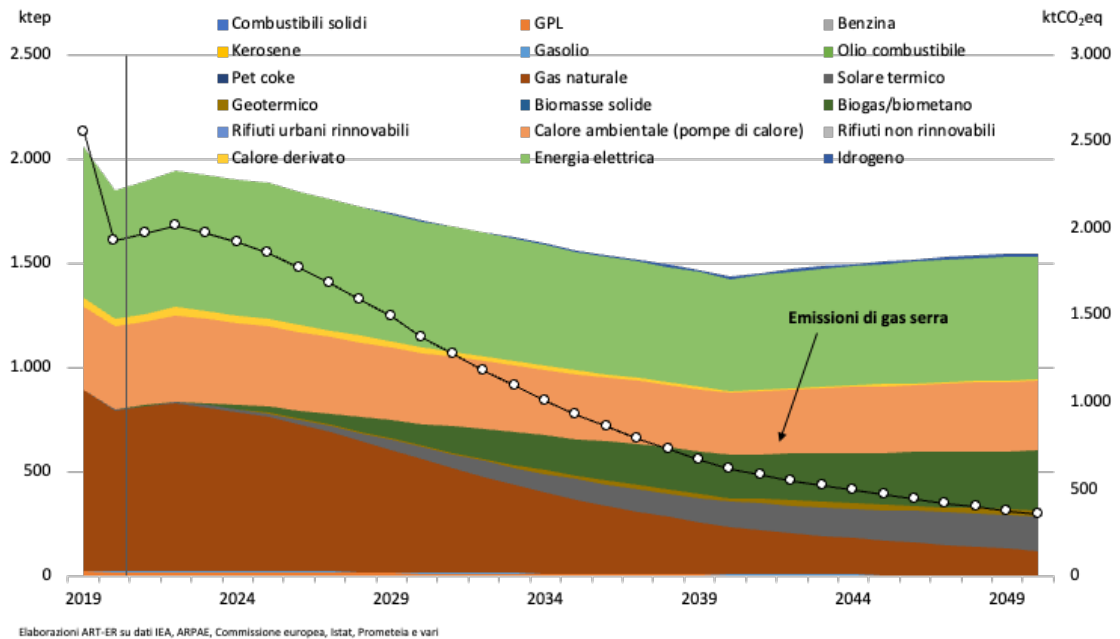


Fig.29 – Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore COMMERCIO e SERVIZI in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, Commissione europea, Istat, Prometeia e vari

Residenziale

Nel settore residenziale, le principali ipotesi adottate nello scenario di decarbonizzazione sono le seguenti:

- nuovi edifici a emissioni zero a partire dal 2030;
- più che raddoppio dell'attuale tasso di riqualificazione degli edifici in modo da raggiungere i target di efficienza proposti a livello UE per le abitazioni nel 2030 e nel 2033;
- forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore);
- modifiche comportamentali e approcci diversi all'abitare (ad es. riduzione delle temperature interne, utilizzo in condivisione di apparecchi ed elettrodomestici, ecc.).

La tabella 30 contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Più che raddoppio del tasso medio di riqualificazione energetica degli edifici esistenti		
	-	Tutti i nuovi edifici a zero emissioni	
	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 50% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 65% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 80% rispetto al livello del 2020
Elettrificazione e pompe di calore	~ 23% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 29% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 34% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici
Energie rinnovabili	~ 23% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 31% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 32% di FER termiche nel consumo degli edifici
Idrogeno	Non applicato	Non applicato	Non applicato

Tabella 30: Principali ipotesi nel settore RESIDENZIALE nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Di seguito le ipotesi adottate per questo scenario relative alle percentuali di nuove installazioni delle diverse tipologie di alimentazione degli impianti termici nel settore residenziale. Dato l'attuale forte sbilanciamento del parco impianti termici a favore del gas naturale e i vincoli tecnici per una sua completa sostituzione a favore di altre tipologie impiantistiche alimentate da fonti rinnovabili (in particolare pompe di calore), nello scenario di decarbonizzazione si è previsto il rinnovamento di una porzione degli impianti a gas attraverso l'utilizzo del biometano (intendendo in questo senso anche i Certificati di Origine del metano di origine biologica).

Solare termico	20%	20%	20%
Geotermico	5%	8%	10%
Biometano	40%	33%	25%
Pompe di calore	35%	40%	45%

Tabella 31: Percentuale nuove installazioni di impianti termici nel settore RESIDENZIALE nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Il forte efficientamento previsto nello scenario di decarbonizzazione determina un drastico calo dei consumi energetici soprattutto nel settore del riscaldamento, sia grazie ad una minore domanda di riscaldamento (sia per progressivo efficientamento degli edifici che per un progressivo aumento delle temperature invernali) sia per la completa sostituzione degli impianti di riscaldamento con apparecchi più efficienti.

Evoluzione dei consumi energetici finali nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

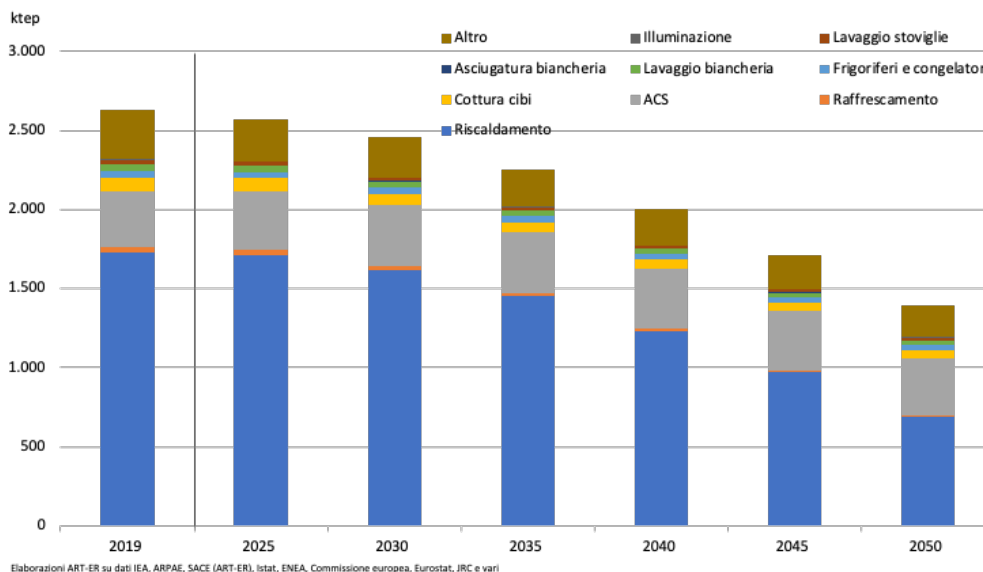


Fig.30 – Evoluzione dei consumi energetici finali per settore di impiego nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

Grazie agli ingenti investimenti in ambito tecnologico, i consumi di gas nel 2050 risultano circa un quarto di quelli registrati nell’anno base; la forte diffusione di tecnologie rinnovabili, il forte efficientamento degli edifici e la modifica dei comportamenti degli utenti in ambito domestico (ad es. riduzione delle temperature interne, ecc.) rappresentano le leve principali che guidano questa riduzione.

Evoluzione dei consumi energetici finali per fonte nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

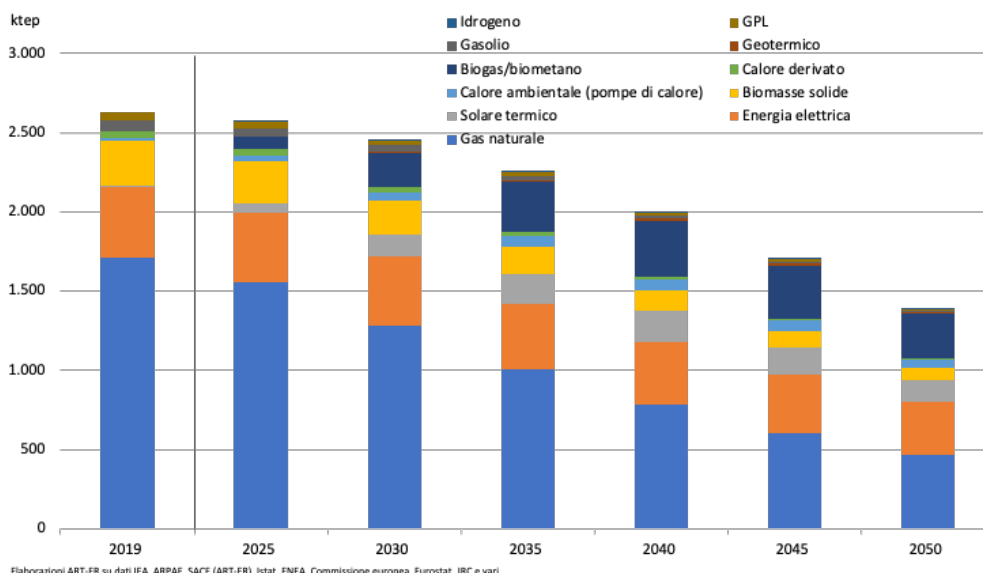


Fig.31 – Evoluzione dei consumi energetici finali per fonte nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

Ciò consente, nel settore domestico, di raggiungere nel 2050, nello scenario di decarbonizzazione, una riduzione delle emissioni di gas serra pari a circa il -75% rispetto all’anno base.

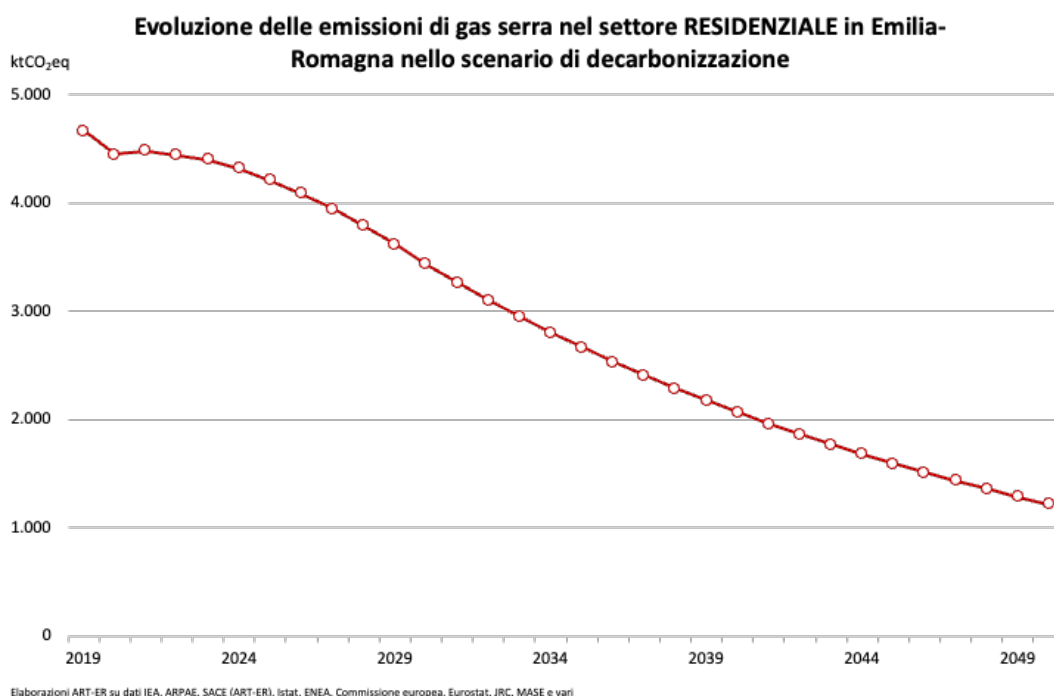


Fig.32 – Evoluzione delle emissioni di gas serra nel settore RESIDENZIALE in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati ARPAE, SACE (ART-ER), Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC, MASE e vari

Trasporti

Nel settore trasporti, le principali ipotesi adottate nello scenario di decarbonizzazione sono le seguenti:

- maggiore ricorso allo smart working e ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento (riempimento) dei veicoli;
- forte incremento del trasporto pubblico;
- elettrificazione spinta del trasporto pubblico e privato;
- forte penetrazione dei biocarburanti (in particolare HVO e biometano), di H2 e di carburanti sintetici nel trasporto merci, aviazione e navigazione;
- alta penetrazione dell’H2 nel trasporto pubblico e merci.

La tabella 32 contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione.

2020 - 2030		2030 - 2040		2040 - 2050	
“Avoid”					
Smart working	Utilizzo dello smart working per il 5% degli spostamenti privati a partire dal 2025 e del 10% a partire dal 2030				
Riduzione degli spostamenti	Ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento dei veicoli				
	+10% riempimento medio	+20% riempimento medio	+30% riempimento medio		
“Shift”					
Shift modale	Maggiore incremento del trasporto pubblico				
“Improve”					
Tassi di rinnovo dei veicoli	Tassi di rinnovo dei veicoli analoghi a quelli dell’ultimo triennio (2019-2021)				

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Autovetture	36% delle vendite di auto sono BEV ³⁷ e FCEV ³⁸	Nessuna nuova vendita di auto con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali leggeri	% di vendite di BEV e FCEV del 30% inferiori rispetto alle autovetture	Nessuna nuova vendita di LDV ³⁹ con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali pesanti	% di vendite di BEV e FCEV tali da raggiungere circa il 2% del circolante	100% delle vendite di HDV ⁴⁰ sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV
Autobus	Tassi di rinnovo dei veicoli coerenti con una vita media di 8-9 anni		
	60% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV
Motocicli	10% delle vendite di motocicli sono elettrici	50% delle vendite di motocicli sono elettrici	100% delle vendite di motocicli sono elettrici
Biocarburanti	~ 25% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 45% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 70% miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano
	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 40% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 60% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 34% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 50% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione
Idrogeno e combustibili sintetici a base di idrogeno	~ 1% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 11% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 20% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 5% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 22% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 40% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione

Tabella 32: Principali ipotesi nel settore dei TRASPORTI nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Nella tabella 33 sono riportate le ipotesi adottate per questo scenario relative alle quote di immatricolazioni delle diverse tipologie di veicoli.

37 BEV: Battery Electric Vehicle

38 FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle

39 LDV: Light Duty Vehicle

40 HDV: Heavy Duty Vehicle

Tipologia di veicolo	Alimentazione	2030	2040	2050
Autovetture	Benzina	10%	0%	0%
Autovetture	Metano	10%	0%	0%
Autovetture	Gasolio	4%	0%	0%
Autovetture	Ibrido benzina	35%	0%	0%
Autovetture	Ibrido gasolio	5%	0%	0%
Autovetture	Elettricità	36%	95%	90%
Autovetture	Idrogeno	0%	5%	10%
Autovetture	Totale	100%	100%	100%
Veicoli commerciali leggeri	Gasolio	45%	0%	0%
Veicoli commerciali leggeri	Ibrido benzina	10%	0%	0%
Veicoli commerciali leggeri	Ibrido gasolio	20%	0%	0%
Veicoli commerciali leggeri	Elettricità	25%	95%	90%
Veicoli commerciali leggeri	Idrogeno	0%	5%	10%
Veicoli commerciali leggeri	Totale	100%	100%	100%
Veicoli commerciali pesanti	Metano	5%	0%	0%
Veicoli commerciali pesanti	Gasolio	45%	0%	0%
Veicoli commerciali pesanti	Ibrido gasolio	20%	0%	0%
Veicoli commerciali pesanti	Elettricità	25%	40%	40%
Veicoli commerciali pesanti	Idrogeno	5%	60%	60%
Veicoli commerciali pesanti	Totale	100%	100%	100%
Motocicli	Benzina	90%	50%	0%
Motocicli	Elettricità	10%	50%	100%
Motocicli	Totale	100%	100%	100%
Autobus TOTALI	Metano	20%	0%	0%
Autobus TOTALI	Ibrido gasolio	20%	0%	0%
Autobus TOTALI	Elettricità	50%	40%	40%
Autobus TOTALI	Idrogeno	10%	60%	60%
Autobus TOTALI	Totale	100%	100%	100%

Tabella 33: Quote di immatricolato nel settore dei TRASPORTI nello Scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati IEA, MIT e Commissione europea

Sulla base delle ipotesi adottate e del modello sviluppato, i cui risultati sono riportati nelle figure che seguono, emerge un drastico calo delle emissioni serra guidato dall'insieme delle misure di decarbonizzazione applicate: riduzione della domanda, aumento del trasporto pubblico, efficientamento ed elettrificazione del parco veicolare, ecc.

Ciò è tanto più evidente quando si considerano i consumi per fonte e vettore energetico, da cui risulta chiaro lo switch necessario nel settore dei trasporti per ridurre le emissioni di gas serra.

In questo scenario, nel 2050 la riduzione delle emissioni serra da trasporto stradale è pari al -92% rispetto al 2019 (-90% per le emissioni del settore aereo e -93% per quelle del settore marittimo).

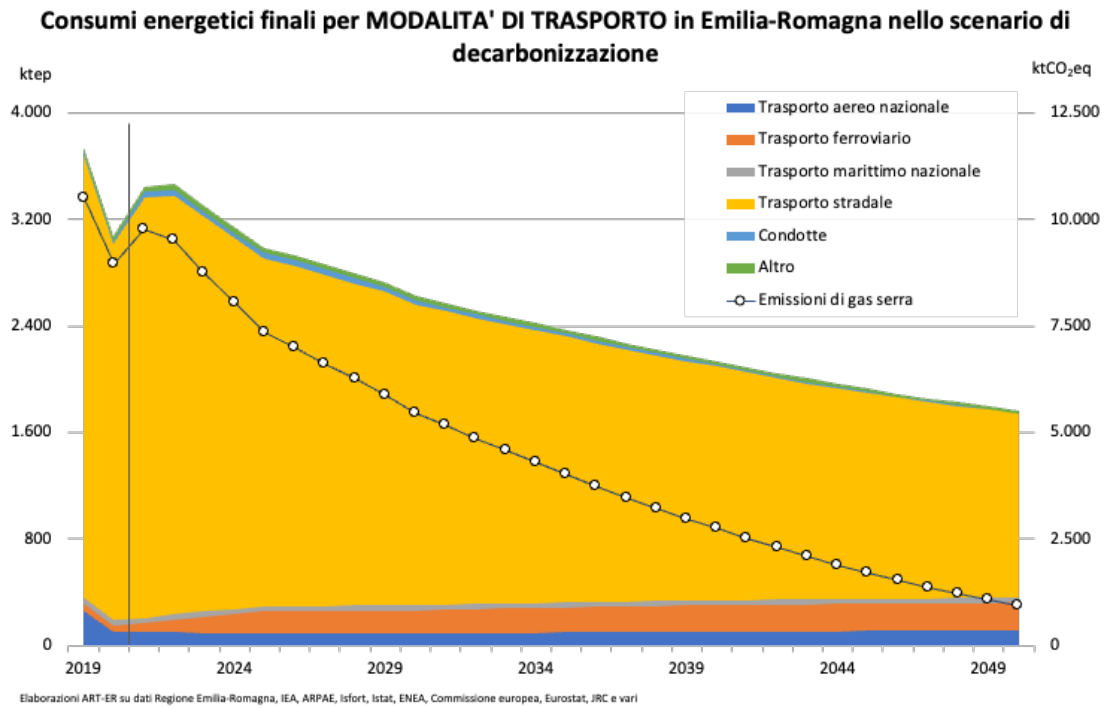


Fig.33 – Evoluzione dei consumi energetici finali per modalità di trasporto e delle relative emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Isfort, Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

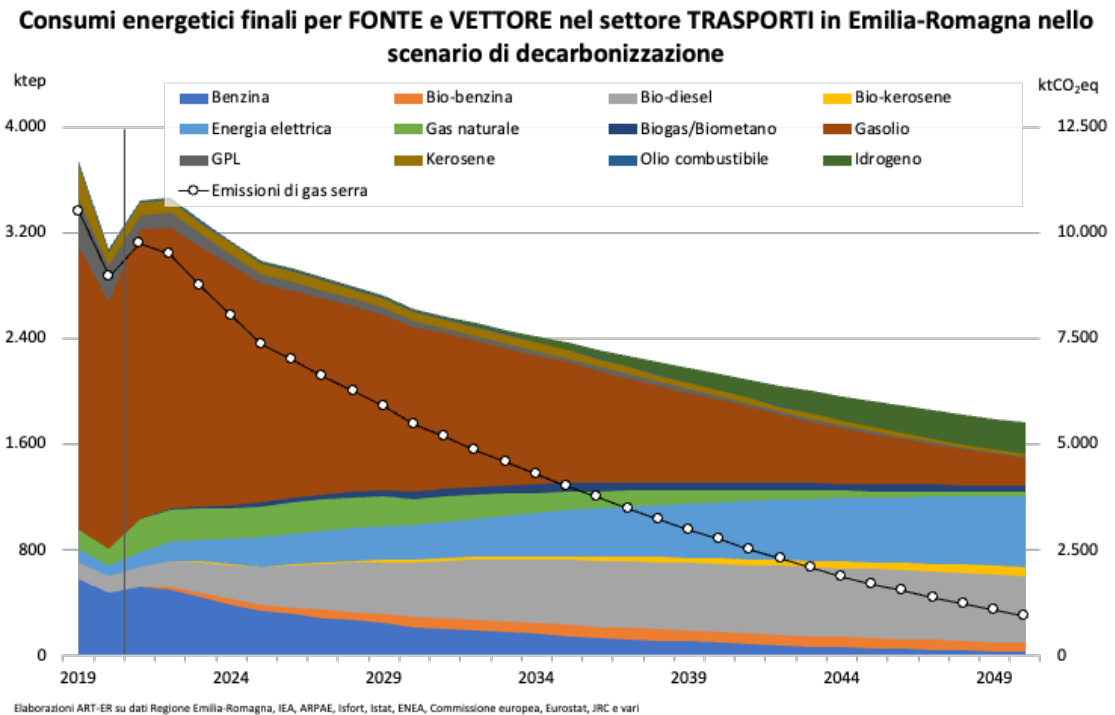


Fig.34 – Evoluzione dei consumi energetici finali per fonte e vettore nel settore trasporti e delle relative emissioni serra in Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER su dati Regione Emilia-Romagna, ARPAE, Isfort, Istat, ENEA, Commissione europea, Eurostat, JRC e vari

3.2 Settore IPPU

Il settore IPPU (Processi industriali e utilizzo dei prodotti), nello scenario di decarbonizzazione, mantiene un andamento coerente con quello dell'industria nell'ambito del settore Energy.

Anche nel settore IPPU, pertanto, la riduzione delle emissioni serra prevista nel 2050 è pari al -88% rispetto ai valori del 2019.

3.3 Settore WASTE

Settore/ambito	Scenario di decarbonizzazione
Discariche	Chiusura progressiva delle discariche, al 2050 rimane una sola discarica operativa.
Termovalorizzatori	Variazione della composizione merceologica dei rifiuti inceneriti (maggior riciclo della plastica e totale riciclo dei tessili)

AMBITO	POLITICHE E MISURE CONSIDERATE NEGLI SCENARI DI DECARBONIZZAZIONE
Politiche UE	<ul style="list-style-type: none"> ● Direttiva quadro 2008/98/CE modificata dalla Direttiva 2018/851/UE dove all'art. 4 è riportato il concetto cardine, della gerarchia dei rifiuti, attorno a cui si sviluppa la normativa comunitaria. In particolare, con riferimento, agli scenari di decarbonizzazione ci si riconduce all'articolo 11 che prevede tra le altre cose: <ul style="list-style-type: none"> ● la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti urbani saranno aumentati: <ul style="list-style-type: none"> - entro il 2025 al 55% in peso; - entro il 2030 al 60% in peso; - entro il 2035 al 65% in peso; ● obbligo di raccolta differenziata dei rifiuti tessili al 2025; ● entro il 31 dicembre 2024 la Commissione vaglierà l'introduzione di obiettivi in materia di riutilizzo e riciclaggio dei rifiuti da C&D, dei rifiuti tessili, commerciali ecc; ● Direttiva 94/62/CE relativa agli imballaggi e ai rifiuti di imballaggio modificata dalla 2018/852/UE che tra i vari obiettivi dispone che entro il 31/12/2025 devono essere riciclati il 50% degli imballaggi plastici immessi a consumo, percentuale che dovrà raggiungere il 55% entro il 31/12/2030; ● Direttiva 1999/31/CE modificata dalla Direttiva 2018/850/UE sulle discariche che in particolare stabilisce che: <ul style="list-style-type: none"> - entro il 2030 tutti i rifiuti idonei al riciclaggio o al recupero di altro tipo, in particolare i rifiuti urbani, non sono ammessi in discarica, ad eccezione dei rifiuti per i quali il collocamento in discarica produca il miglior risultato ambientale (come modificato nell'articolo 5); - al 2025, non più del 10% dei rifiuti urbani possono essere collocati in discarica.
Politiche Nazionali	<ul style="list-style-type: none"> ● D.lgs 152/2006, modificata significativamente dal D.lgs 205/2010 nonché dal D.lgs 116/2020 che ha recepito la Direttiva 2018/851/UE e la Direttiva 2018/852/UE; ● Per la normativa riguardante le discariche si deve far riferimento al D.lgs 36/2003 modificato dal D.lgs 121/2020 che recepisce la Direttiva 2018/850/UE.
Politiche Regionali	<ul style="list-style-type: none"> ● Lo strumento regionale per la gestione dei rifiuti è rappresentato dal "Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e per la Bonifica delle aree inquinate 2022-2027" PRRB 2022-2027 che nel rispetto degli obiettivi dettati dalle disposizioni normative, stabilisce specifici target tra cui: <ul style="list-style-type: none"> - riduzione del 5% della produzione dei rifiuti urbani per unità di PIL; - raggiungimento dell'80% di Raccolta Differenziata al 2025; - raggiungimento del 100% dei comuni che hanno attivato la raccolta differenziata dei rifiuti organici; - preparazione per il riutilizzo e riciclaggio del 66% in termini di peso del totale rifiuti urbani prodotti al 2027; - 120 kg/anno di rifiuto urbano procapite non inviato a riciclaggio al 2027; - divieto di avvio dei rifiuti urbani indifferenziati in discarica;

AMBITO	POLITICHE E MISURE CONSIDERATE NEGLI SCENARI DI DECARBONIZZAZIONE
	<ul style="list-style-type: none"> - riduzione del 5% della produzione dei rifiuti speciali non pericolosi e del 10% dei rifiuti speciali pericolosi per unità di PIL; - riduzione del 10% rispetto ai valori 2018 della produzione di RS da inviare a smaltimento in discarica; - sviluppo delle filiere del recupero (green economy).

Gli scenari di decarbonizzazione per il Settore Waste sono stati elaborati in conformità con gli inventari ed i dati di attività legati all'intero settore.

In particolare, per quanto concerne **le emissioni di GHG derivanti dagli impianti di discarica lo scenario di decarbonizzazione al 2050** prevede l'azzeramento delle emissioni diffuse di CH₄, come conseguenza diretta della decomposizione dei rifiuti organici in condizioni anaerobiche, e di CO₂ dalle torce.

Relativamente invece agli **impianti di termovalorizzazione lo scenario di decarbonizzazione** è stato costruito ipotizzando un maggior riciclo della plastica e il totale riciclo dei rifiuti tessili, da cui deriva una variazione della composizione merceologica dei rifiuti trattati nei termovalorizzatori, come riportato nella tabelle seguenti, con la plastica che nel 2050 si riduce del 43,5% rispetto al 2020 andando a rappresentare nel 2050 circa il 12% dei rifiuti totali inceneriti.

I valori di recupero energetico termico ed elettrico sono stati considerati invariati, come il quantitativo complessivo di rifiuti trattati in ciascun impianto.

In tabella 34 è quindi riportata la composizione merceologica dei rifiuti trattati nei termovalorizzatori nel 2020 mentre in tabella 35 viene rappresentato lo scenario di composizione merceologica dei rifiuti trattati negli impianti di termovalorizzazione al 2050, sulla base delle considerazioni sopra riportate.

	Carta e cartoni (%)	Plastiche e gomma (%)	Organico (%)	Legno (%)	Tessili (%)	Vetro e inerti (%)	Metalli (%)	Sottovaglio (%)	Resti di cernita (%)
IREN AMBIENTE (PC)	21,08	25,33	23,05	5,42	9,88	5,25	2,67	9,18	
IREN AMBIENTE (PR)	19,18	27,36	13,08	3,91	9,9	3,49	4,68	10,8	
HERAMBIENTE (MO)	24,77	14,1	36,69	-	-	11,46	2,79	3,33	6,85
HERAMBIENTE (BO)	22,37	48,97	19,69	-	-	3,03	1,12	4,71	
HERAMBIENTE (FE)	37,44	18,55	28,91	-	-	1,01	0,98	3,29	9,81
HERAMBIENTE (FC)	22,11	11,11	54,56	-	-	2,09	2,3	2,93	4,91
HERAMBIENTE (RN)	26,41	7,37	24,33	-	-	1,09	3,23	8,25	29,32
Media RER	24,77	21,83	28,62	4,67	9,89	3,92	2,54	6,07	12,72

Tabella 34: Composizione merceologica rifiuti trattati termovalorizzatori anno rif. 2020

Fonte: Arpae Emilia-Romagna, 2023.

IMPIANTO	Carta e cartone (%)	Plastiche e gomma (%)	Organico (%)	Legno (%)	Tessili (%)	Vetro e inerti (%)	Metalli (%)	Sottovaglio (%)	Resti di cernita (%)
IREN AMBIENTE (PC)	27.27	13.76	29.82	7.01	-	6.79	3.45	11.88	-
IREN AMBIENTE (PR)	28.79	17.25	19.63	5.87	-	5.24	7.02	16.21	-
HERAMBIENTE (MO)	26.98	6.45	39.96	-	-	12.48	3.04	3.63	7.46
HERAMBIENTE (BO)	31.29	28.77	27.54	-	-	4.24	1.57	6.59	-
HERAMBIENTE (FE)	41.96	8.73	32.40	-	-	1.13	1.10	3.69	10.99
HERAMBIENTE	23.63	4.99	58.31	-	-	2.23	2.46	3.13	5.25

(FC)									
HERAMBIENTE (RN)	27.59	3.23	25.42	-	-	1.14	3.37	8.62	30.63
Media RER	29.64	11.88	33.30	1.84	-	4.75	3.14	7.68	7.76

Tabella 35: Scenario di composizione merceologica rifiuti trattati negli impianti di termovalorizzazione, anno rif. 2050

Fonte Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

Sulla base della metodologia sopra descritta e sulla base dei dati elaborati nell'ambito dello scenario riferito all'anno 2050, sono state stimate le emissioni di GHG di origine fossile.

IMPIANTO	CO ₂ fossile (kt/anno) decarbonizzazione - 2050
IREN AMBIENTE (PC)	37.10
IREN AMBIENTE (PR)	69.20
HERAMBIENTE (MO)	55.35
HERAMBIENTE (BO)	39.32
HERAMBIENTE (FE)	11.63
HERAMBIENTE - forno F3(RA)	42.11
HERAMBIENTE (FC)	26.40
HERAMBIENTE (RN)	47.95
Totale RER	329.06

Tabella 36: Scenario de carbonizzazione rifiuti inceneriti al 2050

Fonte Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

Nella tabella 37 si mettono a confronto quindi per il settore Waste i dati emissivi dello scenario di decarbonizzazione rispetto alla baseline 2019 da cui si evince una riduzione delle emissioni di GHG pari a circa il 75% rispetto al dato di partenza.

GAS SERRA	BASELINE (2019)	DECARBONIZZAZIONE 2050
CO ₂ [kt]	1.266	423
CH ₄ [t]	45.619	5.796
N ₂ O [t]	74	69
CO₂eq [kt]	2.562	603

Tabella 37: Confronto scenario Settore Waste - baseline 2019 e decarbonizzazione 2050

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

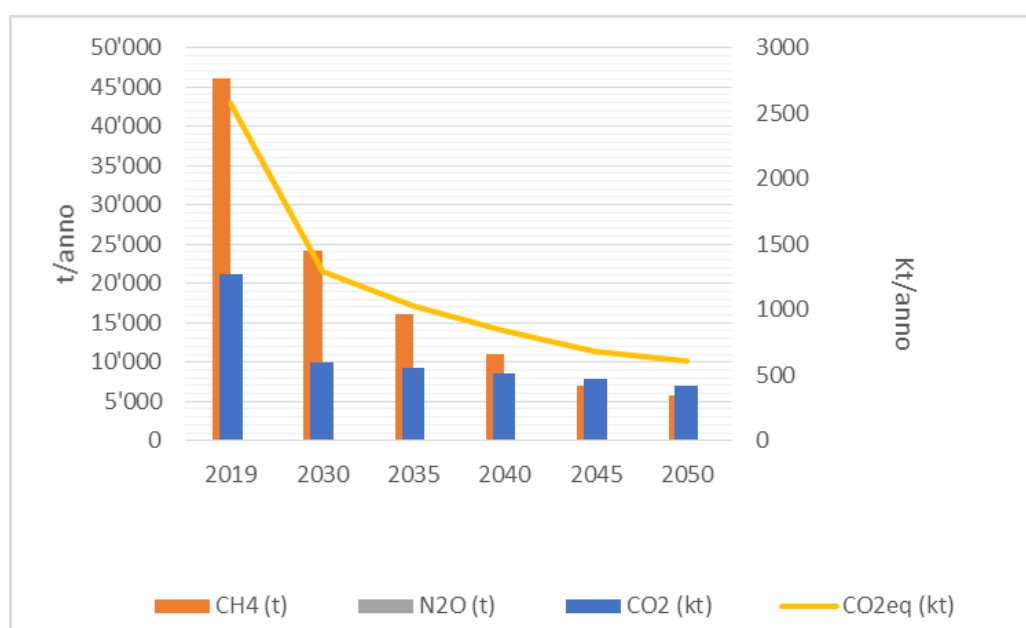


Fig 35 Scenario decarbonizzazione rifiuti

Fonte: Elaborazione ARPAE su dati Sezione Regionale Catasto Rifiuti

3.4 Settore AFOLU

Agricoltura (zootecnia)

Come è noto le emissioni di gas climalteranti del comparto zootecnico sono dovute principalmente alla fermentazione enterica (emissioni di CH₄) ed alle attività di gestione delle deiezioni (CH₄, N₂O).

Nella costruzione degli scenari di decarbonizzazione al 2050, tali fasi sono state considerate separatamente, valutando l'adozione di specifiche misure volte alla riduzione delle emissioni per ciascuna di esse.

SETTORE/AMBITO	Scenario di decarbonizzazione
Alimentazione	Alimentazione sostenibile e innovativa che contribuisca a ridurre l'impronta di gas a effetto serra con diete a ridotto tenore proteico e miglioramento della digeribilità
Management aziendale	Miglioramento del management aziendale con riduzione dei capi non produttivi (interventi in grado di migliorare la fertilità, la salute, il benessere e la longevità produttiva degli animali)
Ricovero degli animali	Modalità di rimozione frequente degli effluenti e buona climatizzazione
Trattamento degli effluenti	Tecniche di separazione solido-liquido degli effluenti zootecnici al fine di ottenere una frazione solida che concentra in sé la sostanza organica e una liquida chiarificata con la maggior parte dell'azoto ammoniacale, a pronto effetto concimante
Stoccaggio (copertura palabili e non palabili)	Applicazione di tecniche di copertura (ad. es. con materiali naturali quali la paglia, stocchi di mais, oli vegetali, argilla espansa o con materiali plastici galleggianti ovvero solidi e non permeabili) e una quota degli effluenti avviata a digestori anaerobici

POLITICHE	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
Politiche UE	Proposta di regolamento del LULUCF – Land use, land-use change and forestry, che fa parte del pacchetto “pronti per il 55%” inclusione delle emissioni di gas a effetto serra diverse dalla CO ₂ e provenienti dall'agricoltura all'interno dello scopo del regolamento, e sulla definizione di obiettivi post 2023 per il settore dell'uso del suolo; l'obiettivo dell'UE per il 2030 per l'assorbimento netto di gas a effetto serra nel settore del LULUCF sarà fissato a 310 milioni di tonnellate di CO ₂ equivalente, ovvero circa il 15% in più rispetto a oggi Farm to Fork Strategy
Strategie Nazionali	Strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra. Nel gennaio 2021, è stata pubblicata la strategia italiana di lungo termine sulla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra. Il documento è il frutto della collaborazione, avviata nel 2019, tra diversi Ministeri ed è largamente fondato sugli studi ed analisi di un gruppo di lavoro tecnico cui hanno partecipato ISPRA, RSE, GSE, Politecnico di Milano, ENEA e CMCC.
Politiche regionali	Complemento di programmazione per lo sviluppo rurale del piano strategico della PAC 2023-2027 PAIR 2030

FOCUS: POLITICHE REGIONALI - Complemento di programmazione per lo sviluppo rurale del piano strategico della PAC 2023-2027

La nuova PAC è chiamata a perseguire tre obiettivi generali ed un obiettivo trasversale:

- promuovere un settore agricolo intelligente, competitivo, resiliente e diversificato che garantisca la sicurezza alimentare;
- sostenere e rafforzare la tutela dell'ambiente, compresa la biodiversità, e l'azione per il clima e contribuire al raggiungimento degli obiettivi dell'Unione in materia di ambiente e clima, compresi gli impegni assunti a norma dell'accordo di Parigi;
- rafforzare il tessuto socioeconomico delle zone rurali;
- obiettivo trasversale AKIS (Agricultural Knowledge and Innovation Systems).

La neutralità climatica, prevista nell'ambito dell'obiettivo generale 2, sarà perseguita attraverso interventi finalizzati a ridurre gli input chimici (agricoltura biologica e integrata), con particolare riferimento all'adozione del metodo di produzione biologica e attraverso la promozione di buone

pratiche di gestione per ridurre le emissioni nei processi produttivi agricoli, in particolare zootecnici (intervento ACA 13 - Impegni specifici gestione effluenti zootecnici: Azione 1 – Adozione di tecniche di distribuzione degli effluenti di allevamento non palabili e/o del digestato agrozootecnico e agroindustriale (tal quale e separato liquido), così come definiti all'art. 22, comma 1 e comma 3 del DM 5046/2016). Inoltre, l'Obiettivo specifico n.9 (migliorare la risposta dell'agricoltura dell'UE alle esigenze della società in materia di alimentazione e salute, compresi alimenti di alta qualità, sicuri, nutrienti prodotti in modo sostenibile, la riduzione degli sprechi alimentari, nonché il miglioramento del benessere degli animali e la lotta contro le resistenze antimicrobiche) prevede un'azione specifica sul miglioramento del benessere animale che comprende sia un miglioramento delle stabulazioni, sia della dieta alimentare.

Interventi finanziati dal PSR 2023-2027	Azione PSR 2023-2027
SRD01: Investimenti produttivi per la competitività delle aziende agricole	Azione 1): investimenti produttivi per la competitività delle aziende agricole
SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione a2) investimenti finalizzati alla riduzione di ammoniaca in atmosfera
SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione a1) investimenti per la mitigazione dei cambiamenti climatici (BIOCHAR)
QUOTA SRD02: Investimenti produttivi agricoli per ambiente clima e benessere animale	Azione d) investimenti per il benessere animale
SRA13 ACA13: impegni specifici per la riduzione delle emissioni di ammoniaca di origine zootecnica e agricola	13.1: adozione di tecniche di distribuzione degli effluenti di allevamento non palabili e/o del digestato agrozootecnico e agroindustriale (tal quale e separato liquido), così come definiti all'art. 22, comma 1 e comma 3 del DM 5046/2016.

Tabella 38: Target azioni nuova programmazione PSR 2023-2027 (RER)

POLITICHE REGIONALI: Target scenario emissivo decarbonizzazione

	2020-2030	2030-2040	2040-2050
Alimentazione	PAIR: per i nuovi/rinnovo AIA obbligo 10%		100%
Trattamento degli effluenti			100%
Stoccaggio (copertura palabili e non palabili)	PAIR: per i nuovi/rinnovo AIA obbligo 100%	PAIR obbligo copertura deiezioni non palabili zone di pianura	100%
Spandimento	PAIR: obbligo interrimento entro 12 h zone di pianura. PAIR: per i nuovi/rinnovo AIA obbligo 100% interrimento immediato		100%

Metodologia valutazione scenari decarbonizzazione

Fermentazione enterica

Le emissioni di CH₄ da fermentazione enterica sono attribuite a tutte le tipologie di capi (ad esclusione degli avicoli). Di interesse però sono quelle derivanti dai bovini; in particolare tali emissioni sono causate dal dispendio energetico per la digestione. Variare l'alimentazione significa aumentare la digeribilità e perciò ridurre la dispersione energetica a favore di un aumento della produzione di latte e di carne.

I parametri che, secondo la metodologia IPCC, incidono sul FE di CH₄ da fermentazione enterica per le vacche da latte sono la produzione di latte, il tenore di grasso nel latte, la digeribilità dell'alimento, il peso delle vacche, l'incremento di peso, la percentuale di vacche che partoriscono e la percentuale di vacche al pascolo.

Di seguito si riporta la metodologia IPCC:

La procedura di stima del FE di CH₄ per le vacche da latte e le bufale considera la quantità di energia grezza giornaliera (GE, Gross Energy Intake) moltiplicata per un fattore di conversione di metano, Y_m (percentuale di GE convertito a CH₄), e successivamente trasformata in kg di CH₄ sulla base del fattore 55,65MJ/kg (contenuto energetico di CH₄).

$$EF(\text{kg / anno}) = \frac{GE \cdot (Y_m / 100) \cdot 365}{55,65}$$

Il principale fattore che influenza la produzione di CH₄ è la quantità di alimento ingerito. Il secondo in ordine di importanza è la composizione della dieta. L'impiego di diete ricche di carboidrati strutturali (cellulosa, emicellulosa), sono associate ad una maggiore produzione di CH₄ rispetto a diete miste, contenenti livelli più elevati di carboidrati non strutturali, ossia amido e zuccheri solubili (Sauvant e Giger-Reverdin, 2009).

Le strategie alimentari che possono ridurre la produzione di CH₄ enterico possono essere classificate in due categorie:

1. **miglioramento della qualità degli alimenti e modifica della dieta;** Un maggiore uso di foraggi e alimenti aziendali ad elevato valore nutritivo e di elevata qualità consente di aumentare la digeribilità della razione e di ridurre le emissioni enteriche di metano delle bovine
2. **utilizzo di sostanze che evitano o inibiscono la metanogenesi:** le emissioni di CH₄ enterico sono influenzate anche dal tipo di foraggio e dal rapporto foraggio/concentrati. Le leguminose sono più digeribili, hanno un minor contenuto di fibre e una maggiore velocità di transito nel rumine delle graminacee e il loro utilizzo è associato a minori emissioni di CH₄. L'alimentazione può influenzare anche l'emissione di N₂O e di NH₃, perché la proteina che non viene utilizzata dall'animale per produrre carne o latte si ritrova nelle feci o nelle urine. Il contrasto alle emissioni di N₂O e di NH₃ inizia con la somministrazione delle esatte quantità di proteina di cui l'animale ha bisogno. Relativamente ai suini si può ipotizzare una riduzione fino al 25% dell'azoto escreto, per le vacche circa il 10-15%. Questo si traduce in una proporzionale riduzione delle emissioni dirette di N₂O.

Una dieta corretta porta alla riduzione del fattore Y_m (% di energia grezza ingerita dall'animale trasformata in CH₄) da 6,3% a 5,7% che si traduce in una riduzione del 10% delle emissioni di CH₄ da fermentazione enterica.

Le strategie alimentari possono essere adottate negli allevamenti di suini e di bovini non destinati alla produzione del Parmigiano Reggiano e potenzialmente potrebbero ridurre la produzione di CH₄ enterico.

Nelle tabelle 39-40 si riportano i FE (kg/capo) di riferimento per la stima delle emissioni nell'ambito dell'inventario relativamente all'attività fermentazione enterica e i FE ridotti a seguito dell'attuazione dell'azione di modifica della dieta alimentare dei capi allevati.

	FE [kg/capo]	FE-ridotto [kg/capo]
Bovini	48,1	43,3
Vacche da latte	130,2	117,2

Tabella 39: Fermentazione enterica FE CH₄ (kg/capo) – FE CH₄ (kg/capo) ridotto a seguito dell'applicazione della dieta ad alta digeribilità

Fonte Elaborazione ARPAE su dati CRPA

	FE [kg/capo]	FE-ridotto [kg/capo]
Bovini	0,9	0,5
Vacche da latte	1,7	1,3
Suini	0,25	0,01

Tabella 40: FE N₂O (kg/capo) – FE N₂O(kg/capo) ridotto a seguito dell'applicazione della dieta povera di proteine. Considerando uno stoccaggio coperto delle deiezioni

Fonte Elaborazione ARPAE su dati CRPA

Le misure volte al miglioramento del benessere animale negli allevamenti intensivi porteranno ad una riduzione dei capi allevati del 10% e ad un miglioramento della gestione delle deiezioni con conseguente riduzione delle emissioni di NO.

L'applicazione della dieta riduce la metanogenesi nei bovini con conseguente riduzione delle emissioni di CH₄ (-10%), invece l'applicazione della dieta povera di proteine ad alta digeribilità porta ad una riduzione dell'azoto escreto fino al 25% nei suini e al 15% nei bovini.

	2019 [UBA]	2025 [UBA]	2030 [UBA]	2035 [UBA]	2040 [UBA]	2045 [UBA]	2050 [UBA]
Vacche da latte	395.202	387.778	381.592	375.406	369.220	363.033	356.847
Bovini	56.179	55.379	54.479	53.579	52.679	51.779	50.561
Suini	1.106.684	1.088.239	1.069.794	1.051.349	1.032.905	1.014.460	966.015
Avicoli	21.587.570	21.227.777	20.867.984	20.508.192	20.148.399	19.788.606	19.428.813
Ovino caprini-equidi-conigli	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791	139.791

Tabella 41: Consistenze zootecniche [n. UBA], scenario decarbonizzazione.

Fonte: Anagrafe Sanitaria e Regione Emilia-Romagna.

Per lo scenario decarbonizzazione si sono modulati i FE IPCC (2019) tenendo conto delle misure, proposte nel piano, che agiscono sulle attività di fermentazione enterica e gestione delle deiezioni.

In particolare, il miglioramento del regime di dieta indurrebbe una riduzione della fermentazione enterica, mentre per la gestione delle deiezioni, oltre all'applicazione delle migliori tecniche, si è ipotizzato un avviamento di una rilevante percentuale delle stesse deiezioni ad impianti di biodigestione, con conseguente produzione di biogas/biometano.

FOCUS: Biodigestione

Oltre a quanto sopra evidenziato, tra le tecniche di riduzione delle emissioni di gas climalteranti del comparto zootecnico, particolare rilevanza può assumere il recupero del biometano prodotto dalla digestione anaerobica degli effluenti.

A livello nazionale, tra le azioni di decarbonizzazione per tale comparto, strategia nazionale di lungo termine si assume che, al 2050, le percentuali di deiezioni avviate a digestione anaerobica saranno pari al 90% rispetto alle deiezioni totali prodotte da bovini e suini e pari all'80% di quelle avicole.

A livello regionale si assumono invece gli obiettivi riassunti nella tabella 42.

Settore/ambito	Scenario di decarbonizzazione
Avvio a trattamento anaerobico effluenti	Recupero energetico ● 65% deiezioni di bovini, suini e avicoli

Tabella 42: Scenari decarbonizzazione – digestione anaerobica effluenti d'allevamento al 2050 (previsioni regionali CRPA, regione Emilia-Romagna- settore Agricoltura).

Il CRPA stima un quantitativo di liquami avviabile a biodigestione pari al 68% del totale dei liquami prodotti negli allevamenti regionali, date le consistenze attuali. Questa stima bilancia condizioni tecniche ed economiche caratteristiche di questa regione. In seguito alla discussione con i colleghi della Regione Emilia-Romagna, la percentuale di produzione di liquami utilizzabile ai fini della produzione di biogas e biometano è stata posta pari al 65%.

Considerando le stime relative alla produzione massima di effluenti che può essere inviata a digestione anaerobica, per le diverse tipologie di capi, ed applicando le variazioni in termini percentuali delle relative consistenze al 2050, ipotizzate nello scenario di decarbonizzazione (ovvero la riduzione del n. di capi di tutte le tipologie pari al 10% rispetto allo scenario di riferimento), è stato possibile stimare le emissioni di CH₄ e N₂O da sottrarre allo scenario di decarbonizzazione già descritto in precedenza. Per completezza di trattazione occorre altresì evidenziare che, oltre alle predette riduzioni in termini di emissioni di metano e protossido di azoto dovute alla gestione degli effluenti, l'avvio degli stessi a biodigestione determina anche la riduzione delle emissioni serra dovute alla sostituzione di combustibili fossili con il biometano prodotto.

La Tabella 43 riporta i principali riferimenti normativi, ai vari livelli, da considerare nella scelta delle misure di decarbonizzazione a favore dello sviluppo del biometano.

Ambito	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
Politiche UE	<ul style="list-style-type: none"> ● Direttiva Parlamento europeo e Consiglio Ue 2018/2001/Ue (Direttiva sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (rifusione) - Abrogazione direttiva 2009/28/Ce) ● Piano Repower EU - Obiettivo: aumentare la produzione e l'uso annuale di biometano a 35 miliardi di metri cubi entro il 2030 ● Documento di lavoro della Commissione SWD/2022/230 final
Politiche Nazionali	<ul style="list-style-type: none"> ● Dm Transizione ecologica 15 settembre 2022, n.340 "Sviluppo del biometano, secondo criteri per promuovere l'economia circolare - Produzione biometano", nell'ambito della Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica", Componente 2" Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile", Investimento 1.4 del Piano nazionale di Ripresa e Resilienza (Pnrr) ● Dm Sviluppo economico 2 marzo 2018 (Promozione dell'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati nel settore dei trasporti - Articolo 21, Dlgs 28/2011) ● Dm Transizione ecologica 15 settembre 2022 (Incentivi per la produzione di biometano immesso nella rete del gas naturale - Missione 2, Componente 2, Investimento 1.4, del Piano nazionale di ripresa e resilienza (Pnrr) - Attuazione Dlgs 199/2021)
Politiche regionali	<ul style="list-style-type: none"> ● PSR, operazione 6.4.02 "Diversificazione attività agricole con impianti per la produzione di energia da fonti alternative", 6,8 milioni di euro sono stati messi a disposizione delle aziende agricole rientranti, per dimensioni, nella categoria delle piccole e micro imprese. L'obiettivo del finanziamento è favorire la diversificazione delle attività delle imprese agricole attraverso la realizzazione di impianti per la produzione e la vendita di energia da fonti alternative e sostenibili, utilizzando le risorse naturali presenti nelle zone rurali: aree boscate, risorse idriche, solari, eoliche e sottoprodotti o scarti di produzioni agricole, forestali o agroalimentari, senza l'attivazione di colture dedicate.

Tabella 43: Riferimenti normativi alla base delle azioni considerate negli scenari

Scenari a politiche correnti, decarbonizzazione e penetrazione biometano a confronto

Con le ipotesi riportate nei paragrafi precedenti, sulle consistenze, sulla modifica della dieta, sui nuovi fattori di emissione, sull'avvio a biodigestione di una quota di liquami zootecnici pari al 65%, l'evoluzione delle emissioni di gas climalteranti (in particolare N₂O e CH₄, espressi, sulla base del loro potere climalterante, in CO_{2eq}), sono riportate in tabella 44.

	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CH ₄ -Politiche correnti [t]	76.889	76.263	76.211	76.158	76.106	76.054	75.983
CH ₄ -decarb [t]	76.889	74.403	73.209	72.014	70.820	69.625	68.413
CH ₄ -decarb - Biometano [t]	76.889	72.529	69.474	66.419	63.363	60.308	57.239
	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
N ₂ O- Politiche correnti [t]	1.210	1.212	1.212	1.211	1.210	1.209	1.208
N ₂ O-decarb [t]	1.210	767	755	742	730	718	705
N ₂ O-decarb - Biometano [t]	1.210	697	615	533	451	369	287
	2019	2025	2030	2035	2040	2045	2050
CO _{2eq} [Kt/anno] - Politiche correnti	2.474	2.457	2.455	2.453	2.452	2.450	2.448
CO _{2eq} [Kt/anno] - Decarb	2.474	2287	2250	2213	2176	2140	2102
CO _{2eq} [Kt/anno] - Decarb - Biometano	2.474	2216	2108	2001	1894	1786	1679

Tabella 44: Andamento emissioni di gas climalteranti (N₂O [t], CH₄ [t], CO_{2eq} [kt]): scenario Politiche correnti, scenario di carbonizzazione e contributo Biometano.

Fonte: Elaborazione Arpae su dati Anagrafe sanitaria Rapporto IPCC 2019 e dati CRPA.

Come esplicitato nei grafici seguenti, con l'applicazione delle misure gestionali proposte nello scenario di decarbonizzazione (miglioramento regimi di dieta, applicazione migliori tecniche di gestione zootecnica, con ipotesi di avviamento a biodigestione del 65% dei liquami zootecnici), si ottiene una riduzione della CO_{2eq} complessiva pari al 33% rispetto alle emissioni di CO_{2eq} dell'anno di riferimento (2019). In particolare, in ipotesi di avvio del 65% dei liquami zootecnici a biodigestione, al 2050, si avrebbe una riduzione delle emissioni di CO₂ equivalente aggiuntiva rispetto al solo scenario di decarbonizzazione pari al 20,7%.

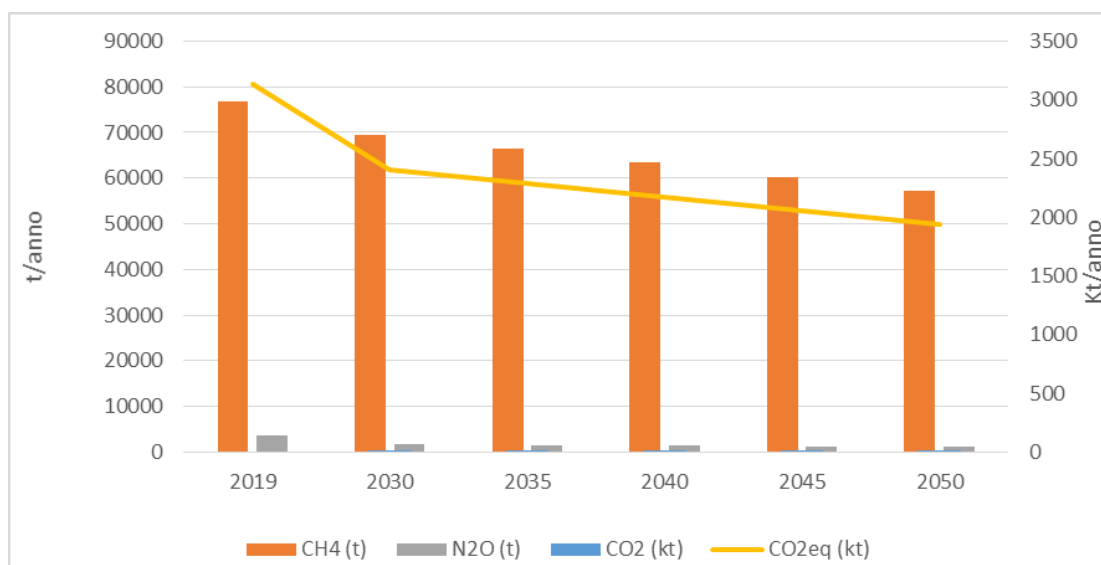


Fig.36: Andamento emissioni di gas climalteranti (N₂O [t], CH₄ [t], CO_{2eq} [kt]): scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione Arpae su dati Anagrafe sanitaria e Rapporto IPCC 2019 e dati CRPA.

Agricoltura (fertilizzanti)

Le quantità di fertilizzante applicato in Emilia-Romagna sono state ricavate per l'anno di base (2019) dalla banca dati ISTAT. Lo scenario di decarbonizzazione di impiego dei fertilizzanti è stato ottenuto valutando diverse ipotesi qui di seguito riportate. Per il periodo fino al 2030 è previsto come da direttiva europea Farm2Fork un calo del 20% dell'uso dei fertilizzanti azotati. Per gli anni successivi si è fatta l'ipotesi in accordo con CRPA di un aumento lineare dell'efficienza dell'uso dell'urea da un attuale 40% ad un 65% al 2050 dovuto all'interramento dei granuli che limita la volatilizzazione del prodotto. Inoltre è stata valutata una riduzione ulteriore dei fertilizzanti di sintesi a vantaggio di quelli organici grazie alla maggiore disponibilità sul mercato di digestato e compost. Sebbene il contenuto di azoto efficace per la pianta non sia diminuito si è stimata una diminuzione dell'uso dell'urea e quindi anche delle emissioni di CO₂ associate. Conoscendo le quantità di prodotto applicate, sono state valutate le

emissioni di protossido di azoto dei soli fertilizzanti azotati in base alla metodologia IPCC 2006. Per quanto concerne l'urea è stata stimata anche l'emissione di CO₂ prodotta in fase di applicazione.

Agricoltura (uso del suolo agricolo)

Per quanto riguarda la categoria Agricoltura, all'interno del Complemento di programmazione per lo sviluppo rurale del piano strategico della PAC 2023-2027 l'obiettivo strategico 4 (i.e. Contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento a essi, anche attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e il miglioramento del sequestro del carbonio, nonché promuovere l'energia sostenibile) concorre al raggiungimento della neutralità carbonica. In tale contesto generale, gli interventi considerati nella delineazione dello scenario di decarbonizzazione sono SRA01 (produzione integrata) e SRA29 (pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica) insieme con le SRA03 e SRA04, entrambi gli interventi sottendono alle esigenze E2.1 Conservare e aumentare capacità di sequestro carbonio dei terreni agricoli e nel settore forestale e E2.12 Favorire la conservazione ed il ripristino della fertilità del suolo. Infine, è stato considerato anche l'ecoschema ECO-2 Pagamento per inerbimento delle colture arboree.

Interventi finanziati dal PSR 2023-2027	Azione PSR 2023-2027
SRA01 ACA 1 - Produzione integrata	
SRA28 - Pagamento al fine di adottare e mantenere pratiche e metodi di produzione biologica	Azione 1: Conversione all'agricoltura biologica Azione 2: Mantenimento dell'agricoltura biologica
SRA03 ACA3 - Tecniche lavorazione ridotta dei suoli	
SRA04 ACA4 - Apporto di sostanza organica nei suoli	
ECO-2 Pagamento per inerbimento delle colture arboree	

Tabella 45: Target azioni nuova programmazione PSR 2023-2027 (RER)

Il cambio di gestione dei suoli agricoli per gli scenari di decarbonizzazione utilizza il trend di decrescita della SAU derivato dal confronto di carta di uso del suolo 2017-2020. Rispetto allo scenario a politiche correnti, i sistemi di coltivazioni presi in considerazione sono convenzionale, integrato, biologico e conservativo. In accordo con l'Assessorato all'Agricoltura al 2050 il 25% della superficie coltivata è destinata alla coltivazione biologica, il 15% a gestione conservativa e il 60% integrato. Il target del biologico è in linea con l'obiettivo stabilito dal Farm to Fork: 25% di biologico al 2030. Inoltre per lo stesso anno è rispettato il vincolo del patto per il lavoro e per il clima di superare il 45% di agricoltura non convenzionale: dallo scenario di decarbonizzazione si ottiene infatti una percentuale di agricoltura non convenzionale del 57% circa. È stata posta come costante una superficie fissa di 5000 ha occupati da risaia fino al 2050. Per suoli ricchi di sostanza organica coltivati è stato adottato il trend ricavato dalle mappe di uso del suolo 2017-2020 fino al 2050.

Agricoltura (biomasse)

Per gli scenari di decarbonizzazione al 2050, l'andamento delle superfici occupate da frutteti è stato posto costante; per quello che riguarda vigneti e oliveti si applica il rateo osservato dal confronto delle mappe di uso del suolo regionale 2017-2020 che hanno mostrato un aumento di tali superfici. Anche noceti e pioppeti mostrano un trend di crescita dal confronto dei dati osservati 2017-2020.

Agricoltura (biochar)

Il carbonio stoccato dall'impiego di biochar è stato stimato dalle produzioni del 2021. E' stata poi calcolata la produzione potenziale regionale di biochar dalle seguenti tipologie di biomasse residuali (paglie, paglie di riso, residui colturali da arboree, gusci) sulla base dall' [Atlante delle biomasse di ENEA](#). Tale stima è stata posta come obiettivo al 2050, che viene raggiunto mediante un incremento lineare a partire dai valori attuali (anno 2021).

Molluschicoltura

I dati di partenza sono le produzioni di vongole e cozze per l'anno 2021 fornite dal Consorzio mitilicoltori dell'Emilia-Romagna. In accordo con il Consorzio, il dato di produzione 2021 è mantenuto costante per tutto il trentennio. La quantificazione della CO₂eq assorbita deriva dalla pubblicazione Tamburini et al., 2022.

Foreste

Interventi finanziati dal PSR 2023-2027	Azione PSR 2023-2027
SRA28 - Sostegno per mantenimento della forestazione/imboschimento e sistemi agroforestali	<ul style="list-style-type: none"> • Azione 6 - Mantenimento a un ulteriore periodo di impegno • Azione 7 - Trasformazione a bosco degli impianti di arboricoltura

Tabella 46: Target azioni nuova programmazione PSR 2023-2027 (RER)

Stoccaggio di carbonio da superficie forestale

La variazione di aree forestate è la medesima dello scenario a politiche correnti. Inoltre viene ipotizzato un cambio di governo delle foreste come segue: 1250 ha all'anno vengano convertiti da ceduo a ceduo allungato, 1250 ha da ceduo a fustaia e 500 ha da fustaia a fustaia gestita in maniera più conservativa. Per ciascuno di questi cambi di governo viene individuato un incremento medio di biomassa (Bassi e Baratozzi, 2000). Inoltre, si ipotizza che 1000 ha all'anno di bosco in evoluzione passino da bosco ruderale a bosco gestito con incremento della biomassa accumulata (Bassi e Baratozzi, 2000). Il tasso di mortalità naturale è assunto costante pari all'1,16% della superficie (ISPRA Inventario delle emissioni GHG, 2019).

Incendi forestali

La percentuale di superficie coinvolta da incendi forestali rimane costante e uguale alla media registrata nella regione Emilia-Romagna tra il 2017-2021 come da dati forniti dai Carabinieri forestali. Questa ipotesi è fatta supponendo che vengano messe in campo più efficaci misure di prevenzione sul territorio. I danni da incendio sono stati pesati sulla base delle specie forestali coinvolte.

Perdita di carbonio da tagli

La percentuale di superficie soggetta a tagli viene mantenuta costante, corrispondente alla media stimata per la regione Emilia-Romagna dal 2017 al 2021. Si suppone che non vi sia decremento a causa dell'aumento previsto sul mercato dei prodotti di origine legnosa.

Praterie e Brughiere

Gli scenari di decarbonizzazione per le tre voci di calcolo di questa categoria (brughiere d'alta quota, superfici di pianura coperte da erbacee naturali non coltivate e coltivazione di foraggiere permanenti) ipotizzano che le superfici si mantengano costanti come da carta di uso del suolo 2020. Si considera che tutte le produzioni di foraggiere permanenti al 2050 siano sostenibili e/o biologiche.

Insedimenti

La metodologia di calcolo si basa sulle linee guida IPCC 2006 e prevede una perdita netta di carbonio per ettaro impermeabilizzato. In questa categoria sono vengono considerate le seguenti voci di calcolo: aree urbanizzate; infrastrutture; afforestazione urbana; tetti verdi. Il consumo di suolo per le aree urbanizzate è stimato costante dal 2025 in poi sulla base della LR 24/2017. Tale legge prevede una deroga per le infrastrutture, per le quali il trend di consumo del suolo è già stato pianificato fino al 2030 in base alle opere già approvate e discusse col Settore Pianificazione territoriale della Regione Emilia-Romagna. Per gli anni successivi al 2030 supponiamo un consumo di suolo nullo per le infrastrutture,

poiché è stato ipotizzato che le successive opere occuperanno terreno già impermeabilizzato o compensato con interventi di desigillazione di altre superfici. Per quanto riguarda l'afforestazione urbana, è stato inserito nel calcolo il numero di alberi piantumati ogni anno provenienti dal progetto Mettiamo radici per il futuro e altri progetti minori a scala comunale fino all'anno 2025. Si prevede, inoltre, un proseguimento dell'afforestazione dal 2025 in poi con un rateo costante che arrivi a coprire completamente circa 5000 ha, corrispondenti al totale degli attuali ettari non agricoli coperti da vegetazione all'interno delle aree urbane decurtate dalla superficie occupata da nuove urbanizzazioni e infrastrutture. A questi vanno aggiunti gli ettari afforestati corrispondenti alle aree golenali e al recupero di zone degradate come i versanti calanchivi e le superfici a bassa densità vegetativa di collina e montagna. Gli ettari coinvolti sono all'incirca 23000. Il computo dei tetti verdi è stato fatto tramite gli indici di stima come da Quaranta et al., 2021. Per lo scenario al 2050 si ipotizza la conversione di tetti tradizionali a tetti verdi con un tasso di 100 ha all'anno dal 2030 (pari circa allo 0.5% dei tetti disponibili in regione).

Zone Umide

Il calcolo viene effettuato con la stessa metodologia dello scenario a politiche correnti con variazioni rispetto ad esso dei dati di ingresso. Per le zone umide, infatti, abbiamo un trend di aumento stimato dal confronto delle carte di uso del suolo regionali. L'aumento annuale viene posto costante fino al 2050. Come fatto per lo scenario a politiche correnti viene considerata come voce a parte la superficie a torbiera, che non viene più considerata costante.

Infatti, vi sono potenziali zone di ripristino delle torbiere che possono essere identificate tramite diverse banche dati a disposizione della Regione Emilia-Romagna. L'estensione di queste zone è limitata poiché si tratta prevalentemente di torbiere di montagna situate in prossimità del crinale appenninico. Tuttavia i benefici ambientali possono essere molteplici e le azioni di ripristino ('peatland rewetting') vengono esplicitamente indicate dalle Commissioni europee come soluzioni adottabili dagli Stati membri per aumentare l'assorbimento del carbonio ai fini del raggiungimento degli obiettivi del Green Deal. Inoltre è importante menzionare il fatto che le torbiere di montagna potrebbero dare un utile contributo per la ricarica degli acquiferi agendo quindi anche in un'ottica di adattamento al cambiamento climatico.

Al 2050 supponiamo che tutte le potenziali zone di ripristino siano diventate effettivamente torbiere. Il tasso di conversione è stato supposto costante durante tutto il trentennio.

Prodotti di origine legnosa - Harvested Wood Products (HWP)

A partire da Grassi et al., 2018, si considera un approccio sostenibile di crescita annuale dell'1,2% dei prodotti HWP ad eccezione della carta. Carta e cartone seguono il trend degli ultimi anni con crescita del 4,8% all'anno fino al 2030, come da [ultime proiezioni di mercato](#), per poi allinearsi dal 2030 al 2050 agli altri HWP con il medesimo rateo annuale.

Emissioni Naturali di Metano

L'Emilia-Romagna possiede nel sottosuolo diversi siti con gas naturale di cui la componente principale è il metano. Sono presenti emissioni naturali di metano divise in macro e micro perdite. Le macro perdite naturali sono costantemente monitorate mentre per le micro perdite si può, al momento, solo fornire una stima che varia anche di diversi ordini di grandezza. Per gli scenari, come fatto per il calcolo della baseline 2019, vengono si propone di considerare solo le macro perdite di gas metano che possiamo al momento porre costanti negli anni fino al 2050. Si tratta quindi di una sottostima che si spera di poter correggere negli anni a venire. I valori sono tratti da Etiope et al. 2007.

3.5 I risultati dello scenario emissivo di decarbonizzazione al 2050

Gli scenari emissivi di decarbonizzazione per ciascun settore, descritti nei capitoli precedenti, sono stati accorpatisi in un quadro generale per poter valutare l'effettiva riduzione delle emissioni di gas climalteranti per ogni quinquennio di riferimento.

Nella figura 37, dove sono riportati tali valori per tutti i settori IPCC, si osserva come, grazie all'applicazione delle diverse policy di decarbonizzazione in tutti i settori, sia possibile effettivamente, con il contributo complessivo di tutti ridurre le emissioni del -55% nel 2030 rispetto ai livelli del 2019 e sia possibile raggiungere il cc.dd. net zero al 2050.

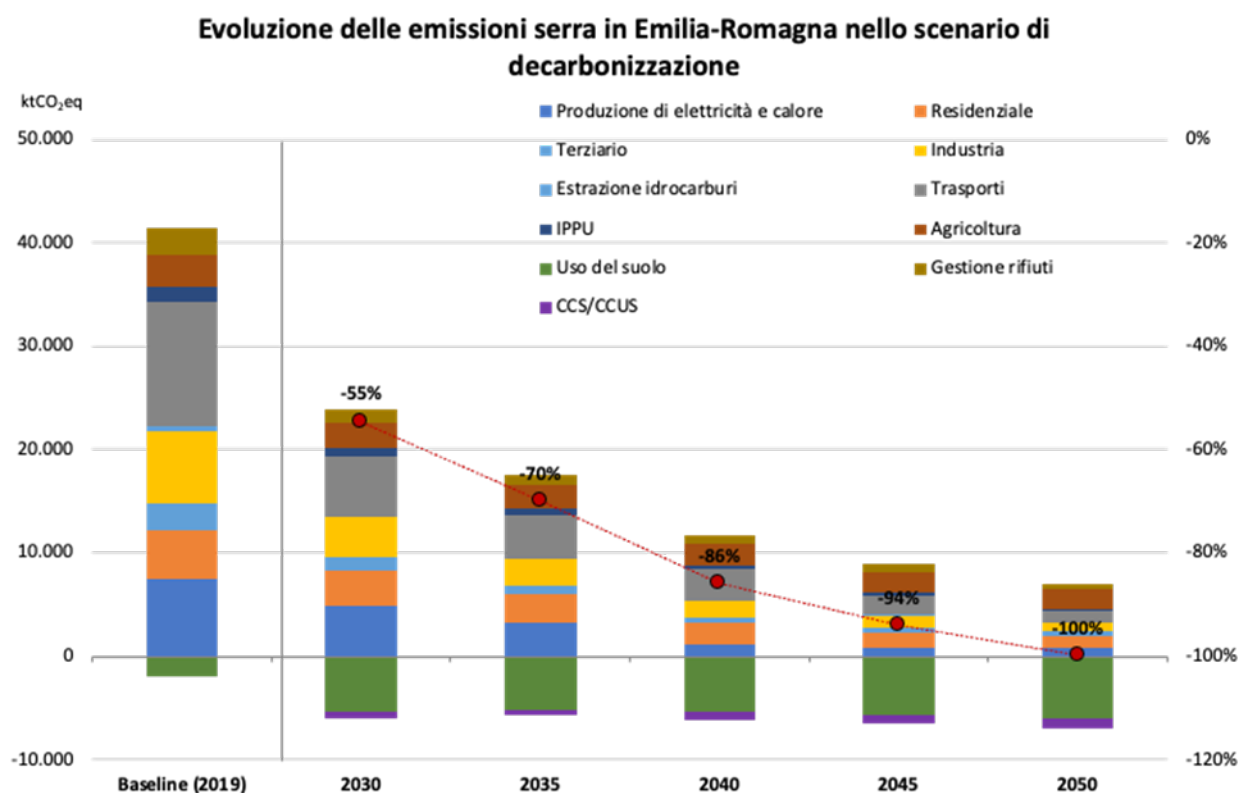


Fig.37 – Evoluzione delle emissioni serra Emilia-Romagna nello scenario di decarbonizzazione

Fonte: Elaborazione ART-ER e ARPAE su dati indicati in Sezione 3

In **Allegato 2** sono riportati tali trend sia settorialmente, che riassunti in un quadro generale, sia in valore assoluto (in termini di tonnellate di CO₂eq) che in variazione percentuale rispetto alla baseline.

SEZIONE 4 - STRATEGIE, TRAIETTORIE E SFIDE PER RAGGIUNGERE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050

4.1 La transizione giusta

La transizione ecologica dei settori economici verso il net-zero al 2050 è un percorso complesso che deve essere necessariamente pervasivo e che implica importanti trasformazioni sia economiche sia sociali.

Il pericolo che tali trasformazioni possano creare o acuire disuguaglianze esistenti è reale, per cui è necessario che il principio ispiratore che governa la scelte delle politiche da mettere in atto per il raggiungimento dell'obiettivo di neutralità carbonica oltre a creare opportunità di lavoro di qualità per tutti, con l'adozione nel contempo di misure per alleviare e prevenire la povertà energetica e dei trasporti, possa contribuire all'aumento dei redditi e alla riduzione delle disuguaglianze e della povertà. Un simile approccio è fondamentale non solo per assicurare il consenso sociale per le politiche di decarbonizzazione, ma anche per scongiurare che queste possano, nei fatti, esasperare disuguaglianze. Attuando il principio di transizione giusta enunciato dal Green Deal, affinché sia garantito che nessuna persona e nessun luogo siano esclusi da questo processo, l'Unione Europea nella *'Raccomandazione 9107/2022 relativa alla garanzia di una transizione equa verso la neutralità climatica adottata dal Consiglio dell'Unione europea il 7 giugno 2022'* ha definito un pacchetto strategico di misure che dovrebbero essere la guida per ciascun Stato Membro e per le regioni. Nella Raccomandazione, infatti, anche gli enti regionali e locali sono invitati a svolgere un ruolo attivo nello sviluppo, nell'attuazione e nel monitoraggio delle politiche in materia di transizione equa, considerata la loro vicinanza ai cittadini e alle imprese locali.

Ancora, la Raccomandazione invita le istituzioni a *"coinvolgere attivamente le parti sociali a livello nazionale, regionale e locale, nel rispetto della loro autonomia, in tutte le fasi del processo di elaborazione e attuazione delle politiche previste dalla presente raccomandazione, se del caso anche attraverso il dialogo sociale e la contrattazione collettiva;"*

La regione ha già fatto propri questi principi nel Patto per il Lavoro e il Clima, dove tutte le linee di azione identificate rappresentano le leve e le direttrici condivise con i principali stakeholder regionali, attraverso un costante e continuo processo di co-progettazione, condivisione, misurazione e rivalutazione delle scelte.

4.2 Sfide e barriere al processo di decarbonizzazione

4.2.1 Le sfide per la decarbonizzazione

Affrontare la sfida della decarbonizzazione e raggiungere la neutralità carbonica è un'impresa complessa. Lo sarebbe anche se non si dovessero affrontare barriere di natura tecnologica, politica e culturale. Tuttavia, tali ostacoli non sono insormontabili, ma necessitano di una incisiva attività di politiche pubbliche e un'azione di consapevolezza. Una delle principali sfide è la eterogeneità stessa della transizione, che coinvolge diversi settori, attori e interessi. Per questo è fondamentale adottare un approccio sistemico e coordinato che coinvolga governi, imprese, società civile e comunità locali con una stretta cooperazione e coordinamento tra tutti i diversi livelli di governo e una pianificazione strategica a lungo termine che tenga conto degli impatti sociali, economici e ambientali delle azioni intraprese.

Per vincere la sfida della decarbonizzazione le regioni hanno la necessità di una stretta collaborazione con il livello governativo nazionale che con celerità e determinazione, deve fare la sua parte approvando e dando attuazione agli impegni assunti a livello internazionale e da quanto discende dalla normativa europea, in particolare nei settori dell'energia e della mobilità e trasporti. Molte, infatti,

delle misure necessarie per accelerare la transizione, passano attraverso una politica fiscale espansiva sotto forma di sussidi (SAF - ambientalmente Favorevoli) o investimenti pubblici diretti che facciano da volano agli investimenti privati. L'implementazione di politiche e incentivi efficaci per promuovere l'adozione di tecnologie a basse emissioni di carbonio, il potenziamento degli investimenti nelle energie rinnovabili e nell'efficienza energetica, così come incoraggiare e sostenere l'innovazione e lo sviluppo di soluzioni tecnologiche avanzate che possano contribuire a ridurre ulteriormente le emissioni di carbonio può determinare un ampliamento dell'attività economica sia nel breve che nel medio-lungo periodo.

Allo stesso tempo, è essenziale provocare un cambiamento di mentalità e comportamento sia a livello individuale che collettivo. Questo può essere realizzato attraverso campagne di sensibilizzazione, educazione e coinvolgimento della comunità, che promuovano uno stile di vita sostenibile e responsabile dal punto di vista ambientale.

Sia l'obiettivo di neutralità carbonica sia il passaggio al 100% di energia rinnovabile entro il 2035 rappresentano obiettivi particolarmente sfidanti per una realtà come quella dell'Emilia-Romagna, fortemente energivora e poco favorita dalla presenza di risorse rinnovabili endogene, come la scarsa disponibilità di risorse idriche per l'idroelettrico o di vento per l'eolico, in un contesto ambientale delicato come quello del Bacino Padano, dove la qualità dell'aria richiede una costante attenzione nelle scelte di governance.

L'amministrazione, e con essa i territori e tutti gli stakeholder dovranno quindi affrontare diverse sfide che determineranno una profonda trasformazione del sistema energetico regionale, tra cui l'accelerazione nella penetrazione delle energie rinnovabili, una elettrificazione spinta dei consumi finali e la riduzione delle emissioni complessive nei vari settori, *in primis* nel settore residenziale e dei trasporti.

Un'attenzione particolare dovrà inoltre essere rivolta al settore agricolo-forestale, cruciale nel sistema economico regionale, con potenzialità di stoccaggio di carbonio nei suoli e di riduzione delle emissioni di metano e protossido di azoto. Una minima parte delle emissioni residue al 2050 potrà essere compensata da un programma di riforestazione, anche nelle aree urbane, e attraverso la gestione sostenibile delle foreste presenti sul territorio.

Di seguito, sono individuati alcuni fattori chiave, determinanti per il processo di decarbonizzazione, inevitabilmente non esaustivi del complesso sistema economico e sociale attuale. Per ciascuno di essi sono descritte le principali sfide e le relative potenziali barriere alla loro realizzazione.

4.2.2 Analisi dei fattori chiave e delle barriere al percorso di decarbonizzazione

Tra i **fattori chiave** che possono influire in modo determinante al percorso di decarbonizzazione ci sono:

- **policy e governance**, obiettivi comuni e sinergici intersettoriali e multilivello, anche per dare stabilità e sicurezza agli investitori
- **la ricerca, l'innovazione e le competenze** che devono essere incentivate e finanziate per consentire lo sviluppo di tecnologie emergenti e la loro ampia diffusione;
- **il coinvolgimento della società**, essenziale per stimolare la consapevolezza riguardo alle tematiche della transizione ecologica e climatica.

Policy e governance

Accelerare e rendere possibile la transizione verso un futuro più sostenibile e resistente al clima richiede cambiamenti sistemici e innovazione istituzionale. La realizzazione della neutralità carbonica regionale richiede processi politici in grado di sostenere e governare questa transizione con la

consapevolezza che il processo di decarbonizzazione influenzerà tutte le componenti della società, dai cittadini alle imprese, richiedendo una vasta gamma di azioni all'interno del sistema economico e sociale regionale.

Una delle barriere più significative è l'organizzazione per silos che caratterizza tutta la Pubblica Amministrazione. È necessario al contrario un approccio sistemico e un nuovo modello di governance che sia in grado di collegare piani d'azione diversi a una strategia di decarbonizzazione globale. Gli obiettivi climatici e di decarbonizzazione possono anche essere identificati settorialmente ma è poi necessario costruire e sviluppare, internamente all'amministrazione, capacità e modalità di lavoro integrate e sistemiche.

Oltre all'approccio settoriale, un'ulteriore problematica alla piena e rapida decarbonizzazione dell'economia e della società è data dalla mancanza di coordinamento tra diversi livelli amministrativi attraverso una reale governance multilivello. È fondamentale la piena collaborazione sia con il livello nazionale, che dovrebbe promuovere più celermente regole certe e sistemi finanziari a supporto della transizione, sia con il livello locale che dovrebbe contribuire agli obiettivi regionali di decarbonizzazione secondo le specificità dei propri territori e competenze.

Facendo una panoramica su alcuni dei principali settori che possono contribuire in maniera sostanziale alla decarbonizzazione, emergono ancora delle barriere e lacune da colmare. La *penetrazione delle rinnovabili* a livello regionale presenta ostacoli di varia natura, oltre a quelli di carattere ambientale e territoriali già citati, che richiederanno di mettere in campo diverse misure come l'aumento della potenza da installare, la semplificazione degli iter autorizzativi e procedurali di impianti di generazione rinnovabile e delle relative infrastrutture, l'adeguamento della rete elettrica, la creazione e dislocazione dei sistemi di accumulo (batterie, idrogeno, pompaggi) e sicurezza del sistema elettrico. È evidente altresì che sarà necessario un profondo rinnovamento normativo che consideri la decarbonizzazione dell'economia sia nel suo complesso sia settorialmente superando gli ostacoli che il settore privato ad esempio ancora oggi incontra in merito al permitting e all'implementazione concreta della transizione nel contesto normativo italiano.

Sul fronte dei *trasporti e mobilità sostenibile* l'auspicato aumento delle autovetture elettriche richiederà un ulteriore potenziamento e adeguamento del sistema infrastrutturale. Inoltre, per il trasporto merci, aviazione e navigazione bisognerà spingere sulla penetrazione di carburanti alternativi, ancora molto marginale e sull'incremento dell'elettrificazione dei trasporti (banchine portuali).

Bisognerà, inoltre, superare le barriere socio-economiche per la *riqualificazione energetica del parco edilizio* residenziale e terziario, pubblico e privato (efficienza energetica, elettrificazione dei consumi e switch verso combustibili alternativi) e armonizzare la transizione del settore (tempi e modalità) con la decarbonizzazione del restante sistema energetico.

I *settori industriali energivori hard to abate* come ceramico, cementifici, cartiere, acciaierie etc. sono chiamati ad efficientare i propri processi produttivi che richiedono l'utilizzo di alte temperature attraverso la conversione di combustibili alternativi (idrogeno, bioenergie, combustibili sintetici). Questo processo di rinnovamento potrebbe essere rallentato dall'inevitabile aumento dei costi di investimento e dei costi operativi nell'utilizzo delle nuove tecnologie con rischio della competitività delle imprese sui mercati internazionali.

Il *settore agricolo* dovrà efficientare i consumi energetici, magari puntando sulle rinnovabili, impianti per la produzione di biogas, sistemi di digestione anaerobica e stoccaggio di CO₂ (carbon sink) e ridurre le emissioni di ammoniaca e protossido di azoto dagli allevamenti (fermentazione enterica e gestione dei reflui dei composti azotati) che a livello regionale tuttora rappresentano una criticità.

Policy e Governance	
Sfide	Barriere
Innovazione organizzativa e governance multilivello	<ul style="list-style-type: none"> ● Necessità di un approccio integrato e sistemico alle policy. ● Piena coerenza tra politiche nazionali, regionali e locali e ampia collaborazione istituzionale. ● Maggiore consapevolezza e sensibilizzazione all'obiettivo.
Diffusa penetrazione delle energie rinnovabili	<ul style="list-style-type: none"> ● Necessità di sviluppare le reti energetiche infrastrutturali alle nuove esigenze derivanti dalla diffusione delle rinnovabili e dalle richieste del sistema produttivo. ● Ostacoli ambientali e territoriali alla penetrazione delle rinnovabili. ● Complessità delle procedure amministrative e tempi prolungati nel rilascio delle autorizzazioni ● Cambi frequenti dei regimi autorizzativi e regolamentari: l'evoluzione della regolamentazione inerenti gli interventi degli Enti locali e dei privati possono rappresentare un ostacolo alla diffusione di tecnologie energetiche avanzate, in particolare nella produzione di fonti rinnovabili. ● Creazione e dislocazione dei sistemi di accumulo insieme alla sicurezza del sistema elettrico, rappresentano ancora una criticità nell'adozione e nell'integrazione delle energie rinnovabili.
Elettrificazione dei trasporti e rafforzamento della mobilità sostenibile	<ul style="list-style-type: none"> ● Incertezza effettiva diffusione reti di distribuzione biocarburanti e colonnine elettriche (disomogeneità a livello nazionale). ● Ostacoli allo sviluppo di reti e tecnologia: ancora elevato il rapporto costo/prestazioni autoveicoli elettrici. ● Diffusione di carburanti alternativi: ancora marginali nel trasporto merci, aviazione e navigazione. ● Rafforzamento e completamento dell'elettrificazione dei trasporti . ● Elevati costi esterni della mobilità per i livelli di congestione del traffico stradale (soprattutto in ambito urbano) ed elevata incidentalità ciclo-pedonale. ● Previsioni di realizzazione di nuove infrastrutture per migliorare i collegamenti e rispondere alla crescente domanda di mobilità.
Riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare	<ul style="list-style-type: none"> ● Superamento delle barriere socio-economiche per la riqualificazione del parco edilizio residenziale e terziario, pubblico e privato, con focus sull'efficienza energetica; elettrificazione e switch verso combustibili alternativi . ● Superamento degli ostacoli culturali e comportamentali all'abitare (ad es. riduzione delle temperature interne, utilizzo in condivisione di apparecchi ed elettrodomestici, ecc.). ● Armonizzazione della transizione del settore (modalità e tempi) con la decarbonizzazione del restante sistema energetico.
Efficientamento energetico e decarbonizzazione dell'industriale in particolare 'hard to abate'	<ul style="list-style-type: none"> ● Mancanza di focus su tematiche cruciali come l'elettrificazione e la compensazione delle emissioni nei settori industriali. ● Possibili ostacoli derivanti dall'aumento dei costi di investimento e operativi per l'efficientamento energetico dei processi produttivi ad alte temperature (settori <i>hard to abate</i>) attraverso l'utilizzo di combustibili alternativi e conseguente rischio di competitività sui mercati internazionali.
Contributo alla mitigazione del comparto agricolo	<ul style="list-style-type: none"> ● Incidenza dei consumi energetici finali in agricoltura e selvicoltura sul totale, maggiori all'analogo valore medio nazionale. ● Le emissioni di ammoniaca e protossido di azoto dagli allevamenti costituiscono ancora una criticità a livello regionale, tuttavia con trend in calo. ● Aree marginali regionali con prevalenza di aziende di piccole-medie dimensioni, alta età media degli agricoltori e ridotti investimenti in conoscenza, con minori capacità di mitigazione al cambiamento climatico. ● Difficoltà di trasferimento dell'innovazione in materia di mitigazione e di risparmio energetico (anche come input di coltivazione).

Ricerca, innovazione e sviluppo di nuove competenze

Affrontare la sfida della decarbonizzazione richiede un approccio multidimensionale che vada oltre la sola implementazione di tecnologie esistenti. La ricerca e l'innovazione svolgono un ruolo cruciale nel

promuovere soluzioni efficaci e sostenibili per ridurre le emissioni di gas serra e favorire la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Inoltre, investire nell'aggiornamento e l'innovazione delle competenze e professionalità è centrale per accompagnare il sistema produttivo e le filiere, i servizi e la pubblica amministrazione, nella transizione verso la neutralità carbonica, in stretta relazione con le sfide poste dalla transizione digitale.

La leva della tecnologia rappresenta un importante *driver* per la decarbonizzazione, in questo caso le criticità sono legate al grado di maturazione delle tecnologie e alla competitività economica; molte tecnologie sono ancora in fase di dimostrazione o prototipo o non ancora sufficientemente convenienti per essere implementate su larga scala. Questo richiede la necessità di prevedere sistemi di incentivazione e/o finanziamento *ad hoc* per lo sviluppo di tecnologie emergenti e garantire stabilità e sicurezza agli investitori. Un'altro aspetto da considerare è l'accettazione sociale, specialmente se ci sono preoccupazioni riguardo alla sicurezza o all'impatto ambientale delle tecnologie emergenti.

A livello regionale nel settore delle reti e degli accumuli energetici ha rilievo la **filiera dell'idrogeno verde**, vista come produzione, impiego, stoccaggio e distribuzione. La trasformazione di energia elettrica in idrogeno (attraverso elettrolizzatori) e la successiva ri-trasformazione in energia elettrica (attraverso celle a combustibile) si traducono in una bassa efficienza energetica complessiva. Inoltre, a ciò si aggiunge la competitività economica legata ai costi dell'energia, che nel caso di produzione di idrogeno da energia proveniente da fonti rinnovabili risulta notevolmente più costoso rispetto a quello prodotto da fonti fossili a causa dei costi di approvvigionamento. A tale riguardo, da un'indagine⁴¹ condotta da ART-ER sulle imprese regionali emerge che uno degli aspetti più critici da affrontare per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno verde non è strettamente legato alla tecnologia, ma rimane quello della sostenibilità economica, in quanto la produzione di idrogeno verde comporta non solo ingenti investimenti in conto capitale (e.g. elettrolizzatori) ma anche elevati costi operativi, legati al costo dell'energia elettrica. Pertanto, lo sviluppo di un potenziale sistema locale di produzione del vettore energetico idrogeno verde, che si basi su una produzione da energia elettrica rinnovabile dedicata a tale scopo, comporta un'attenta analisi economica ed energetica delle tecnologie utilizzate (sia di produzione che di impiego).

La Regione sta investendo nella costruzione della filiera di ricerca avanzata sull'idrogeno per diffondere l'utilizzo dell'idrogeno verde in particolare nelle industrie *hard to abate* e nella mobilità, soprattutto nel trasporto pubblico locale e nella logistica. L'innovazione tecnologica e la competizione tra i differenti produttori potranno diventare, infatti, i fattori chiave per rendere queste tecnologie sempre più performanti e commerciabili dal punto di vista economico. Per approfondire il tema si rimanda al Focus a pag 122.

Nella stessa ottica a livello regionale, sempre nel settore delle reti e degli accumuli energetici, sono prese in considerazione le **tecnologie power-to-gas**, in cui l'energia elettrica viene accumulata o trasportata, integrando tra di loro diverse fonti rinnovabili (es. eolico & biomasse) e sfruttando infrastrutture energetiche esistenti (es. reti gas), che possono contribuire temporaneamente alla transizione energetica. Il power to gas e power to X possono connettere le capillari infrastrutture energetiche gas regionali con la valorizzazione dei rifiuti, scarti e sottoprodotti dell'agroalimentare. Anche per queste tecnologie la loro diffusione passa dalla convenienza economica (possono richiedere investimenti iniziali significativi per l'implementazione e la scalabilità) e dall'accettazione sociale.

Un'altra opportunità significativa per la decarbonizzazione è offerta dalle tecnologie digitali: il **Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC)** è cruciale nella modellazione climatica e nella simulazione, consentendo una migliore comprensione dei cambiamenti climatici e delle relative strategie di mitigazione. L'**Intelligenza Artificiale (AI)**, d'altra parte, offre promesse nel guidare soluzioni climatiche, ottimizzando l'uso delle energie rinnovabili e riducendo le emissioni attraverso algoritmi di apprendimento automatico.

⁴¹ Scenari e prospettive dell'idrogeno verde in Emilia-Romagna, ottobre 2022 - ART-ER.

Tuttavia, ci sono sfide da affrontare per sfruttare appieno le potenzialità di HPC e AI nella decarbonizzazione. Queste includono la necessità di maggiore collaborazione e condivisione dei dati, lo sviluppo di algoritmi scalabili ottimizzati per l'HPC e l'integrazione efficace delle tecnologie AI nelle infrastrutture esistenti. Per approfondire il tema si rimanda al Focus a pag.133.

Anche il campo dei **materiali innovativi** è un ambito in continua evoluzione, per la mitigazione dei cambiamenti climatici, che sta rapidamente integrando i temi di sostenibilità ambientale ed energetica all'interno del fabbisogno di funzionalità. In particolare, in questo ambito, stanno diventando popolari soprattutto alcune tecnologie come:

- *Materiali per l'Additive Manufacturing (AM)*: lo sviluppo di materiali sostenibili e performanti per l'AM può ridurre l'impatto ambientale della produzione. Attualmente, in regione, la gamma di materiali per l'AM (metallici, polimerici o ceramici), è estremamente ridotta ed è costituita da materie prime costose, derivanti da processi ad alto consumo energetico. Per questo motivo lo sviluppo e la produzione di larga scala di materiali sia metallici, che polimerici, che ceramici adatti all'AM, compresi quelli per Ink-Jet deposition, sarà di fondamentale importanza, sia da un punto di vista delle performance, che della sostenibilità, che dello sviluppo industriale.
- *Materiali Bio-Based*: questi materiali derivati da risorse rinnovabili possono sostituire materiali tradizionali più inquinanti, contribuendo alla riduzione delle emissioni di carbonio. La regione vede una crescita nella produzione di materiali derivati da risorse rinnovabili, con applicazioni che vanno dagli imballaggi sostenibili ai materiali per la stampa 3D e ai settori biomedicale e agrifood.
- *Materiali Compositi, Ceramici e Leghe Leggere*: questi materiali offrono prestazioni strutturali elevate con un impatto ambientale inferiore rispetto ai materiali convenzionali, supportando applicazioni più leggere e efficienti dal punto di vista energetico. Trovano applicazioni in diversi settori, dalla mobilità alla costruzione.
- *Materiali per l'Accumulo di Energia*: lo sviluppo di nuove tecnologie di accumulo energetico, come celle elettrochimiche e materiali per batterie, favorisce l'integrazione di fonti di energia rinnovabile, riducendo la dipendenza dalle fonti di energia fossile e contribuendo alla riduzione delle emissioni di carbonio.
- *Materiali Intelligenti per Sensori, Attuatori e Smorzatori*: questi materiali hanno applicazioni che vanno dall'automazione all'edilizia e possono contribuire alla decarbonizzazione ottimizzando l'efficienza energetica e riducendo gli sprechi. Ad esempio, l'uso di sensori intelligenti può ottimizzare i processi industriali riducendo il consumo di energia, mentre l'uso di materiali attivi può migliorare la resilienza delle infrastrutture riducendo la necessità di interventi di manutenzione energeticamente costosi.

L'ambito dei materiali innovativi, estremamente trasversale, solleva una serie di interessi e sfide legate alla sostenibilità e alla sostituzione responsabile delle materie prime. Le sfide tecniche e tecnologiche, come l'additive manufacturing e i nuovi materiali per l'accumulo energetico, devono essere affrontate considerando sempre gli aspetti legati alla sostenibilità. La formazione mirata alla sostenibilità e al cambiamento di paradigma è cruciale per il trasferimento tecnologico e l'applicazione industriale, coinvolgendo tutte le figure professionali, dal settore tradizionale allo start-up.

L'adozione di una logica di *open Innovation* e la condivisione funzionale delle informazioni tra diverse *value chain* sono fondamentali per lo sviluppo e l'applicazione dei materiali innovativi. La regione dispone di un importante ecosistema di infrastrutture per la caratterizzazione dei materiali, ma è necessario potenziarlo per massimizzare la sostenibilità e la competitività del territorio. La gestione delle quantità di materiali rappresenta una barriera alla diffusione, specialmente nel settore dell'additive manufacturing, dove la mancanza di economie di scala rende i materiali estremamente costosi.

Anche la **transizione verso l'economia circolare** passa per la ricerca e l'innovazione in quanto richiede un cambiamento radicale nel modo in cui produciamo. La ricerca progetta prodotti innovativi in vista del futuro riutilizzo dei materiali o per mantenerne il valore, migliorando durabilità, riparabilità, aggiornabilità e riusabilità. La transizione del sistema produttivo verso produzioni più sostenibili e sicure richiede:

- modelli innovativi di governance e di regolamentazione dei flussi di materia a livello transnazionale.
- approcci circolari al design di prodotto (*circular design*) per favorire la riprogettazione e nuovi modelli di business.
- sostenibilità dei processi produttivi, con riduzione del consumo energetico e impatto ambientale.
- sviluppo di modelli di business circolari come il *product-as-service* e *reverse logistics*.
- Utilizzo di scarti industriali e rifiuti per la produzione di nuovi materiali e packaging.
- tracciabilità di filiera e trasparenza nel processo di produzione, specialmente nel settore tessile.
- sicurezza alimentare e nutrizionale attraverso innovazioni nei sistemi agricoli e alimentari.
- bioeconomia per gestire le risorse naturali in modo sostenibile e circolare.
- recupero e riutilizzo di materiali, specialmente plastici, per preservare gli ecosistemi.
- sviluppo sostenibile delle aree rurali, urbane e costiere, secondo un modello circolare, considerando aspetti sociali ed economici.
- approccio multiforme al *Water Nexus*, integrando acqua, energia, cibo e ecosistemi per affrontare sfide idriche e ambientali in modo olistico.

Al di là delle linee di sviluppo, sopra delineate, esiste ancora un enorme divario tra i concetti alla base dell'economia circolare e la loro applicazione pratica. Tale limitazione è dovuta ancora alla presenza di barriere tecnologiche e non, come: la necessità di sviluppare competenze e tecnologie trasversali per rivedere i prodotti e i processi, il contesto normativo, che spesso limita l'adozione di pratiche già circolari, e la mancanza di strumenti finanziari adeguati che possano favorire la transizione; l'accettazione sociale di prodotti ottenuti dal recupero o rigenerazione di altri prodotti smaltiti o considerati "rifiuti", i costi elevati di investimento, gestione e pianificazione nella transizione verso il modello circolare.

È importante, inoltre, sottolineare l'importanza delle **competenze** necessarie per affrontare la sfida della decarbonizzazione che sono diverse e interdisciplinari, richiedendo una combinazione di conoscenze scientifiche, tecnologiche e manageriali. In primo luogo, sono fondamentali competenze tecniche nel campo delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica, ma anche del recupero e riciclo dei materiali, che consentono lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni innovative per ridurre le emissioni di carbonio. Queste competenze includono la progettazione e l'ingegnerizzazione di impianti e sistemi energetici, nonché la gestione delle risorse naturali in modo sostenibile.

Inoltre, la digitalizzazione e l'uso delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione giocano un ruolo sempre più importante nella decarbonizzazione, richiedendo competenze avanzate nell'ambito della data science, dell'intelligenza artificiale e della programmazione. Queste competenze consentono lo sviluppo di sistemi energetici intelligenti e la gestione ottimizzata delle risorse, contribuendo a massimizzare l'efficienza e ridurre l'impatto ambientale.

Allo stesso tempo, sono necessarie competenze manageriali e di leadership per guidare la trasformazione verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Queste competenze comprendono la capacità di sviluppare e implementare strategie di decarbonizzazione a livello aziendale e governativo, nonché la gestione del cambiamento e il coinvolgimento degli stakeholder. La comunicazione efficace e la capacità di negoziazione sono inoltre fondamentali per ottenere il consenso e mobilitare le risorse necessarie per raggiungere gli obiettivi di decarbonizzazione.

Infine è fondamentale evidenziare l'importanza delle competenze trasversali, come il pensiero critico, la creatività e la resilienza, che consentono di affrontare le sfide complesse associate alla decarbonizzazione. Queste competenze permettono di adattarsi rapidamente ai cambiamenti e di sviluppare soluzioni innovative per superare gli ostacoli sul percorso della neutralità carbonica. In definitiva, le competenze per la decarbonizzazione sono varie e complementari, richiedendo un approccio integrato e collaborativo per affrontare con successo la sfida del cambiamento climatico.

Ricerca e Innovazione	
Sfide	Barriere
Innovazione tecnologica	<ul style="list-style-type: none"> ● Criticità legate al grado di maturazione delle tecnologie e alla competitività economica: molti prototipi sono ancora in fase di dimostrazione o non convenienti per implementazione su larga scala. ● Necessità di prevedere sistemi di incentivazione e/o finanziamento <i>ad hoc</i> per lo sviluppo di tecnologie emergenti e garantire stabilità e sicurezza agli investitori. ● Accettazione sociale specialmente se ci sono preoccupazioni riguardo alla sicurezza o all'impatto ambientale delle nuove tecnologie.
Diffusione dell'idrogeno e delle tecnologie power-to-gas e power-to-X	<ul style="list-style-type: none"> ● L'infrastruttura per la distribuzione e lo stoccaggio dell'idrogeno è ancora in fase di sviluppo e può rappresentare una criticità. ● Ostacoli per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno verde legate non solo alla tecnologia, ma soprattutto alla sostenibilità economica: necessità di effettuare un'analisi economica ed energetica delle tecnologie utilizzate (sia di produzione che di impiego) per lo sviluppo di un potenziale sistema locale di produzione del vettore energetico idrogeno verde. ● Le tecnologie power-to-gas e power-to-X possono richiedere investimenti iniziali significativi per l'implementazione e la scalabilità. ● Comprensione e accettazione pubblica (sicurezza) dell'idrogeno e delle tecnologie power-to-gas e power-to-X.
Trasformazione digitale (Diffusione delle tecnologie HPC e AI)	<ul style="list-style-type: none"> ● La diffusione di tecnologie digitali Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC) e l'Intelligenza Artificiale (AI) richiedono la collaborazione e condivisione dei dati tra i ricercatori, lo sviluppo di algoritmi scalabili ottimizzati per architetture HPC e l'integrazione delle tecnologie AI nelle infrastrutture e nei flussi di lavoro esistenti
Innovazione dei materiali	<ul style="list-style-type: none"> ● Necessità di sostituire o utilizzare in modo responsabile le materie prime e i materiali, mantenendo un forte focus sulla sostenibilità. ● Trasferimento tecnologico e applicazioni industriali. ● Potenziare l'ecosistema di infrastrutture per la caratterizzazione dei materiali per massimizzare la competitività del territorio. ● La gestione delle quantità di materiali può rappresentare una barriera alla diffusione, soprattutto nel settore dell'additive manufacturing, a causa della mancanza di economie di scala che rendono i materiali estremamente costosi.
Transizione verso l'economia circolare	<ul style="list-style-type: none"> ● Accettazione sociale di prodotti ottenuti dal recupero o rigenerazione di altri prodotti smaltiti o considerati "rifiuti". ● Barriere tecniche e tecnologiche legate alla necessità di sviluppare e acquisire competenze e tecnologie interdisciplinari ● per rivedere prodotti, processi e procedure mantenendo gli stessi standard qualitativi. ● Alti costi di investimento, gestione e pianificazione nella transizione verso il modello circolare costituiscono una barriera economica, specialmente per piccole realtà produttive. ● Contesto normativo, che spesso limita l'adozione di pratiche già circolari, e la mancanza di strumenti finanziari adeguati che possano favorire la transizione.
Adeguamento e sviluppo di competenze specifiche per la transizione ecologica	<ul style="list-style-type: none"> ● Scarsa flessibilità del sistema di formazione necessaria per agire su più livelli: alfabetizzazione, formazione tecnico-specialistica, percorsi universitari e post universitari in grado di fornire le competenze necessarie alle imprese e enti locali

Ricerca e Innovazione	
Sfide	<p>Barriere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mancanza di strutture e laboratori avanzati che mettano in connessione il sistema regionale della Ricerca e Innovazione con il mondo della formazione.

Coinvolgimento della società

Altro tassello fondamentale che rappresenta un potenziale ostacolo alle politiche di decarbonizzazione è rappresentato dalla difficoltà nel coinvolgimento della società civile e la mancanza di consapevolezza rispetto alle tematiche della transizione ecologica.

Sarà dunque necessario sviluppare e creare un maggiore dialogo con la società civile anche alla luce del regolamento (UE) 2021/1119 “Legge europea sul clima” che prescrive misure partecipative per il pubblico, in particolare indicando che *“ogni Stato membro istituisce un dialogo multilivello sul clima e sull’energia ai sensi delle norme nazionali, in cui le autorità locali, le organizzazioni della società civile, la comunità imprenditoriale, gli investitori e altri portatori di interessi pertinenti nonché il pubblico siano in grado di partecipare attivamente e discutere il conseguimento dell’obiettivo della neutralità climatica dell’Unione [...] e i vari scenari previsti per le politiche in materia di energia e di clima, anche sul lungo termine, e di riesaminare i progressi compiuti”*. Oltre quindi al dialogo aperto e già esistente con i firmatari del Patto Lavoro e Clima una delle sfide che la regione si troverà ad affrontare sarà quella di individuare e valutare l’attivazione di un processo partecipativo deliberativo di cui fanno parte, ad esempio, metodi quali assemblea dei cittadini, giuria dei cittadini, e Citizen's Panel, sul modello già sperimentato dall’Unione Europea, al fine di coinvolgere le persone nell’elaborazione e definizione delle politiche e delle misure sui temi della transizione ecologica, prevedendo strumenti e risorse per la gestione del processo, dalla selezione dei soggetti partecipanti affinché siano rappresentativi della popolazione regionale fino all’individuazione di soggetti terzi indipendenti per il necessario coordinamento, anche in attuazione della L.R. n.15/2018 “Legge sulla partecipazione all’elaborazione delle politiche pubbliche”.

Al contempo, risulta importante sfruttare anche il ruolo dei *media* per sviluppare una consapevolezza collettiva riguardo i temi della decarbonizzazione, considerato l’impatto che essi possono avere *in primis* sul livello di familiarità che gli individui possiedono verso tali tematiche.

In estrema analisi, il tema della consapevolezza da parte della comunità risulta ancora una volta decisivo dal punto di vista del percorso di decarbonizzazione che la regione dovrà necessariamente intraprendere nel breve-medio periodo. La mancata azione in questa direzione potrebbe, infatti, portare ad un effetto *rebound* in cui i miglioramenti attesi in tema di sostenibilità e decarbonizzazione non vengono raggiunti nonostante l’attuazione di *policy* dedicate, che rischiano di non sortire l’effetto desiderato.

Coinvolgimento della società	
Sfide	<p>Barriere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ancora scarsa interazione da parte delle aziende del sistema energetico per generare consenso nella comunità e agevolare le amministrazioni. • Limitata consapevolezza della società sull’importanza degli impianti fotovoltaici ed eolici che rallenta la concessione delle autorizzazioni e di ottenere il supporto politico. • Insufficiente conoscenza delle criticità specifiche del territorio che richiede di rafforzare il dialogo con i <i>player</i> del settore e gli stakeholder locali e di costruire un percorso collaborativo.
<p>Aumentare la conoscenza e la consapevolezza della società rispetto alle tematiche della transizione ecologica</p>	

4.3 Traiettorie di decarbonizzazione

Ad integrazione delle policy settoriali quale presupposti per gli scenari di decarbonizzazione definiti nella Sezione 3, in questo capitolo si tratteggiano alcune traiettorie di ricerca, di sviluppo e d'azione con l'intento di offrire una lettura utile ai fini della decarbonizzazione.

Come più volte detto, non esiste un'unica soluzione per la decarbonizzazione, ma occorre mettere in atto un insieme complesso, integrato e sinergico di azioni, indirizzate tutte alla decarbonizzazione ma in grado di agire con intensità, distribuzione temporale e settoriale differenziata.

Queste traiettorie, il cui recepimento ed attuazione spetta alla pianificazione e programmazione di settore, hanno la finalità di esporre e collegare l'azione settoriale per la ricerca, l'innovazione tecnologica con la necessità di una costante e sistematica verifica circa la loro efficacia nel processo di decarbonizzazione.

Quello che conta è il risultato nel suo insieme, come gli scenari di decarbonizzazione di questo documento strategico ci rappresentano.

Inevitabilmente, in considerazione delle conoscenze tecniche e tecnologiche attuali, le traiettorie di seguito indicate potranno avere un orizzonte temporale di media attuazione (2030- 2035). La revisione successiva del presente documento potrà consentire una revisione ed ampliamento delle stesse, alla luce dell'evoluzione delle conoscenze e del monitoraggio (§ Capitolo 5.1) sulla loro efficacia nel raggiungimento degli obiettivi.

In maniera analoga a quanto fatto per la definizione degli scenari di neutralità carbonica, allo scopo sono state considerate le strategie e le misure europee (Green Deal e pacchetto Fit for 55, REPower EU, ecc.), nazionali e regionali (PRIT 2025, PR FESR 2021-2027, PAIR 2030, PER 2030, Strategia di Ricerca e Innovazione per la specializzazione intelligente 2021-2027, ecc.) attuali e prospettiche.

Inoltre, laddove opportuno, sono state considerate le azioni considerate nello Scenario Net Zero Emissions ("NZE Scenario") dell'International Energy Agency (IEA).

4.3.1 Il Settore ENERGY

Produzione elettrica

Lo scenario di decarbonizzazione del parco di generazione elettrica, come visto nel capitolo precedente, è guidato dagli obiettivi del Patto per il Lavoro e il Clima, che mira a raggiungere nel 2035 la totale copertura dei consumi attraverso fonti rinnovabili.

Ciò, per questo settore, implica un ingente sforzo di decarbonizzazione soprattutto nel primo periodo (fino al 2035), con livelli di installazioni di impianti fotovoltaici anche 10-15 volte superiori ai livelli storici registrati in Emilia-Romagna: a fronte di una potenza installata di fotovoltaico nel 2021 pari a circa 2,3 GW, il target fissato dal Patto per il Lavoro e il Clima richiederebbe una potenza installata nel 2035 di circa 25 GW, che si traduce in circa 1,6 nuovi GW installati annualmente.

Con questi ritmi, dall'attuale livello di copertura dei consumi finali lordi elettrici con fonti rinnovabili del 21%, si raggiungerebbe già nel 2025 un livello del 48%, nel 2030 del 75% e nel 2035 del 100%.

La traiettoria indicativa riportata nella tabella 47 evidenzia che uno sforzo, in termini di riduzione delle emissioni per questo settore, intensificato soprattutto fino al 2040, con riduzioni medie annue progressivamente crescenti (oltre 200 ktCO₂/anno fino al 2030, oltre 300 ktCO₂/anno tra il 2030 e il 2035 e oltre 400 ktCO₂/anno tra il 2035 e il 2040), in relazione alla progressiva penetrazione degli impianti a fonti rinnovabili fino al 2035 e l'abbandono, anche successivo, del restante consumo di combustibili fossili. Meno intenso, invece, lo sforzo di riduzione delle emissioni nel periodo post 2040.

2030	2035	2040	2045	2050
------	------	------	------	------

Produzione di elettricità e calore	-35%	-56%	-85%	-90%	-89%
---	------	------	------	------	------

Tabella 47: Traiettorie di decarbonizzazione del settore della produzione elettrica (riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)

Fonte: Elaborazione ART-ER

Allo stato attuale delle tecnologie, e considerando i potenziali impatti ambientali delle diverse opzioni per la decarbonizzazione del settore elettrico, il fotovoltaico e l'eolico rappresentano le opzioni più idonee per lo sviluppo di un parco di generazione decarbonizzato.

In questo scenario, sarà necessario aumentare la flessibilità dei sistemi energetici, le reti in particolare, per integrare con successo le quote crescenti di solare fotovoltaico ed eolico, e ciò comporterà inevitabilmente la necessità di investimenti significativi per espandere e rafforzare le reti elettriche.

L'aumento della produzione elettrica rinnovabile non programmabile, infatti, renderà la fornitura di energia elettrica più dipendente dalle condizioni meteorologiche, comportando maggiori esigenze di flessibilità in tutti gli intervalli temporali, che vanno dalle ore alle stagioni e anni. La produzione eolica, ad esempio, può contribuire, in funzione della variabilità del vento nel corso delle settimane e delle stagioni, all'aumento delle esigenze di flessibilità stagionale, mentre la variabilità del solare fotovoltaico ha un maggiore impatto sulla flessibilità oraria o giornaliera.

L'integrazione con successo di quote crescenti di solare fotovoltaico ed eolico nella produzione di elettricità richiederà la necessità di sfruttare al meglio le fonti di flessibilità esistenti e nuove, in un contesto dove il mercato e i quadri normativi avranno un ruolo cruciale nel facilitare tutto ciò. Centrali elettriche esistenti, comprese quelle a gas naturale, potranno contribuire, finché rimarranno in esercizio, concentrandosi più sulle necessità di flessibilità piuttosto che sulla produzione di energia elettrica "baseload". Saranno in ogni caso necessarie nuove forme di flessibilità, quali le tecnologie di stoccaggio dell'energia e i meccanismi di demand-response per bilanciare i picchi massimi e i minimi giornalieri.

La potenza termica dispacciabile a basse emissioni collegata alla rete e agli elettrolizzatori per la produzione di idrogeno svolgerà a lungo termine un ruolo fondamentale nella fornitura di idrogeno a lungo termine e nella flessibilità stagionale.

Le reti di trasmissione e distribuzione devono pertanto essere ammodernate e ampliate per facilitare l'integrazione delle quote crescenti di solare fotovoltaico ed eolico e la diffusione di tutte le forme di flessibilità. Ciò dovrebbe essere fatto in modo da facilitare la gestione dei meccanismi di *demand response* prevedendo, ad esempio, forme di incentivo per l'utilizzo dell'energia elettrica nei periodi di elevata offerta da fonti rinnovabili, anche attraverso tariffe orarie favorevoli.

L'incremento della capacità installata da fonti rinnovabili necessita di un forte impegno anche in termini autorizzativi (e di connessioni alla rete) per superare altre sfide, tra cui quelle dell'accettazione sociale e delle limitazioni sui siti disponibili. Considerando che i tempi per ottenere le autorizzazioni e per la connessione alla rete dei nuovi impianti possono richiedere anche diversi anni e sembrano essere in aumento, piuttosto che restringersi, occorre superare questi ostacoli per i progetti in corso e per i nuovi.

Per raggiungere questi livelli di penetrazione tecnologica, infine, occorre un ingente sforzo anche dell'industria manifatturiera collegata. Se, per quanto riguarda il fotovoltaico, l'industria si sta già effettivamente attrezzando per fornire questo enorme contributo di incremento della capacità rinnovabile (sebbene si tratti di un'industria globale e non prettamente regionale), le prospettive legate alla capacità manifatturiera globale sull'eolico non sono al momento altrettanto incoraggianti.

Industria, servizi, agricoltura e pesca

Le leve per la decarbonizzazione dei settori economici (industria, servizi, agricoltura e pesca) sono legate principalmente ad un forte efficientamento in tutti i settori, ad una massiva elettrificazione dei consumi, e ad una crescente penetrazione delle fonti rinnovabili e dell'idrogeno (quest'ultimo soprattutto nei settori hard to abate).

Sulla base delle ipotesi adottate e degli scenari di decarbonizzazione sviluppati nei diversi settori, emergono le traiettorie di decarbonizzazione riportate nella tabella 48.

Nel caso dei settori economici, il maggior sforzo è da imputare nel primo periodo, in virtù soprattutto dei progressivi efficientamenti settoriali: **nel caso dell'industria, ad esempio, si dovrebbero ridurre quasi 300 ktCO₂/anno fino al 2030, per poi scendere progressivamente fino a circa -60 ktCO₂/anno nel periodo 2045-2050.** Analogamente, nel caso del settore terziario, la riduzione delle emissioni passerebbe da circa -100 ktCO₂/anno nel primo periodo fino a -20 ktCO₂/anno nell'ultimo periodo.

	2030	2035	2040	2045	2050
Industria	-46%	-65%	-77%	-83%	-88%
Servizi	-46%	-64%	-76%	-82%	-86%
Agricoltura e pesca	-20%	-38%	-56%	-66%	-74%

Tabella 48 – Traiettoria di decarbonizzazione dei settori industria, servizi e agricoltura e pesca (riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)

Fonte: Elaborazione ART-ER

La decarbonizzazione dei settori economici passa in primo luogo da un forte miglioramento dell'intensità energetica (in sostanza la quantità di energia necessaria per produrre un euro di prodotto), che dovrà ridursi progressivamente del 60% nel 2050 rispetto ai livelli del 2020. Ridurre i consumi non significa soltanto ridurre le emissioni, ma comporta vantaggi in termini di sicurezza energetica e contribuisce a rendere più accessibile l'energia da parte dei soggetti coinvolti.

Ci sono fondamentalmente tre leve principali che possono portare al miglioramento dell'intensità energetica:

- uno spostamento verso combustibili più efficienti attraverso l'elettrificazione e le energie rinnovabili;
- misure di efficienza tecnica in tutti i settori;
- evitare la domanda di energia attraverso il miglioramento dell'efficienza dei materiali e delle risorse, o attraverso cambiamenti comportamentali.

Il settore industriale rappresenta attualmente oltre il 45% della domanda di elettricità in Emilia-Romagna. L'elettricità è versatile e fornisce una vasta gamma di servizi energetici nell'industria, quali ad esempio riscaldamento, raffreddamento, illuminazione, processi elettrochimici e azionamenti di motori.

Nello scenario di decarbonizzazione, l'energia elettrica coprirà oltre il 50% dei consumi complessivi del settore industriale (attualmente a circa il 30%), e quasi il 40% nel settore dei servizi.

Molte delle tecnologie necessarie per sostituire con l'elettricità i combustibili fossili sono già disponibili in commercio per il riscaldamento a bassa temperatura (<100 °C) e media temperatura (100-400 °C), ovvero nel range di temperature in cui ricade oltre il 90% della domanda totale di calore nell'industria leggera. Pompe di calore, caldaie elettriche e riscaldatori a resistenza, ad esempio, offrono diverse opzioni per fornire un'ampia gamma di temperature sia per il riscaldamento diretto che per il riscaldamento indiretto utilizzando il vapore.

Attualmente il costo è il principale ostacolo potenziale alla diffusione di queste tecnologie, ma esistono già alcune possibilità per rendere competitive ad esempio le pompe di calore industriali nel caso vengano integrate con la produzione di elettricità da fotovoltaico.

Inoltre, tecnologie di accumulo termico in grado di fornire calore direttamente ai processi industriali ad alte temperature potrebbero favorire anche la produzione di elettricità rinnovabile da fonti non programmabili a costi sostenibili per il settore industriale, bypassando la rete.

Elettrificare la fornitura di calore ad alta temperatura (>400 °C) nell'industria è più difficile. Le tecnologie di riscaldamento elettromagnetico, i riscaldatori a resistenza e i forni elettrici ad arco sono opzioni attualmente disponibili in commercio per alcune applicazioni specifiche. Per molti processi industriali chiave, tuttavia, le tecnologie di elettrificazione diretta oggi sono generalmente ancora nelle fasi iniziali di sviluppo. Gli esempi includono l'elettrificazione diretta del riscaldamento nei cementifici, l'elettrificazione dello steam cracker e l'elettrolisi per la produzione del minerale di ferro, le cui tecnologie sono tutte in fase di prototipo. È da supporre che nei prossimi 5 anni vi saranno notevoli sviluppi, e le prime installazioni su scala commerciale potranno avvenire all'inizio degli anni '30.

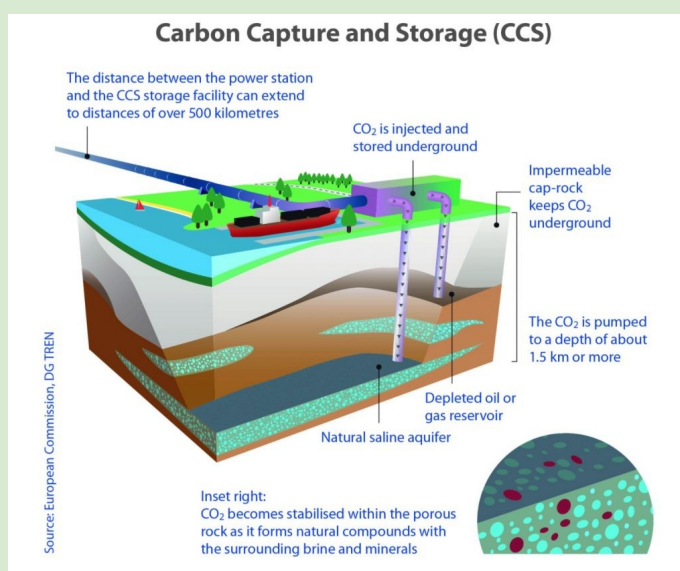
Anche gli standard di prestazione energetica e la tariffazione della CO₂ sono meccanismi politici comuni (e attualmente impiegati) per ridurre le emissioni del settore industriale: queste e misure simili possono risultare utili per ridurre i costi operativi delle tecnologie elettrificate attualmente disponibili in commercio, come ad esempio le pompe di calore industriali. Serviranno poi varie forme di sostegno politico anche per commercializzare le tecnologie in fase iniziale per elettrificare i processi nelle industrie pesanti, quali sovvenzioni per progetti dimostrativi e finanziamenti agevolati per la realizzazione iniziale.

Focus Cattura e stoccaggio di carbonio: le tecnologie CCS/CCUS

L'obiettivo net-zero di emissioni, sottolineato nell'Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici, implica non solo la riduzione delle emissioni climalteranti, ma anche la cattura di quelle inevitabilmente rilasciate nell'atmosfera.

Il sesto rapporto dell'IPCC¹ (*il Panel Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici*) ha evidenziato la cattura e lo stoccaggio del carbonio (Carbon Capture and Storage - CCS) come una strategia per affrontare i cambiamenti climatici. Questa tecnologia consiste nel catturare il biossido di carbonio prodotto da processi industriali e di combustione dei combustibili fossili, per poi immagazzinarlo in serbatoi geologici sotterranei o utilizzarlo in applicazioni industriali (Carbon Capture Utilization and Storage - CCUS).

Il processo CCS coinvolge tre fasi: cattura, trasporto e stoccaggio. Inizialmente, nella fase di cattura, la CO₂ viene estratta direttamente dalla fonte delle emissioni, come le centrali elettriche, attraverso i gas di scarico. Ciò avviene utilizzando processi chimici e macchinari che rimuovono gli agenti inquinanti. Questo processo è diverso dalla cattura e stoccaggio diretto del carbonio dall'aria (DACCS - Direct Air Carbon Capture and Storage), che rimuove la CO₂ direttamente dall'atmosfera anziché dalla fonte di emissione. La CO₂ catturata viene quindi compressa e trasformata in un fluido per il trasporto in un sito di stoccaggio tramite oleodotti, navi o altri mezzi. Infine, il carbonio liquefatto viene immagazzinato in profondità nel sottosuolo, solitamente in giacimenti esauriti di petrolio e gas, formazioni saline profonde o giacimenti carboniferi. Sebbene la CCS e/o la CCUS possa aiutare a ridurre le emissioni industriali, ogni fase presenta sfide uniche che devono essere affrontate.



Lo stoccaggio del carbonio catturato richiede il trasporto e l'immagazzinamento in strutture adeguate, come i giacimenti esauriti di gas e petrolio. Fonte: [Commissione europea, DG TREN](#)

Nel caso delle tecnologie CCU l'anidride carbonica concentrata e priva di impurità può essere riutilizzata come "materia prima" in altri processi produttivi. Un esempio di CCU è la mineralizzazione della CO₂ con fasi minerali naturali e l'impiego dei prodotti ottenuti nella formulazione dei cementi.

Il rapporto IPCC pur riconoscendo l'importanza di queste tecnologie nel ridurre le emissioni di gas serra, ha evidenziato alcune problematiche ancora presenti: la sicurezza dei siti di stoccaggio e i costi associati alla sua implementazione su vasta scala.

Sono ancora numerose le opinioni contrastanti sulla efficacia reale della CCS, anche se sempre più enti, compresi governi, aziende e città, la prevedono per raggiungere gli obiettivi di emissioni nette zero. Tuttavia, lo stesso rapporto della IEA² evidenzia come gli attuali impegni climatici non sono sufficienti a garantire l'azzeramento delle emissioni globali di CO₂ entro il 2050, senza un ricorso parziale e solo per i settori hard to abate a questa tecnologia.

1 AR6 Sesto Rapporto IPCC <https://ipccitalia.cmcc.it/ar6-sesto-rapporto-di-valutazione/>

2 Report Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

Residenziale

Il settore degli edifici rappresenta un settore complesso da decarbonizzare, dove risulteranno necessarie politiche integrate e un approccio solido e costante da parte del settore pubblico.

Come visto, saranno necessari ingenti sforzi in termini di efficientamento degli edifici esistenti, di promozione di nuovi edifici a emissioni zero (ZEB) e di diffusione di tecnologie per il riscaldamento e il raffrescamento efficienti e rinnovabili. Ma ciò potrebbe non bastare, e sarà necessario un impegno anche da parte degli utenti verso un cambiamento dei comportamenti ed un nuovo approccio dell'abitare in linea con i target di decarbonizzazione.

Nonostante questi sforzi, lo scenario di decarbonizzazione delineato per il settore residenziale riporta la traiettoria di decarbonizzazione indicata nella tabella 49, dove nel 2050 resterebbe un 25% di emissioni serra rispetto al valore di riferimento.

Il settore residenziale dovrebbe essere decarbonizzato per la maggior parte entro il 2040, grazie soprattutto alla progressiva riqualificazione degli edifici in tale periodo: fino al 2040, infatti, la riduzione media annua delle emissioni rimane piuttosto costante, intorno ai 120-150 ktCO₂/anno, per poi calare nel periodo successivo al 2040.

	2030	2035	2040	2045	2050
Residenziale	-28%	-44%	-57%	-67%	-75%

Tabella 49: Traiettoria di decarbonizzazione del settore residenziale (riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)

Fonte: Elaborazione ART-ER

Nel settore degli edifici, infatti, forse ancora di più che nei settori economici, il ruolo dell'efficienza energetica risulta necessario quanto complesso.

La riqualificazione degli edifici è infatti una delle leve principali per decarbonizzare il settore edilizio. Tuttavia, nei Paesi avanzati, inclusa quindi l'Emilia-Romagna, gli edifici hanno raggiunto un'età media piuttosto avanzata (circa 80 anni in media), ed oltre il 90% degli edifici che saranno utilizzati nel 2030 sono già stati costruiti (e questa percentuale sarà ancora maggiore nel 2050 se sarà confermato il trend in calo della popolazione residente indicato dagli attuali scenari demografici).

I tassi di ristrutturazione degli edifici, nello scenario di decarbonizzazione, dovranno raddoppiare per tutto il periodo, e a partire dal 2030 tutti i nuovi edifici dovranno essere a emissioni zero. Requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e forti politiche di retrofit devono necessariamente guidare questo sviluppo, in un approccio coerente e con solido sostegno politico da parte delle istituzioni pubbliche.

Anche in questo caso, i costi sono il principale ostacolo all'aumento della velocità e della profondità degli interventi di riqualificazione. Peraltro, il costo dei materiali è aumentato in tempi recenti per varie cause, tra cui lo sbilanciamento derivante dai bonus edilizi, le interruzioni della catena di fornitura e l'inflazione.

Sebbene le opzioni tecniche per l'aumento dell'efficienza energetica negli edifici rappresenti certamente una leva fondamentale per decarbonizzare il settore, è necessario percorrere anche altre strade che evitino, ad esempio, il problema legato alle forniture di materiali, che in una logica di sistema potrebbe determinare nei prossimi anni vincoli per gli approvvigionamenti. Di conseguenza, anche i cambiamenti comportamentali, intesi come quelle azioni che i consumatori possono adottare per ridurre il consumo di energia, sono necessari per accelerare la riduzione dei consumi energetici ed evitare gli sprechi.

Nel settore edilizio rientrano in quest'ambito, ad esempio, la regolazione delle temperature di riscaldamento e di raffrescamento degli ambienti, o le corrette modalità di utilizzo degli apparecchi

domestici. La crisi energetica del 2022, ad esempio, ha portato ad una serie di misure volte a modificare i comportamenti, tra cui alcune campagne nazionali di risparmio energetico come quelle realizzate in Danimarca, Germania, Irlanda e Svezia.

Una terza leva per decarbonizzare il settore degli edifici è quella dell'elettrificazione e della diffusione delle tecnologie rinnovabili. Il ruolo del gas naturale nel riscaldamento degli edifici, in Emilia-Romagna, è oggi molto rilevante (quasi l'80% dei consumi per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria sono legati infatti a questa fonte energetica): la progressiva sostituzione degli impianti a gas con altre tecnologie (pompe di calore, caldaie ibride, solare termico, ecc.), potrà contribuire a ridurre le emissioni serra del settore.

La diffusione delle pompe di calore, in particolare, rappresenta un elemento cardine per la decarbonizzazione degli edifici, essendo da tre a quattro volte più efficienti degli impianti termici tradizionali. Le vendite di pompe di calore, del resto, sono in rapido aumento negli ultimi anni, anche grazie agli incentivi statali in vigore in questi anni che hanno reso economicamente conveniente l'acquisto di questi impianti.

Altre misure per sostenere una più rapida diffusione delle pompe di calore, possono consistere in nuovi modelli di business che propongono il "calore come servizio" o in una revisione dei requisiti di prestazione energetica degli edifici o di standard per "calore pulito". Inoltre, è possibile strutturare tariffe e tasse energetiche per favorire scelte di consumo più pulite ed efficienti. Affrontare di conseguenze ostacoli come la carenza di forza lavoro per l'installazione di queste tecnologie e il superamento di restrizioni o vincoli pratici per le nuove installazioni diventa ancora più urgente man mano che i costi iniziali diminuiscono.

Focus: Autoconsumo e Comunità Energetiche

Nell'ambito del pacchetto di misure Energia pulita per i cittadini europei (*Clean Energy for all Europeans*), l'Unione Europea ha emanato la Direttiva RED II (Direttiva 2018/2001 UE) che mira alla promozione delle fonti rinnovabili. La Direttiva riconoscendo le configurazioni di auto-consumatori di energia da fonti rinnovabili (art. 21) e di comunità energetiche rinnovabili (art. 22) prevede il rafforzamento della consapevolezza e l'assunzione di un ruolo attivo del consumatore, che diviene una figura centrale nella transizione energetica. Tali configurazioni prendono il nome di "autoconsumo diffuso" e consentono, se rispettati specifici requisiti previsti dalle norme di settore, la produzione e il consumo contemporaneo di energia all'interno di un perimetro (in Italia la cabina primaria).

Con riferimento alla sola energia rinnovabile, ad oggi, con il pieno recepimento nell'ordinamento nazionale della Direttiva RED II è possibile realizzare tre diverse tipologie di configurazioni di "autoconsumo diffuso" che prendo il nome di:

- Un **auto-consumatore individuale di energia rinnovabile "a distanza"** che utilizza la rete di distribuzione è un cliente finale che condivide l'energia prodotta dagli impianti a fonti rinnovabili ubicati in aree nella sua piena disponibilità per autoconsumarla virtualmente nei punti di prelievo dei quali è titolare. Gli impianti di produzione della configurazione possono essere di proprietà di un soggetto terzo e/o gestiti da un produttore terzo. Un esempio di tale configurazione può essere quella di una impresa (cliente finale) titolare di due contatori di energia elettrica ubicati in due distinti siti produttivi ricadenti nel perimetro della medesima cabina primaria (per semplicità denominati Capannone A e Capannone B). Sul Capannone A è installato un impianto fotovoltaico la cui produzione è maggiore dei consumi di energia elettrica. Attraverso tale configurazione l'energia prodotta in eccesso rispetto ai consumi del Capannone A è immessa in rete e oltre ad essere venduta può essere virtualmente condivisa, utilizzando la rete di distribuzione dell'energia elettrica già esistente, con il Capannone B e pertanto incentivata.
- Un **gruppo di auto-consumatori di energia rinnovabile (GAC)** che agiscono collettivamente (detto anche Autoconsumo collettivo) è un insieme di almeno due soggetti consumatori e/o produttori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente (ovvero sottoscrittori di un contratto di diritto privato quale ad esempio il verbale di delibera assembleare firmato dai condòmini aderenti) che si trovano nello stesso condominio o edificio e che utilizzano la rete elettrica per condividere l'energia elettrica prodotta in eccesso rispetto agli autoconsumi dagli impianti afferenti alla configurazione. Gli impianti possono essere situati nell'edificio o condominio o anche presso altri siti nella piena disponibilità di uno o più clienti finali del gruppo, ma sempre nell'ambito dell'area afferente alla medesima cabina primaria. L'esempio classico è quello di un condominio con più unità abitative e con un impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili allacciato sul contatore delle utenze condominiali e in grado produrre energia elettrica in eccesso rispetto ai consumi delle utenze condominiali (es. luci scale, ascensore, ecc.) Attraverso tale configurazione l'energia prodotta in eccesso dall'impianto fotovoltaico condominiale è immessa in rete e oltre ad essere venduta può essere virtualmente condivisa con le unità immobiliari autonome (appartamenti) e pertanto incentivata.
- Quando l'autoconsumo trascende l'ambito del singolo cliente finale o di un unico edificio o condominio, siamo di fronte ad una **Comunità energetica rinnovabile (CER)** ovvero in una CER l'energia elettrica rinnovabile prodotta localmente viene condivisa tra i diversi soggetti, produttori e consumatori, sottesi alla medesima cabina primaria, grazie all'impiego della rete

nazionale di distribuzione di energia elettrica, che rende possibile la condivisione virtuale di tale energia. Per attivare tale configurazione è necessario costituire un soggetto giuridico i cui soci o membri con potere di controllo possono essere cittadini, piccole e medie imprese, enti territoriali e autorità locali, incluse le amministrazioni comunali, e altri soggetti puntualmente definiti dalle norme. Tale soggetto giuridico deve essere fondato sulla "partecipazione aperta e volontaria", e il suo scopo prioritario non è la generazione di profitti finanziari, ma il raggiungimento di benefici ambientali, economici e sociali per i suoi membri o soci o al territorio in cui opera.

A riguardo la Regione Emilia-Romagna ha promulgato la **legge regionale n. 5/2022 del 27 maggio 2022**, che istituisce norme sulle comunità energetiche. Questa legislazione mira a sostenere e promuovere l'autoconsumo collettivo e le comunità energetiche attraverso contributi finanziari per la costituzione, progettazione, acquisto e installazione degli impianti di produzione e accumulo energetico. La legge prevede anche finanziamenti per iniziative di comunicazione e informazione sui temi dell'energia rinnovabile e dell'efficienza energetica, nonché per la formazione delle competenze necessarie. Le comunità energetiche con una forte valenza sociale e territoriale ricevono contributi maggiorati, mentre gli enti locali virtuosi nella lotta ai cambiamenti climatici possono beneficiare di incentivi aggiuntivi. La normativa impegna la Regione e gli enti locali a mettere a disposizione tetti degli edifici pubblici e aree pubbliche per gli impianti energetici comunitari e istituisce un Registro delle comunità energetiche rinnovabili. Un Tavolo tecnico permanente è stato istituito per monitorare l'efficacia delle politiche energetiche regionali, mentre un protocollo d'intesa con Ricerca sul Sistema Energetico - Rse supporta la diffusione delle comunità energetiche.

La Regione inoltre promuove la realizzazione di una propria Comunità di Energia Rinnovabile (CER) presso la propria sede principale di Bologna. .

Trasporti

Il grande peso del settore dei trasporti, in termini di emissioni di gas serra, a causa dell'enorme dipendenza di questo settore dai carburanti fossili, fornisce la prima e chiara rappresentazione dell'importanza cruciale di questo settore nel percorso di decarbonizzazione.

Non è un caso, pertanto, se è proprio questo uno dei settori su cui la Commissione europea ha concentrato i primi sforzi, nell'ambito delle misure di attuazione del pacchetto "Fit for 55", per definire nuovi e ambiziosi obiettivi di decarbonizzazione con la pubblicazione del Regolamento (UE) 2023/851. Come visto nel capitolo precedente, gli scenari di decarbonizzazione per il settore dei trasporti prevedono le traiettorie di decarbonizzazione indicate nella tabella 50. La difficoltà di riduzione delle emissioni serra nel settore dei trasporti è evidente anche dall'andamento delle riduzioni medie annue di emissioni, che rimangono significative lungo tutto l'orizzonte temporale del presente lavoro: da un lato, ciò è dovuto al grande peso del settore trasporti in termini assoluti (circa 12 MtCO₂eq nel 2019, considerando tutte le modalità di trasporto), dall'altro dalle oggettive difficoltà dei processi di decarbonizzazione del settore, fortemente sbilanciato verso l'utilizzo di prodotti petroliferi. A titolo esemplificativo, basti pensare che ancora nel periodo 2045-2050 è necessaria una riduzione, in questo settore, di oltre 150 ktCO₂/anno, il valore abbondantemente più elevato considerando tutti i settori analizzati nel presente lavoro.

	2030	2035	2040	2045	2050
Trasporto stradale	-54%	-66%	-77%	-86%	-92%
Trasporto aereo	-68%	-73%	-77%	-83%	-90%
Trasporto marittimo	-39%	-52%	-65%	-79%	-93%
Trasporti agricoli e pesca	-20%	-38%	-56%	-66%	-74%

**Tabella 50: Traiettorie di decarbonizzazione dei trasporti
(riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)**

Fonte: Elaborazione ART-ER

La decarbonizzazione dei trasporti, si muove fondamentalmente su tre livelli:

- “avoiding”: riducendo le necessità di trasporto e la lunghezza dei percorsi da effettuare;
- “shifting”: orientando la mobilità verso modalità di trasporto più efficienti e sostenibili;
- “improving”: migliorando l’efficienza e la sostenibilità dei mezzi di trasporto, intervenendo anche sulla tecnologia dei veicoli.

Rientrano nella macro-area “**avoiding**”, ad esempio, le politiche per favorire lo smart working e i servizi on-line, i quali, se accompagnati ad un adeguato sviluppo della banda larga su tutto il territorio, consentono di ridurre gli spostamenti fisici di persone per scambio di informazioni, incontri, ecc.

Analogamente, anche stimolare la progressiva introduzione di servizi on-line da parte di tutti gli enti che offrono servizi ai cittadini (pubbliche amministrazioni, poste, istituti bancari, ecc.) consentirebbe di ridurre gli spostamenti.

Sotto il profilo della logistica, sarebbe necessario ottimizzare la logistica urbana per ottimizzare le percorrenze della logistica merci e servizi, favorendo il trasporto e le procedure operative più efficienti (trasporto professionalizzato, tecniche di multi-drop con più operazioni di carico-scarico eseguite nello stesso ciclo logistico, ecc.).

A tal fine, sarebbe necessario pianificare il territorio considerando la mobilità come elemento chiave nella pianificazione territoriale e nello sviluppo urbanistico, favorendo soluzioni che ottimizzino/minimizzino le necessità di spostamento delle persone.

Nella macro-area “**shifting**” rientrano invece le misure che consentono di orientare gli spostamenti verso forme di mobilità più efficienti e sostenibili, favorendo il trasporto pubblico locale migliorando ad esempio l’offerta di trasporto pubblico in funzione della domanda da servire, sia in termini di servizi, sia in termini di infrastrutture (con attenzione a corsie dedicate e parcheggi di interscambio) o favorendo l’intermodalità nei servizi di trasporto pubblico attraverso forme di integrazione vettoriale e tariffaria finalizzate alla riduzione dei tempi di attesa alle fermate/stazioni e all’utilizzo di un unico e vantaggioso titolo di viaggio.

Stimolare l’utilizzo del trasporto pubblico potrebbe avvenire anche aumentando la diffusione delle tecnologie ITS (intelligent transport system) per incrementare la competitività del trasporto pubblico locale (rapidità, frequenza, elasticità, informazione agli utenti, ecc.) o promuovendo tecnologie di route-planning e infomobilità che facilitino l’intermodalità negli spostamenti.

Anche l’adozione di politiche di accesso e sosta nei centri urbani che rendano conveniente l’utilizzo del TPL o di forme di mobilità dolce (pedonale, ciclistica, con personal mover) potrebbe disincentivare l’utilizzo del mezzo privato a favore di quelli pubblici.

Rientrano nell’ambito “shifting” anche le politiche per promuovere il car-sharing (o il car-pooling). Si tratta di misure eterogenee che potrebbero andare dall’assimilazione di queste pratiche a servizi di pubblica utilità, alla possibilità di rendere detraibili le spese annuali in car-sharing/pooling per i cittadini o ipotizzando bonus da spendere in servizi di questo tipo in caso di rottamazione di un veicolo privato. Si potrebbero studiare forme di agevolazioni fiscali, sistemi di car-sharing innovativi, ad esempio sistemi con condivisione condominiale.

Potrebbero inoltre essere forniti vantaggi ai Comuni che si dotano di sistemi di car-sharing, stimolando l'adozione di sistemi di sharing anche in centri urbani di piccole dimensioni e richiedendo a tutti i Comuni la realizzazione di studi di fattibilità sull'eventuale adozione di sistemi di car-sharing.

Nel trasporto merci, lo "shift" dovrebbe favorire l'intermodalità nel trasporto merci, con particolare attenzione al trasporto aereo, navale e ferroviario, con la creazione di hub intermodali, identificando soluzioni tecnico-economiche in grado di rendere conveniente lo shift del trasporto merci di lunga percorrenza da gomma a ferro o acqua.

Anche in questo caso sarebbe possibile promuovere soluzioni di condivisione anche per la logistica urbana sviluppando ad esempio pratiche di "van-sharing", preferibilmente con veicoli alimentati a combustibili alternativi.

Certamente, anche la mobilità ciclistica dovrebbe essere favorita, in particolare nei centri urbani, definendo una percentuale minima di viabilità che deve essere dedicata ai velocipedi, progressivamente crescente, realizzando strutture di ricovero di velocipedi in prossimità dei centri intermodali, con tariffe gratuite o agevolate per gli abbonati al trasporto pubblico locale e favorendo, tramite agevolazioni economiche o funzionali, la logistica urbana basata su velocipedi, sia tradizionali che a pedalata assistita.

Per quanto riguarda l'ambito "improving", si tratta di migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei mezzi di trasporto, intervenendo anche sulla tecnologia dei veicoli.

Per quanto riguarda il trasporto passeggeri su strada (auto private, taxi, autobus per trasporto pubblico locale), i veicoli elettrici offrono i maggiori vantaggi. Le auto a batteria (BEV) sono economicamente competitive con le auto a combustione interna (ICE), mostrando già oggi un costo totale di possesso inferiore, soprattutto quando l'utilizzo è medio-alto (es. sopra 15-20.000 km/anno).

Riguardo alle emissioni di CO₂, già col mix elettrico attuale questi veicoli consentono riduzioni di emissioni di oltre la metà, anche tenendo conto del ciclo di vita. Le emissioni diminuiranno ulteriormente grazie ai BEV in quanto è prevista una continua crescita della generazione elettrica decarbonizzata, in linea con gli obiettivi europei. Il potenziale totale dell'elettrificazione in termini di riduzione delle emissioni è notevole, considerato il contributo alle emissioni e il fatto che i veicoli – soprattutto quelli ad alto fattore di utilizzo – hanno turnover elevati se paragonati ad altri settori quali gli edifici, l'industria o la generazione elettrica, in cui gli investimenti hanno durata più lunga.

L'elettrificazione è la soluzione più conveniente anche per il trasporto merci con furgoni utilizzati in ambito cittadino e si andrà affermando nei prossimi anni con il crescere delle offerte di mezzi di trasporto semi-pesante full-electric che comportino tragitti giornalieri inferiori ai 400 km in ambiti di tipo regionale. La priorità del passaggio a elettrico di auto, furgoni, autobus locali e piccoli camion porta con sé anche un miglioramento della qualità dell'aria a livello urbano che produrrà notevoli vantaggi, anche economici, conseguenti al miglioramento dell'impatto sulla salute.

Per le maggiori distanze del trasporto pesante su gomma, se dal punto di vista di efficienza energetica la soluzione dell'elettrificazione risulta la migliore, in considerazione delle problematiche connesse ai tempi e alle infrastrutture di ricarica a oggi restano aperte diverse opzioni, quali:

- l'uso di punti di ricarica ad alta potenza (da associare in tutta probabilità a stoccaggio stazionario);
- l'elettrificazione delle autostrade;
- il battery swap;
- l'idrogeno (in particolare per soluzioni di tipo hub and spoke).

Bisognerà impegnarsi in tempi brevi in una approfondita discussione con i partner europei, l'industria e gli stakeholder per identificare le soluzioni e definire un programma di attuazione continentale.

Nei settori citati le alternative a l'elettrificazione - come il gas naturale, i biocombustibili, l'idrogeno e gli idrocarburi sintetici – risultano quindi in linea generale meno attraenti. Per il gas naturale, la crisi ucraina ha messo in luce la fortissima dipendenza dell'Italia e dell'Europa dalle importazioni, con alti

profili di problematicità: per questo motivo l'impiego del gas naturale potrebbe essere indirizzato verso utilizzi obbligati (come certi impieghi industriali che prevedono combustioni ad alta temperatura o per il riscaldamento civile).

L'utilizzo di biocarburanti dovrebbe essere promosso, con quelli di prima generazione (da colture dedicate e in competizione con gli usi agricoli) che dovranno progressivamente essere abbandonati a favore di quelli di seconda generazione (avanzati) che presentano tuttavia al momento alcune limitazioni in termini di approvvigionamento di materie prime (biomasse sostenibili) e scala (necessità di raccogliere biomasse o altre materie prime, quali rifiuti, su vasti territori).

Anche l'idrogeno verde potrebbe risultare un fattore importante per la decarbonizzazione dei trasporti, soprattutto merci e TPL di lunga percorrenza, sebbene al momento sia caratterizzato da costi ancora molto alti e richieda una complessa infrastruttura che rischia di limitare la prevista riduzione dei prezzi dovuta al progresso tecnologico dei prossimi anni; allo stesso modo, gli e-fuels, per quanto di potenziale interesse, al momento presentano problemi di efficienza e, di conseguenza, anche di costo. Queste stesse alternative tecnologiche possono comunque svolgere un ruolo in settori in cui l'elettrificazione, per sua natura, non può arrivare. In particolare, per il settore del trasporto aereo e marittimo di lunga distanza, l'elettrificazione non è una strategia utilizzabile: in questi settori, le alternative come i combustibili di seconda generazione offrono, viceversa, soluzioni tecnicamente valide, anche in relazione ai consumi complessivamente limitati se paragonati al trasporto su strada e alle possibilità di miscelazione con combustibili di derivazione petrolifera senza costi aggiuntivi significativi.

L'idrogeno e i combustibili sintetici, in particolare, possono contribuire alla riduzione delle emissioni del settore marittimo e dell'aviazione, ma solo se verranno sviluppati – in Italia e all'estero – su una scala sufficientemente grande da abbatterne i costi e aumentarne il potenziale. Occorrerà quindi osservare come evolverà il mercato dell'idrogeno in altre applicazioni, come quelle industriali, e se i costi di produzione si abbasseranno sostanzialmente, soprattutto in Paesi con elevata disponibilità di fonti rinnovabili a basso costo. In questo caso, le importazioni o le limitate produzioni nazionali potrebbero essere usate per ridurre le emissioni del settore del trasporto marittimo e dell'aviazione.

L'impiego dell'idrogeno potrà avere una limitata applicazione anche in campo ferroviario per tratte non elettrificate lunghe o che dispongano di idrogeno a basso costo nelle stazioni di testa. Nella tabella 51 vengono riportate, in sintesi, le principali azioni di decarbonizzazione nel settore Energy.

Ambito	Azioni di decarbonizzazione
Produzione elettrica	<ul style="list-style-type: none"> ● Supporto generalizzato alla diffusione di impianti alimentati a fonti rinnovabili ● Supporto per la realizzazione di impianti fotovoltaici ● Supporto per la realizzazione di impianti eolici onshore e offshore ● Supporto per il blending di idrogeno negli impianti alimentati a gas naturale ● Supporto per lo sviluppo di iniziative CCUS ● Divieto⁴² di realizzare nuovi impianti di produzione di energia elettrica alimentati a biomasse solide
Industria, servizi, agricoltura e pesca	<ul style="list-style-type: none"> ● Supporto agli interventi di efficientamento energetico di edifici e impianti ● Supporto alla diffusione di iniziative di economia circolare ● Supporto alla installazione di tecnologie ad emissioni zero nell'industria e nei servizi ● Supporto alla diffusione di impianti alimentati a fonti rinnovabili negli edifici e nei processi produttivi ● Supporto per lo sviluppo di iniziative CCUS, in particolare nei settori hard to abate ● Divieto⁴³ di realizzare nuovi impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse solide ● Divieto⁴⁴ di utilizzare impianti alimentati a biomasse solide per soddisfare i requisiti minimi di produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili negli edifici
Residenziale	<ul style="list-style-type: none"> ● Supporto agli interventi di riqualificazione energetica degli edifici ● Supporto alla realizzazione di edifici ad emissioni zero ● Supporto alla installazione di tecnologie ad emissioni zero per il riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, cottura cibi, ecc. ● Supporto alla diffusione di impianti alimentati a fonti rinnovabili negli edifici ● Divieto⁴⁵ di realizzare nuovi impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse solide ● Divieto⁴⁶ di utilizzare impianti alimentati a biomasse solide per soddisfare i requisiti minimi di produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili negli edifici ● Obbligo⁴⁷ di mantenimento di 19 °C nelle abitazioni
Trasporti	<ul style="list-style-type: none"> ● Sostegno per la riduzione generale degli spostamenti privati (ad es. attraverso lo sviluppo dello smart working e attraverso un maggior riempimento dei veicoli privati e pubblici) ● Sostegno per lo spostamento degli spostamenti di persone e merci da veicoli privati a veicoli pubblici, in particolare su ferro ● Sostegno ad un rinnovamento dei veicoli privati e pubblici ad emissioni zero ● Sostegno alla diffusione di biocarburanti sostenibili (incl. biometano), di idrogeno verde e carburanti sintetici a base di idrogeno

Tabella 51: Principali azioni di decarbonizzazione nel settore ENERGY

Fonte: Elaborazione ART-ER su documenti IEA, Commissione europea e Regione Emilia-Romagna

4.3.2 Il Settore IPPU

Come detto, le emissioni serra ricomprese nel settore dei Processi industriali e utilizzo dei prodotti (IPPU) derivano da un'ampia varietà di attività industriali in senso stretto. Le principali fonti di

⁴² Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴³ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴⁴ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴⁵ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴⁶ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴⁷ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

emissione, in questo caso, sono rilasci provenienti da processi industriali che trasformano chimicamente o fisicamente i materiali: alcuni esempi di processi industriali che rilasciano quantità significativa di CO₂ sono, ad esempio, quelli che avvengono nelle fornaci dell'industria siderurgica, nella produzione di ammoniaca e di altri prodotti chimici ricavati da combustibili fossili e nelle industrie del cemento o del vetro.

Anche la traiettoria di decarbonizzazione del settore IPPU prevede un calo più consistente nel primo periodo (circa i due terzi delle mitigazioni avverrebbero infatti entro il 2035).

	2030	2035	2040	2045	2050
Settore IPPU	-46%	-65%	-77%	-83%	-88%

**Tabella 52 :Traiettorie di decarbonizzazione del settore IPPU
(riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)**

Fonte: Elaborazione ART-ER

Ciò potrebbe essere ottenuto attraverso diverse strategie di riduzione delle emissioni, in tutti i settori coinvolti.

In primo luogo, attraverso una decarbonizzazione della domanda di prodotti che determinano emissioni serra contabilizzate nel settore IPPU: rientrano in quest'ambito, ad esempio, le strategie di efficientamento e di sostituzione dei materiali utilizzati e prodotti, di ecodesign e di aumento dei tassi di recupero e riutilizzo dei prodotti (anche in un'ottica di economia circolare e di gestione efficace dei rifiuti industriali).

Oltre alla decarbonizzazione della domanda, ulteriori strategie per la decarbonizzazione dell'offerta di prodotti coinvolti nel settore IPPU possono riguardare l'industria chimica, dove ad esempio in anni relativamente recenti si sono ridotte in maniera sostanziale le emissioni di N₂O negli impianti di produzione di acido nitrico attraverso i sistemi SCR (Selective Catalytic Reduction) per il trattamento dei gas di processo.

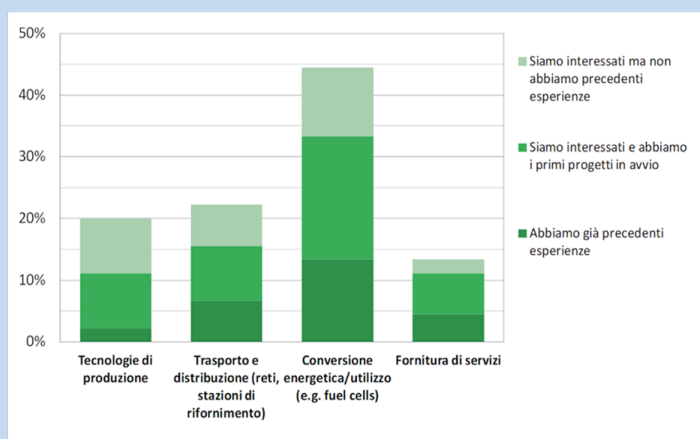
Per altro gas serra, ad esempio utilizzati nelle fonderie di alluminio o per l'uso di solventi e altri prodotti, potranno essere applicate ulteriori strategie di contenimento, e l'applicazione delle direttive e dei regolamenti europei (ad es. il Regolamento Europeo 2024/573 sui gas fluorurati o la Direttiva europea 2010/75/CE relativa alla riduzione delle emissioni di COV dovute all'uso di solventi) potrà contribuire alla riduzione delle emissioni serra derivanti dal settore IPPU.

Focus: il contributo dell'idrogeno alle politiche di decarbonizzazione

L'impiego dell'idrogeno decarbonizzato e dei combustibili low-carbon a base di idrogeno è universalmente riconosciuto come una delle possibili strategie per l'attuazione della transizione energetica e, in particolare, per la decarbonizzazione dei settori in cui le soluzioni alternative non siano disponibili oppure siano difficili da realizzare, come l'industria pesante e i trasporti a lunga distanza¹.

Per quanto riguarda l'Emilia-Romagna, sono diverse le iniziative che in anni recenti sono state sviluppate, o sono tuttora in fase di realizzazione, con l'obiettivo di comporre un quadro d'insieme del panorama, ancora frammentario e disomogeneo, delle progettualità, delle attività e delle esperienze già consolidate lungo la catena del valore dell'idrogeno. Nel 2021, su indirizzo della Regione Emilia-Romagna, è stata avviata una collaborazione fra ART-ER, Clust-ER Greentech e Nomisma per la realizzazione di un'indagine conoscitiva, di carattere qualitativo, sul posizionamento delle imprese regionali rispetto alla filiera dell'idrogeno. I risultati sono disponibili in un report pubblico².

L'interesse espresso dalle imprese per i diversi ambiti della filiera dell'idrogeno e il grado di esperienza maturata sono riassunti nel seguente istogramma.



Ambiti di interesse rispetto alla filiera dell'idrogeno e grado di esperienza del campione di imprese coinvolto nell'indagine svolta da ART-ER, Clust-ER Greentech e Nomisma

Per quanto riguarda i settori di applicazione, la maggior parte delle imprese intervistate ha segnalato il settore della mobilità, ambito nel quale le tre applicazioni prevalenti riguardano gli autobus a lunga percorrenza o il trasporto pubblico locale (TPL), i veicoli per il trasporto pesante e le macchine operatrici per la logistica (ad esempio, carrelli elevatori, mezzi per la movimentazione dei container, ecc.). Un ulteriore settore che vede impegnate alcune tra le aziende intervistate è quello delle applicazioni per il settore navale, sia per mezzi per il trasporto passeggeri sia per imbarcazioni di servizio a porti e/o operazioni a mare. A seguire, si evidenziano le applicazioni per la produzione di potenza elettrica o termica in ambito industriale, rilevate come interessanti per i settori "hard-to-abate" del ceramico e del cemento dalle imprese intervistate ed il comparto degli utilizzi stazionari in ambito residenziale.

Per la diffusione su larga scala dell'idrogeno verde in Italia ed anche a livello regionale, è tuttavia necessario affrontare sfide di natura tecnologica e superare barriere di carattere economico e normativo-regolatorio. Gli aspetti tecnologici riguardano l'efficienza, l'affidabilità e la sicurezza. I temi legati all'efficienza hanno, evidentemente, una connessione diretta con quelli economici, influenzando i costi di esercizio dei componenti e degli impianti.

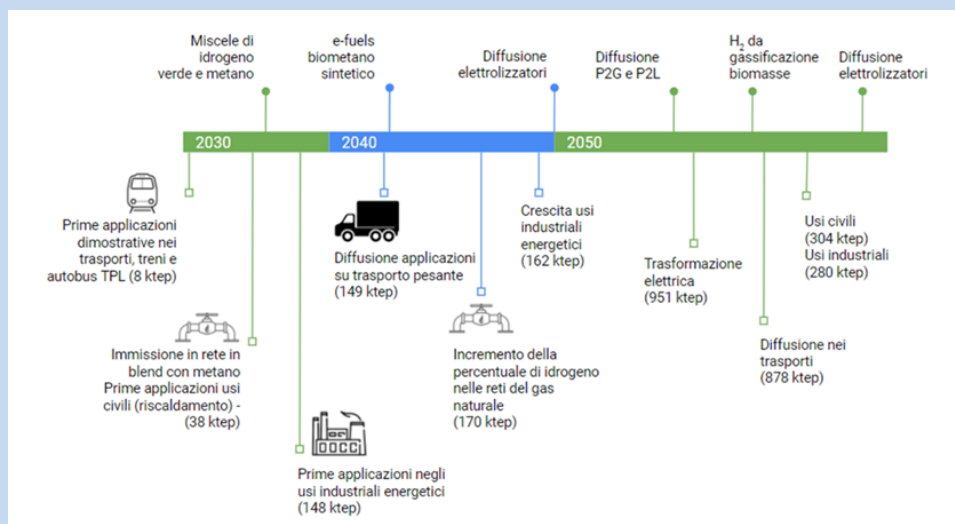
Per la **produzione di idrogeno verde** da elettrolisi (spesso anche chiamato "P2H", Power to Hydrogen

essendo prodotto a partire da elettricità da fonte rinnovabile) i principali problemi attuali sono rappresentati dai costi di investimento degli elettrolizzatori, ancora elevati, e dall'efficienza energetica complessiva del sistema, ancora da migliorare. In ottica futura, va ricordato che l'aumento dei volumi di produzione degli elettrolizzatori, con conseguenti diminuzioni dei costi unitari, e i miglioramenti tecnologici degli stessi, sommati alla crescente disponibilità di energia rinnovabile a basso costo, avranno l'effetto di ridurre i costi di produzione dell'idrogeno da queste fonti. Inoltre, le politiche di decarbonizzazione e il crescente costo connesso alle emissioni di CO₂ favoriranno la sostituzione dei combustibili fossili con l'idrogeno verde e il raggiungimento della competitività economica.

Altri aspetti della filiera dell'idrogeno che presentano elementi di criticità sono quelli del **trasporto e dello stoccaggio dell'H₂**. Per quanto riguarda il trasporto, anche su elevate distanze, la soluzione più semplice è quella del "blending", cioè utilizzare le reti del gas naturale esistenti, miscelando una frazione di idrogeno fino a un massimo del 15-20% in volume. Si possono anche ipotizzare linee dedicate di trasporto di idrogeno puro, per le quali sono ancora necessari approfondimenti tecnici sulla compatibilità dell'idrogeno con i materiali (materiali metallici, elastomeri delle tenute, ecc.), soprattutto sui lunghi periodi. Per quanto riguarda lo stoccaggio, questo si rende necessario in considerazione dell'intrinseca intermittenza della produzione da energia elettrica rinnovabile, da un lato, e della necessità di alimentare gli usi finali in modo continuo e programmabile, dall'altro. L'accumulo di idrogeno deve, infatti, fare i conti con la sua bassissima densità come gas alle condizioni ambientali, che comporta l'esigenza di comprimerlo ad alte pressioni per il contenimento dei volumi dei serbatoi (anche 70 MPa e oltre) con conseguenti elevati consumi energetici e la necessità di serbatoi relativamente costosi. Altra soluzione è la liquefazione, ottenibile raggiungendo temperature molto prossime allo zero assoluto con consumi energetici dell'ordine del 30% del contenuto energetico dell'idrogeno. Ulteriori metodi di stoccaggio, utili anche per il trasporto, si basano sulle proprietà di alcuni materiali. Nei sistemi di stoccaggio con idruri metallici, ad esempio, l'idrogeno forma composti interstiziali con i metalli e viene poi rilasciato e scaricato quando si fornisce calore alla matrice metallica. Lo svantaggio è proprio dovuto alla grande energia termica necessaria e, nel caso del trasporto, al peso complessivo rispetto alla quantità di idrogeno immagazzinato, oltre ai tempi di assorbimento e scarico. Un'altra opzione è rappresentata dai vettori liquidi organici di idrogeno (LOHC), cioè composti in fase liquida che hanno grandi capacità di legare chimicamente l'idrogeno. Anche in questo caso sono necessari ancora sforzi di ricerca e di ingegnerizzazione. Infine, per far fronte alla variabilità anche stagionale, e non solo giornaliera, delle fonti rinnovabili (solare ed eolica), si pone la necessità dello stoccaggio di lungo termine. Per periodi così lunghi l'investimento in serbatoi per gas in pressione o liquefatto diviene insostenibile e l'unica opzione oggi concepibile risulta lo stoccaggio geologico in caverne saline, pozzi di gas esauriti o acquiferi. Si tratta di tecnologie che devono ancora essere pienamente dimostrate in termini di fattibilità ed accettabilità.

La realizzazione degli obiettivi di diffusione dell'idrogeno verde, oltre alle sfide tecnico-economiche richiamate sopra, comporta la necessità di adottare una serie di provvedimenti che assicurino la **normazione**, la certificazione, le garanzie di origine, l'etichettatura e la commerciabilità anche internazionale dell'idrogeno.

Per tratteggiare alcune delle possibili **linee di sviluppo della filiera regionale dell'idrogeno al 2050**, è possibile fare riferimento ancora una volta al report² sviluppato da ART-ER, Clust-ER Greentech e Nomisma. Sulla base dello scenario ambizioso sviluppato per l'Emilia-Romagna facendo, inoltre, riferimento a scenari complessivi italiani elaborati a livello nazionale da RSE nell'ambito del report *"Idrogeno, un vettore energetico per la decarbonizzazione"*³, è stato possibile ipotizzare una roadmap per lo sviluppo della filiera dell'idrogeno in regione, di seguito schematizzata.



Nella prospettiva del 2050, ad uno scenario in cui il ruolo dell'idrogeno sia strettamente complementare ad una massiccia diffusione delle rinnovabili elettriche, in particolare fotovoltaico ed eolico, come valida soluzione per lo stoccaggio della *overgeneration* dovuta alla non programmabilità di queste fonti e al conseguente disallineamento tra offerta e domanda di energia. Inoltre, nei settori più difficili da decarbonizzare, la completa sostituzione dei combustibili fossili non sarà possibile, pertanto, anche su questo fronte, l'idrogeno rappresenterà una valida alternativa sia nell'uso diretto sia nella conversione in combustibili di sintesi che facciano uso di CO₂ di origine biogenica, avente un bilancio emissivo sostanzialmente neutro. La competitività economica dell'idrogeno verde, negli scenari valutati da RSE a livello nazionale, si collocherà tra il 2035 e il 2040, grazie ad una diminuzione dei costi sia dell'energia rinnovabile sia degli elettrolizzatori e alla messa a punto di filiere logistiche di approvvigionamento integrate e ottimizzate. Oltre all'idrogeno verde da eolico e fotovoltaico, anche la produzione di idrogeno da pirolisi e da gassificazione di biomassa assumerà ruoli significativi al 2050. In quest'ottica, la bioenergia avrà un ruolo importante anche nel sostenere la diffusione su larga scala della produzione di idrogeno verde. In particolare, le tecnologie di conversione delle biomasse in cui sia possibile separare la CO₂, come, ad esempio, quelle del biometano, e combinarla con idrogeno rinnovabile per produrre combustibili alternativi, sono particolarmente vocate ad offrire un rilevante contributo agli scenari di decarbonizzazione. In questo ambito, la regione Emilia-Romagna è già oggi ben posizionata, essendo ai primi posti in Italia per la produzione di energia elettrica da biogas⁴, ed è facilmente prevedibile che possa mantenere questo primato, considerate le potenzialità ed il tessuto di imprese della zootecnia e dell'agroalimentare.

¹Pagina dal sito web IEA-International Energy Agency: <https://www.iea.org/energy-system/low-emission-fuels/hydrogen>

² Report Scenari e prospettive dell'idrogeno verde in Emilia-Romagna – Regione Emilia-Romagna, ART-ER, Clust-ER Greentech, Nomisma. Disponibile al seguente link: <https://www.art-er.it/2022/10/scenari-e-prospettive-dellidrogeno-verde-in-emilia-romagna-2/>

³ Volume Idrogeno, un vettore energetico per la decarbonizzazione, collana RSEview (RSE 2021).

⁴ Rapporto Filiera biogas/biometano in Emilia-Romagna - Dicembre 2022, ART-ER, CRPA.

4.3.3 Il Settore WASTE

Complessivamente si stima che il sistema di gestione dei rifiuti riduca le proprie emissioni di 65 kt/anno.

	2030	2035	2040	2045	2050
CO ₂	-53%	-56%	-60%	-63%	-67%
CH ₄	-48%	-65%	-76%	-85%	-87%
N ₂ O	-11%	-12%	-12%	-12%	-14%
CO ₂ eq	-50%	-60%	-67%	-74%	-77%

Tabella 53: Traiettorie di decarbonizzazione del settore waste (riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)

Fonte: Elaborazione ARPAE

La Strategia a Lungo Termine della Commissione sulla riduzione delle emissioni di gas serra ha incluso le azioni dell'economia circolare nello scenario per raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.

Gli strumenti principali di promozione dell'economia circolare in modo sistemico da parte delle autorità pubbliche sono: la disciplina End of Waste, il Green Public Procurement (GPP), che in Italia vede i CAM (Criteri Ambientali Minimi) come strumento principale, l'Extended Producer Responsibility (EPR), e gli approcci strutturati di logistica inversa. La combinazione di tali strumenti ha il potenziale di favorire in modo deciso lo sviluppo della circolarità, abilitando di conseguenza i benefici in termini di impatti ambientali.

I documenti di policy e gli studi più recenti che affrontano il tema sono concordi nell'affermare che non sono ancora disponibili stime complete del potenziale complessivo dell'economia circolare rispetto alla mitigazione del cambiamento climatico: ciò è dovuto, in primis, alla natura multi-dimensionale ed eterogenea degli elementi che compongono il concetto di "economia circolare" e, in secondo luogo, alla natura ancora sperimentale di molti approcci circolari, che rendono difficile stimare l'effettiva applicabilità e scalabilità di molti di tali approcci.

Tuttavia, uno studio commissionato dall'Agenzia Ambientale Europea⁴⁸ ha concluso che le azioni circolari nei settori non energetici "possono avere un impatto prezioso sulla riduzione dei gas serra in tutti i settori e nelle diverse fasi del ciclo di vita dei prodotti in Europa". Tali impatti sono destinati ad aumentare nel tempo, di circa 80-150 MtCO₂eq all'anno entro il 2030 in Europa, che equivale a circa il 2-4% delle emissioni di base di gas serra al 2030. Al 2050, il potenziale di abbattimento dei gas serra è stimato a circa 300-550 MtCO₂eq all'anno in Europa, pari a circa il 10-18% delle emissioni di gas serra dello scenario base 2050".

I principali settori in cui possono essere attivate azioni circolari in modo efficace sono la produzione di cibo, l'industria chimica, l'industria tessile e il settore delle costruzioni.

Al fine di poter definire target di circolarità e/o di riduzione delle materie prime per determinate filiere produttive da introdurre nella prossima revisione ed aggiornamento del presente documento strategico, dovranno essere acquisiti dati ed analisi sulla circolarità reale e potenziale delle filiere regionali. A tale prospettiva dovrà affiancarsi anche un ampliamento delle contabilizzazioni delle emissioni regionali di CO₂eq che dovranno essere estese anche a tutte le emissioni indirette per passare da un modello di inventario delle emissioni ad un vero e proprio bilancio emissivo.

Produzione di cibo

Le attività finalizzate alla produzione di cibo rappresentano uno dei principali settori responsabile delle emissioni; queste sono le attività agricole e di allevamento considerando anche le attività di pre-

48 Deloitte. (2016). Circular economy potential for climate change mitigation.

produzione (l'utilizzo di mangimi o fertilizzanti e di strutture per la coltivazione dei terreni o l'allevamento degli animali), i processi post-allevamento (come la lavorazione, trasformazione e distribuzione del cibo e le attività di packaging e di trasporto), fino a quelle di consumo e ristorazione (mense, ristoranti, ecc.).

Secondo il sopraccitato studio circa il 72% delle emissioni del sistema alimentare è imputabile all'agricoltura e al cosiddetto LULUC (uso del suolo e cambiamenti nell'uso del suolo – Land Use and Land-Use Change), mentre il rimanente 28% è dovuto alle attività di filiera. In particolare il fine vita, ovvero la produzione di rifiuti vale il 9% del totale delle emissioni di gas serra del settore: queste sono prevalentemente emissioni da conferimento in discarica, incenerimento o compostaggio di rifiuti solidi (3% delle emissioni del settore) e per le acque reflue (6%).

UE ha disposto importanti strategie in grado di soddisfare alcuni obiettivi legati ai sistemi alimentari, alla sostenibilità dell'agricoltura, alla conservazione delle risorse naturali ed alla gestione degli scarti alimentari. Si tratta della strategia "Dal Produttore al Consumatore" (A Farm to Fork strategy, for a fair, healthy and environmentally-friendly food system) e la strategia sulla Biodiversità per il 2030 (EU Biodiversity strategy for 2030).

La strategia "Farm to fork", che fa perno sul ruolo e sulle potenzialità della bioeconomia circolare, può essere considerata un modello di riferimento per la sostenibilità dei sistemi agroalimentari e contribuisce al rafforzamento del processo di transizione ecologica del settore agricolo. Tra gli obiettivi si evidenziano, in particolare:

- l'impegno al raggiungimento del 25% della superficie agricola europea (SAU) destinata all'agricoltura biologica entro il 2030;
- l'impegno a dimezzare gli sprechi alimentari pro capite sia a livello di vendita al dettaglio che del consumo entro il 2030
- Una migliore gestione del food waste passa, da un lato, da una riduzione dei suoi volumi tramite campagne di sensibilizzazione e di educazione dei cittadini e meccanismi premianti per la previsione della domanda, e, dall'altro, dall'abilitazione di modalità e processi di raccolta e trattamento più efficaci a valle
- Raccolta differenziata del rifiuto organico accompagnata da investimenti in digestori anaerobici: la raccolta e il trattamento della frazione umida dei rifiuti consente di valorizzare scarti di cibo che trattati unitamente alla materia organica da rifiuti agricoli e residui, come il letame, consentono la produzione di biogas contestualmente ad una riduzione delle emissioni di metano derivante sia dagli allevamenti che dalla digestione aerobica dei rifiuti
- il passaggio a una dieta con più frutta e verdura e con meno carne rossa e carni lavorate, anche al fine di ridurre l'impatto ambientale del sistema alimentare

Industria chimica

Nonostante gli importanti risultati registrati negli ultimi anni in termini di riduzione di consumo delle risorse e delle emissioni di gas serra, per i prossimi anni sarà fondamentale proseguire con l'adozione di misure di mitigazione volte a rendere climaticamente neutra l'industria chimica.

È rilevante evidenziare il ruolo centrale che la chimica verde riveste nello sviluppo del settore della bioeconomia circolare, che a partire dall'uso sostenibile di risorse vegetali e scarti realizza prodotti ed energia, riducendo il consumo di risorse fossili. L'adozione sistemica di un approccio di bioeconomia circolare nelle attività agricole e industriali offre l'opportunità di affrontare le molteplici sfide poste dal degrado del suolo, attuando cambiamenti trasformativi nella gestione della terra e delle foreste in modo sostenibile con l'obiettivo di soddisfare le esigenze di sequestro di carbonio. I prodotti della

bioeconomia sono inoltre studiati per garantire la tutela delle risorse naturali in specifici contesti. Proprietà quali la biodegradabilità e la compostabilità consentono infatti di garantire le stesse performance dei prodotti “tradizionali”, ma al contempo di evitare il rischio di inquinamento del suolo (si pensi, ad esempio, ai teli per pacciamatura o agli erbicidi biodegradabili) e di ottimizzare la raccolta differenziata (si pensi, ad esempio, all’uso di sacchi compostabili per la raccolta dell’umido).

La valorizzazione dei rifiuti è parte integrante di una strategia per la transizione energetica che non può prescindere dalla chimica verde a titolo di esempio è possibile ricavare prodotti chimici e carburanti “circolari” da rifiuti plastici e CSS/frazione secca dei rifiuti urbani.

Settore moda e tessile

Nell’UE28, produzione e trattamento di capi di abbigliamento, calzature e tessili per la casa hanno generato emissioni per circa 334 MtCO₂ eq corrispondenti a 654 kgCO₂eq a persona nel 2017. Solo il 25% di queste è avvenuto all’interno dell’UE28. Applicando tale valore medio al contesto italiano, si ottengono circa 39 MtCO₂eq per il settore riferibile al consumo nazionale. Rispetto alle altre categorie di consumo, il settore si trova al quarto posto per l’uso di materie prime vergini e acqua (dopo i settori cibo, abitazioni e trasporti), al secondo posto per l’uso del suolo e al quinto posto per le emissioni di gas serra. Ciascuna tonnellata di prodotto tessile, infatti, in base alla fibra usata, genera circa 15-35tCO₂eq. La fibra che contribuisce maggiormente alle emissioni nella fase di produzione è l’acrilico, seguito dal nylon e dal poliestere, mentre la seta ha il minor impatto. Ciò riflette il maggiore impatto delle fibre sintetiche rispetto a quelle naturali e riciclate.

Ridurre le pressioni e gli impatti ambientali e climatici della produzione e del consumo di tessili richiede l’implementazione su larga scala di modelli di business circolari supportati da politiche efficaci che affrontino materiali e progettazione, produzione e distribuzione, uso e riutilizzo, raccolta e riciclo. Ciò comporta la produzione di beni di consumo con caratteristiche circolari (ad esempio, la produzione tessile di origine vegetale e l’utilizzo di fibre e tessuti dotati di marchi di qualità ecologica), misure in grado di agire sulla durabilità e sul riuso dei beni di consumo, ottenendo prodotti di qualità superiore e, infine, strategie di recupero e riciclo dei capi di abbigliamento usati e scarti di produzione.

Tali azioni possono essere supportate a livello pubblico da politiche sulle caratteristiche dei prodotti, come i requisiti di ecolabelling, anche nel contesto del Green Public Procurement.

Ciò intervenendo sulla produzione di materiali decarbonizzati, sulle operazioni di vendita al dettaglio, sulla riduzione delle operazioni di lavaggio e asciugatura, sull’aumento di riuso, upcycling e riciclo e sulla riduzione della sovrapproduzione.

Al fine di ridurre gli sprechi e l’impatto sull’ambiente del settore moda e tessile, i policy maker possono agire con diversi strumenti: implementazione efficace di sistemi di raccolta differenziata, supporto allo sviluppo tecnologico dei processi di riciclaggio meccanico o chimico tessile e il supporto alla filiera del riuso dei capi di abbigliamento.

Settore costruzioni

Al fine di ridurre il ricorso a risorse vergini, diminuire l’inquinamento e il quantitativo di materiale smaltito in discarica nel settore delle costruzioni è opportuno introdurre policy che richiedano l’utilizzo di materiali sostenibili e di metodologie di misurazione dell’utilizzo di materiali da costruzione circolari a basse emissioni (ad es. EPD, LCA, Ecolabel), anche con metodi di gestione avanzati, come i BIM.

Al fine vita, è bene promuovere strategie di riuso degli elementi principali degli edifici, oltre a sostenere lo sviluppo del riciclo dei materiali da demolizione.

Altre opportunità e strumenti

L’obiettivo è individuare misure di politica pubblica in grado di sostenere gli sforzi dell’industria per ridurre le dipendenze di approvvigionamento e sviluppare le capacità strategiche in funzione delle esigenze. Fra queste, vengono indicate le misure sul lato della domanda per prodotti circolari e

climaticamente neutri, essenziali per lo sviluppo di un mercato funzionante delle materie prime seconde e quindi per una transizione competitiva. Al proposito, una misura per prodotti circolari e climaticamente neutri potrebbe riguardare l'introduzione di requisiti per il contenuto di CO₂ nei prodotti.

In particolare, nella fase iniziale lo strumento volontario potrebbe essere uno standard di etichettatura UE per i materiali legato all'intensità delle emissioni di CO₂, soprattutto per quelli caratterizzati da una elevata intensità di emissioni durante l'intero ciclo di vita, come l'acciaio, il cemento, la plastica e l'alluminio. Tale sistema di etichettatura, riservato quindi solamente ai materiali in linea con i requisiti richiesti, permetterebbe alle imprese di fornire prove dell'impatto climatico dei materiali ai consumatori e di dimostrare la sostenibilità del modello di business agli investitori finanziari.

Si tratta di un incentivo all'adozione di strategie volte a modificare i modelli di business delle imprese, favorendo processi aziendali circolari e carbon neutral.

4.3.4 Il Settore AFOLU

Zootecnia

Il settore delle attività zootecniche incide sul totale delle emissioni regionali nell'anno di riferimento (2019) per circa 8%. Se consideriamo il trend emissivo a partire dal 1990 si riscontra una riduzione delle emissioni di CO₂eq pari al 27%.

L'uso di tecnologie di mitigazione e buone pratiche agricole può contribuire a ridurre le emissioni di gas serra.

All'interno di un quadro specifico di ipotesi e misure di mitigazione disponibili sono stati elaborati degli scenari emissivi con riferimento all'anno 2050. Sulla base di questi scenari si deduce che l'agricoltura potrebbe ridurre le proprie emissioni diverse dalla CO₂ fino a 66 kt di CO₂ equivalente all'anno, che rappresenta il 2% del suo attuale livello di emissione.

	2030	2035	2040	2045	2050
CO₂	0%	-5%	-15%	-20%	-30%
CH₄	-10%	-14%	-18%	-22%	-26%
N₂O	-54%	-57%	-61%	-64%	-67%
CO₂eq	-23%	-27%	-31%	-35%	-38%

**Tabella 54: Traiettoria di decarbonizzazione del settore agricoltura
(riduzione % delle emissioni di gas serra rispetto alla baseline)**

Fonte Elaborazione ARPAE

Il rilancio della zootecnia italiana e della sua competitività passa inevitabilmente attraverso una grande attenzione alla sostenibilità.

L'impiego di tecniche sostenibili nel settore agricolo, ad esempio attraverso l'applicazione di tecnologie digitali e l'agricoltura biologica, possono essere sostenute da specifiche iniziative di supporto, soprattutto per quanto riguarda le fasi di sperimentazione e sviluppo tecnologico, per minimizzare gli impatti in accordo con la strategia europea Farm to Fork.

Un importante investimento deve essere attuato per il rilancio della zootecnia in un'ottica sostenibile ambientale.

I principali interventi nello sviluppo rurale:

- l'adozione di buone pratiche zootecniche per il benessere animale nello sviluppo rurale

- gli investimenti a finalità ambientale e per il benessere animale nello sviluppo rurale
- gli aiuti accoppiati al settore zootecnico, in gran parte condizionati dallo sviluppo e l'applicazione delle IT a supportare l'allevatore nel migliorare l'assistenza tecnica e la sanità animale
- gli investimenti per migliorare la coibentazione delle strutture agricole produttive, eliminare l'amianto, oltre ovviamente a incentivare la produzione di energia da fonti rinnovabili (solare sui tetti)
- gli investimenti previsti destinati ad interventi sul biometano che, oltre a incentivare la produzione di energia da fonte rinnovabili, mira a migliorare la gestione degli effluenti e all'introduzione di altre tecniche agronomiche sostenibili.

In particolare, il protocollo per il perseguimento del benessere animale prevede i seguenti impegni:

- Impegno 1 - acqua, mangimi conformemente alle naturali necessità della zootecnia: che prevede, differenziati per ogni specie (eccetto che per gli avicoli), interventi su strutture per alimentazione ed abbeverata. La fornitura di acqua e cibo per bovini, ovini, caprini e suini deve avvenire mediante attrezzature sovradimensionate rispetto al numero di animali allevati per ridurre al minimo la competizione tra i soggetti
- Impegno 2 - condizioni di stabulazione, maggiore spazio disponibile, luce naturale: per avere diritto al premio i beneficiari devono allevare i propri animali fornendo loro spazi maggiori rispetto a quanto previsto dalla normativa o in assenza di vincoli normativi rispetto alle buone prassi di allevamento in Liguria. L'impegno inoltre prevede per tutte le specie eccetto gli avicoli, che tali spazi beneficino di luce naturale durante il giorno e di ventilazione che permetta una elevata qualità dell'aria nell'ambiente di stabulazione
- Impegno 3 - Accesso all'esterno: che interviene sulla fruizione e sul dimensionamento delle aree esterne. Gli animali devono poter beneficiare di spazi all'esterno le cui superfici devono essere di ampiezza superiore rispetto alla baseline. Tali superfici devono essere costantemente accessibili, e fruibili a volontà dell'animale.

L'applicazione del protocollo porterà ad una riduzione del numero di capi allevati.

Particolare attenzione deve essere posta anche alle misure di promozione delle attività di efficientamento aziendale. Modernizzare le attività agricole promuovendo e condividendo le conoscenze, l'innovazione e la digitalizzazione e incoraggiando l'applicazione da parte degli agricoltori attraverso un migliore accesso alla ricerca, all'innovazione, allo scambio di conoscenze e alla formazione favorirebbe il conseguimento di una riduzione delle emissioni, in sinergia con gli obiettivi di sostenibilità delle attività aziendali, dell'efficienza aziendale e del rendimento globale delle attività.

Alcune azioni che porterebbero ad un ammodernamento delle tecniche agricole e l'incremento dei propri fattori produttivi sono l'utilizzo di sistemi quali la guida semi-automatica e il dosaggio variabile nelle fertilizzazioni, lo studio e l'applicazione delle diete, che vede la possibilità di una pluralità di azioni quali l'alimentazione differenziata per fasi, le formulazioni a basso contenuto proteico con o senza additivi e in generale l'ottimizzazione dell'impiego delle risorse alimentari, per coniugare efficienza delle produzioni con benessere animale e riduzione delle escrezioni.

Un ruolo importante è giocato anche dall'alimentazione degli animali, in quanto applicando opportune tecniche nutrizionali è possibile ridurre l'escrezione dei nutrienti (azoto e fosforo) negli effluenti di allevamento e ridurre le emissioni di CH₄ da fermentazione enterica contenendo le emissioni degli allevamenti zootecnici in tutte le loro fasi.

Fertilizzanti

I fertilizzanti vedranno un calo delle emissioni dovute alla loro applicazione. Gli andamenti dovrebbero attestarsi su traiettorie diverse fino al 2030 e dal 2030 in poi. La data del 2030 è la data in cui si suppone saranno raggiunti i target previsti dalla strategia europea Farm to Fork.

Al 2030 i consumi di fertilizzanti azotati di sintesi dovrebbero diminuire del 20%. La riduzione non avviene perché diminuisce il fabbisogno di azoto delle colture. La diminuzione principalmente è dovuta ad un uso più razionale dei fertilizzanti col passaggio all'impiego fertilizzanti più efficaci e l'adozione di sistemi di agricoltura di precisione per individuare in maniera più accorta le tecniche e i periodi di intervento. Il calo in termini assoluti sarebbe intorno a 75 kt CO₂eq sommando le riduzioni di emissioni di N₂O e di CO₂ (quest'ultima da urea). Dal 2030 in poi è previsto un ulteriore calo di emissioni dovuto ad un graduale calo dell'uso di urea grazie ad un maggior utilizzo di fertilizzanti e ammendanti organici (maggiori apporti di digestato e compost da affiancare al letame e liquami) e a tecniche di utilizzo più sostenibile quale l'interramento di granuli che porta con sé un passaggio di efficienza del prodotto dal 40% odierno al 65%. I prodotti organici disponibili che dovranno essere impiegati tramite tecnologie a basso impatto in termini di qualità dell'aria. Nelle tabelle 55-56 sono riportati i risultati raggiungibili seguendo le suddette traiettorie di decarbonizzazione.

	2030	2035	2040	2045	2050
Fertilizzanti	-20%	-23%	-26%	-29%	-32%

Tabella 55: Traiettoria di decarbonizzazione dell'impiego di fertilizzanti

Fonte Elaborazione ARPAE

Foreste

	2030	2035	2040	2045	2050
Foreste	+35%	+38%	+42%	+45%	+48%

Tabella 56: Traiettoria di decarbonizzazione degli assorbimenti nella categoria Foreste

Fonte Elaborazione ARPAE

- sviluppo della superficie forestale

Le superfici forestate vedranno un'espansione fisiologica dovuta ad un trend di trasformazione di territorio da agricolo a forestale prevalentemente in ambito collinare e montano che porterà ad una superficie di bosco di poco superiore ai 700000 ettari. A questo trend, al fine di aumentare ancor più il potenziale mitigativo dell'ambito forestale si possono accompagnare le seguenti misure.

- prevenzione incendi

Il cambiamento climatico in atto impone che venga mantenuto un livello di guardia maggiore per la prevenzione agli incendi. Infatti dagli scenari climatici appare incontrovertibile il fatto che assisteremo a periodi (principalmente estivi ma non solo) più lunghi di siccità che assieme all'aumento medio di temperature aumentano il rischio di propagazione degli incendi boschivi. Dovuto al fatto che la maggior parte degli incendi sono di carattere antropico, sarà necessario sostenere le misure di prevenzione soprattutto nella fascia boscata limitrofa ai centri abitati, alle strade e a tutte le vie percorribili (strade e sentieri). Le principali azioni di manutenzione riguardano la pulizia del sottobosco con la rimozione della necromassa in eccesso e con l'eventuale diradamento in boschi troppo densi. Le azioni di presidio del bosco portano all'effetto positivo di un ripopolamento del territorio montano che negli ultimi decenni ha visto un continuo spopolamento e abbandono. Sarà necessario quindi invertire questa rotta incentivando parte della popolazione a non lasciare la montagna ed eventualmente ripopolarla. Una dinamica che favorisce la diminuzione del danno da incendio è dovuta alla graduale sostituzione di boschi coevi di conifere con vegetazione policolturale di latifoglie. Il danno da incendio su bosco da conifera si attesta sull'80%-100% in termini di carbonio perso, mentre per un bosco di

latifoglie spesso il danno non supera il 50% della biomassa. È auspicabile che nei 25 anni tra il 2025 e il 2050 circa un 20% dell'attuale superficie boscata dovrebbe quindi essere soggetta a interventi di manutenzione specifica di prevenzione agli incendi pari a circa 100000 ettari. Con queste opere di manutenzione sopra citate si valuta che, malgrado le condizioni climatiche più sfavorevoli, non dovrebbe accrescere il danno da incendio riscontrato negli ultimi anni che in regione Emilia-Romagna.

- passaggio di governo del bosco

Un'azione che viene proposta è quella del cambio di governo del bosco. In Emilia-Romagna la maggioranza delle superfici è storicamente coltivata a ceduo perché il principale ruolo della legna è stato quello dell'utilizzo della materia prima a fini energetici. Viene suggerito un progressivo passaggio da ceduo a fustaia. In questo modo si allunga il turn over del carbonio stoccato nella biomassa accrescendo l'assorbimento. Questa misura deve necessariamente essere guidata da una domanda di prodotti di origine legnosa, cioè gli HWP che auspicabilmente potranno rimpiazzare prodotti sintetici e materiale per l'edilizia. Per fare sì che questa filiera abbia successo nel nostro territorio è necessario che riacquistino importanza i centri di lavorazione del legno in loco a partire dalle segherie di cui al momento c'è grande scarsità sul territorio. Si prevede quindi che sia opportuno un cambio di gestione del bosco che preveda una conversione di circa 2500 ha di ceduo all'anno in ceduo allungato o fustaia. Inoltre i rimboschimenti recenti dovuti spesso all'abbandono dei terreni agricoli montani andrebbero gestiti nella misura di 1000 ha all'anno in modo da creare boschi che possano contemporaneamente avere un ritorno economico e un incremento maggiore di stoccaggio di carbonio.

Agricoltura:

	2030	2035	2040	2045	2050
Agricoltura e prati	+251%	+178%	+189%	+204%	+221%

Tabella 57: Traiettorie di decarbonizzazione degli assorbimenti nella categoria Agricoltura

Fonte Elaborazione ARPAE

L'indicazione più incisiva della traiettoria verso la decarbonizzazione per la categoria Agricoltura è legata al cambio di gestione del suolo: questa risiede nell'indirizzare le produzioni verso i disciplinari di gestione biologica e integrata. In particolare, il 25% delle terre agricole coltivate a biologico al 2050. Per quello che riguarda l'agricoltura integrata, per lo scenario di decarbonizzazione si prevede un aumento della superficie fino a coprire il 60% della SAU regionale al 2050.

Il potenziamento del suolo agricolo come sink di carbonio è favorito dall'adozione di pratiche di agricoltura conservativa che includono le minime lavorazioni, l'inerbimento e le pratiche che favoriscono l'accumulo e la conservazione della sostanza organica nel suolo. Alla luce delle misure contenute nel PSR 2023-2027 che sostengono queste pratiche, lo scenario di decarbonizzazione al 2050 prevede un aumento di superficie fino a +15%.

Se questo tipo di gestione agricola porta indubbi vantaggi in termini di accumulo di sostanza organica, al contempo deve essere associata a tecniche che ne garantiscano la sostenibilità ambientale. In particolare, per l'agricoltura conservativa le malerbe sono una delle pressioni dell'agroecosistema che l'agricoltore deve controllare di più, ma tale controllo dovrà essere compatibile con le istanze ambientali della Farm To Fork il cui obiettivo principale è assicurare una produzione sostenibile degli alimenti, attuata anche mediante la riduzione dell'uso degli agrofarmaci di sintesi. L'innovazione e la ricerca dovranno quindi introdurre e affiancare all'agricoltura conservativa tecniche atte a prevenire la presenza di malerbe e tecniche di diserbo di tipo meccanico, evitando quello chimico.

Un'opportunità per favorire il cambio di gestione agronomica verso tecniche più sostenibili è quella di fare uso di ammendanti che migliorino la struttura del suolo. È stato utilizzato nelle traiettorie di

decarbonizzazione un drastico aumento dell'utilizzo di biochar con rateo incrementale fino a raggiungere un massimo di 120 kt/anno di biochar al 2050.

Con le sue proprietà adsorbenti, il biochar contribuirà a diminuire da un lato la lisciviazione e dall'altro la volatilizzazione dell'azoto, garantendo una maggior efficienza e di conseguenza diminuendo l'input agronomico di fertilizzante di sintesi richiesto, in particolare l'urea.

Come traiettoria da seguire nel prossimo futuro, l'arboricoltura da legno potrebbe trovare un potenziamento grazie allo sviluppo e all'estensione di impianti policiclici permanenti, in cui in una stessa superficie coesistono piante con cicli colturali di differente durata, che portano vantaggi in termini di fertilità e di carbonio stoccato, grazie alla protezione del suolo che da parte delle piante dei vari cicli che si avvicendano sulla superficie. Questa pratica viene inclusa nello scenario di decarbonizzazione portando ad un raddoppio della biomassa stoccata. È stata, inoltre, ipotizzata una decurtazione del 20% dei suoli organici dedicati alle colture.

Insedimenti

	2030	2035	2040	2045	2050
Insedimenti	-87%	-95%	-100%	-92%	-92%

Tabella 58: Traiettoria di decarbonizzazione degli assorbimenti nella categoria Insedimenti

Fonte Elaborazione ARPAE

Gli insediamenti sono un capitolo del settore AFOLU che nella norma è emettitore netto a causa dell'impermeabilizzazione dei suoli che crea la perdita di sostanza organica dei terreni agricoli e forestali andati persi. Per diminuire le emissioni di questo settore è imprescindibile seguire una traiettoria che da un lato rallenti drasticamente il rateo annuale di suolo perso, e si lavori per la cura e l'accrescimento forestale del suolo non sigillato. A seguire le azioni di intervento suggerite

- Afforestazione per coprire i 5000 ettari di superfici incolte urbane più 18000 ettari circa di terreni marginali, supponendo una media di 400 alberi a ettaro, risultano 9200000 di alberi da piantare all'interno dei 25 anni dal 2025 al 2050.
- tetti verdi: trasformazione dal 2030 in poi di 100 ha all'anno di tetti tradizionali in tetti verdi.
- applicazione della legge regionale 24/2017 e dal 2030 consumo di suolo netto a zero anche per infrastrutture

Harvested Wood Products

	2030	2035	2040	2045	2050
HWP	109%	194%	291%	416%	578%

Tabella 59: Traiettoria di decarbonizzazione degli assorbimenti nella categoria HWP

Fonte Elaborazione ARPAE

I prodotti a base di legno seguono un incremento di vendite soprattutto per la sostituzione di materiali sintetici con materiali a base di cellulosa e utilizzo di legno per edilizia e manufatti.

Focus: Il ruolo del calcolo HPC e dell'Intelligenza Artificiale per la Decarbonizzazione e la Mitigazione dei Cambiamenti Climatici

Di fronte alle crescenti minacce dei cambiamenti climatici, la comunità globale si sta sempre più rivolgendo a tecnologie innovative per affrontare l'urgente necessità di decarbonizzazione e sviluppo sostenibile. Il Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC) e l'Intelligenza Artificiale (AI) si pongono all'avanguardia di questa battaglia, offrendo capacità senza precedenti per modellare sistemi complessi, ottimizzare l'uso dell'energia e guidare cambiamenti trasformativi in vari settori.

Il Calcolo ad Alte Prestazioni (HPC) svolge un ruolo cruciale nella modellazione e nella simulazione climatica, consentendo agli scienziati di ottenere profonde conoscenze sulle complesse interazioni che guidano i cambiamenti climatici. Attraverso simulazioni alimentate da HPC, i ricercatori possono analizzare vasti insiemi di dati, modellare sistemi climatici e prevedere scenari climatici futuri con una precisione senza precedenti. Queste simulazioni facilitano la comprensione delle dinamiche climatiche, compresi gli impatti delle emissioni di gas serra, i cambiamenti nell'uso del suolo e i processi oceanici.

Una delle applicazioni più note dell'HPC nella scienza climatica è lo sviluppo di Modelli del Sistema Terrestre (ESM), che integrano vari componenti del sistema terrestre, tra cui l'atmosfera, gli oceani, le superfici terrestri e i ghiacciai. Sfruttando le risorse HPC, gli scienziati possono eseguire simulazioni altamente dettagliate utilizzando gli ESM, consentendo valutazioni esaustive degli impatti dei cambiamenti climatici e dell'efficacia delle strategie di mitigazione. Inoltre, l'HPC permette simulazioni di ensemble, che coinvolgono cioè l'esecuzione di molteplici simulazioni, ognuna con diverse condizioni iniziali, per tener conto di diversi fattori di variabilità, migliorando così la solidità delle proiezioni climatiche.

Oltre alla modellazione climatica, l'HPC facilita l'analisi di dati osservazionali su larga scala, come immagini satellitari e dati ottenuti dalle reti di sensori (terrestri e satellitari) disponibili, aiutando nel monitoraggio di fenomeni legati al clima, come deforestazione, scioglimento dei ghiacciai e innalzamento del livello del mare. Inoltre, algoritmi di apprendimento automatico, abilitati da sistemi HPC, possono analizzare questi insiemi di dati per identificare pattern, tendenze e anomalie, migliorando la nostra comprensione dei processi climatici e informando interventi mirati.

Le tecnologie di Intelligenza Artificiale (AI) offrono immense promesse per guidare soluzioni climatiche in vari settori, dall'integrazione delle energie rinnovabili all'ottimizzazione delle reti intelligenti e alle tecnologie di cattura del carbonio. Gli algoritmi di apprendimento automatico, una sotto-categoria dell'AI, eccellono nel trattare grandi quantità di dati, identificare pattern e fare previsioni, rendendoli strumenti preziosi per ottimizzare i sistemi energetici, migliorare l'efficienza delle risorse e ridurre le emissioni.

Un'area in cui l'AI sta compiendo progressi significativi è nella generazione e distribuzione di energia rinnovabile. Gli algoritmi di AI possono analizzare dati meteorologici, modelli di consumo energetico e dinamiche di rete per ottimizzare il dispiegamento di fonti di energia rinnovabile, come solare e eolica, massimizzando il loro contributo al mix energetico e minimizzando i problemi di intermittenza. Inoltre, gli algoritmi di manutenzione predittiva abilitati dall'AI possono ottimizzare le prestazioni delle infrastrutture energetiche rinnovabili, garantendo un funzionamento ottimale e una maggiore longevità.

Inoltre, gli algoritmi di ottimizzazione guidati dall'AI possono migliorare l'efficienza dei processi ad elevato consumo energetico in settori come la produzione, il trasporto e l'agricoltura, portando a notevoli riduzioni del consumo di energia e delle emissioni di gas serra. Ad esempio, la manutenzione predittiva abilitata dall'AI può ottimizzare le prestazioni delle macchine industriali, riducendo i tempi di inattività e gli sprechi energetici, mentre gli algoritmi di ottimizzazione della

logistica guidati dall'AI possono minimizzare il consumo di carburante e le emissioni nelle reti di trasporto.

Nonostante l'immensa potenzialità dell'HPC e dell'AI nel promuovere gli sforzi di decarbonizzazione, diverse sfide devono essere affrontate per sfruttare appieno le loro capacità. Queste includono la necessità di una maggiore collaborazione e condivisione dei dati tra i ricercatori, lo sviluppo di algoritmi scalabili ottimizzati per architetture HPC e l'integrazione delle tecnologie AI nelle infrastrutture e nei flussi di lavoro esistenti. Da alcuni anni, la Regione Emilia-Romagna ha investito sullo sviluppo di una grande infrastruttura che integra l'HPC e l'uso dei dati (la Data-Valley), ospitando la macchina di classe pre-exascale Leonardo, finanziata dalla EuroHPC JU e gestita da CINECA, oltre che il datacenter di ECMWF. Grazie alla presenza sul territorio di queste risorse di calcolo, sarà possibile integrare gli sforzi della comunità scientifica nel settore della climatologia con una potenza di calcolo senza precedenti in Italia consentendo di andare speditamente verso l'obiettivo della decarbonizzazione e della mitigazione dei cambiamenti climatici.

4.4 Innovazione sociale e partecipazione

Come già detto nel capitolo 4.2 il coinvolgimento della società civile rappresenta una delle sfide più significative per poter raggiungere l'ambizioso obiettivo di rendere la nostra società neutra in termini emissivi e, se possibile anche resiliente agli effetti dei cambiamenti climatici.

Una risposta a questa sfida può effettivamente venire dall'innovazione sociale intesa come modello di sviluppo di nuove forme di organizzazione e di relazione tra soggetti diversi per risolvere sfide sociali complesse, quale indubbiamente è la crisi climatica.

Con riferimento allo specifico obiettivo della neutralità carbonica, l'innovazione sociale può aiutare l'amministrazione regionale ad accelerare questa transizione nei seguenti modi:

- ★ garantendo il rispetto verso lo sviluppo economico e il benessere complessivo delle persone e del pianeta in ogni fase della transizione;
- ★ evidenziando i co-benefici della mitigazione climatica che generano valore sociale ed economico;
- ★ creando nuovi modelli di business e costruendo capacità e competenze in grado di affrontare le sfide della decarbonizzazione;
- ★ creando piattaforme per il coinvolgimento di molteplici attori per co-progettare e co-produrre soluzioni che contribuiscono alla decarbonizzazione;
- ★ sostenendo cambiamenti comportamentali positivi rispondendo a esigenze locali specifiche e agendo all'interno di contesti culturali.

In questa logica, l'innovazione sociale diviene quindi un approccio sistemico che, attraverso un policy-mix, deve interessare, coinvolgere e aiutare tutti i settori dell'economia regionale a raggiungere l'obiettivo della neutralità in maniera più efficiente ed efficace a garanzia di una transizione giusta.

Sul territorio regionale vi è una forte presenza di modelli, organizzazioni e processi di innovazione sociale attive su tutto il territorio regionale, così come di misure e strumentazioni di cui la Regione si è dotata nel tempo ed ampiamente descritti nella Strategia di Specializzazione intelligente 2021 -2027 cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

Tra le numerose iniziative regionali già in atto, è necessario citare la recente delibera di Giunta n. 102/2024 *"Approvazione attività ed iniziative a supporto dell'attuazione del progetto 'città neutrali al 2030' di Parma e Bologna nonché delle misure volte alla diffusione e promozione della transizione ecologica e neutralità carbonica in tutto il territorio regionale"* con cui la regione ha inteso avviare, un progetto rivolto a tutte le amministrazioni locali del territorio per avviare una forte condivisione e co-progettazione di dati, mappe, linee guida e metodologie per la contabilizzazione, il monitoraggio, il coinvolgimento sociale affinché l'obiettivo di neutralità carbonica possa essere esteso, nel tempo, a

tutte le amministrazioni locali e ai loro stakeholder, valorizzando e mutuando l'esperienza di Bologna e Parma città neutrali al 2030.

Progetti specifici quindi di innovazione sociale e partecipazione verranno costruiti insieme ai territori e agli stakeholder in base alle specifiche esigenze territoriali per disegnare un futuro in cui la neutralità carbonica possa divenire una realtà socialmente accettata.

SEZIONE 5 - ATTUARE LA NEUTRALITA' CARBONICA ENTRO IL 2050

5.1 La Governance del Percorso

La governance del *Percorso per la Neutralità Carbonica prima del 2050* (PNC) o più globalmente, per coordinare un processo di transizione e di decarbonizzazione, è l'elemento essenziale per la sua attuazione. Il modello di governance che si intende applicare per questa strategia è ispirato a quello dalla Strategia per la ricerca e innovazione per la specializzazione intelligente (S3) regionale di cui il PNC condivide diverse caratteristiche prime fra tutte la trasversalità e la necessità di azioni integrate e coordinate. Il Percorso per la Neutralità carbonica rappresenta infatti un **quadro strategico integrato e coordinato di scenari, target e traiettorie** per la riduzione delle emissioni di gas serra settoriali a favore di un obiettivo di decarbonizzazione che deve essere attuato con il concorso di tutti gli strumenti di piano e programmi di cui la Regione dispone. Occorre dunque prevedere **un forte coordinamento a livello dei diversi Assessorati e Direzioni Generali** per una efficace integrazione dei contenuti del documento strategico e quindi del raggiungimento degli obiettivi posti.

Il PNC si pone infatti, **obiettivi ambiziosi in grado di contribuire concretamente al processo di trasformazione** del sistema economico regionale ed è **per sua natura dinamico**. Se le sfide e gli obiettivi generali, certo a quadro politico e normativo invariato, si possono ritenere sostanzialmente assunti fino al 2050, è certo che il continuo e rapido cambiamento degli scenari tecnologici, di mercato, sociali e finanziari dovrà tradursi in un aggiornamento periodico (almeno ogni 5 anni) per la revisione dei target settoriali e delle traiettorie di decarbonizzazione. Occorre quindi dotarsi di un sistema di governance che ne presidi la necessaria dinamicità anche attraverso processi partecipativi e di confronto ed un processo continuo di monitoraggio.

La dimensione della **collaborazione istituzionale con i territori** costituisce un elemento fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo di neutralità carbonica prima del 2050. La governance dovrà quindi tenere conto di questo ruolo peculiare dei territori non solo come portatori di istanze ma come attuatori e diffusori delle politiche di decarbonizzazione.

Si prevedono quattro livelli di governance:

- livello politico e di indirizzo strategico
- livello tecnico e di coordinamento
- livello attuativo-operativo
- livello partecipativo territoriale

Livello politico e di indirizzo strategico

La funzione politica di indirizzo strategico è svolta, ognuna per le proprie prerogative e competenze, dall'Assemblea Legislativa e dalla Giunta regionale, anche in necessaria concertazione con il Patto per il Lavoro e per il Clima. Il Patto infatti rappresenta un grande progetto di visione e posizionamento strategico, una sede in cui definiscono impegni e strategie regionali attraverso un metodo di governo inclusivo e partecipato. A livello di Giunta regionale il coordinamento politico è affidato alla Vicepresidenza. L'Assemblea Legislativa e la Giunta Regionale si occupano di definire la strategia, apportare eventuali modifiche, anche a valle dei risultati dell'attività di monitoraggio, e approvare il documento.

Livello tecnico e di coordinamento

Il coordinamento è assicurato dal Gabinetto di Presidenza di Giunta attraverso un confronto sistematico, continuo e collaborativo con le Direzioni regionali, al fine di favorire le sinergie e l'integrazione tra le diverse programmazioni e gli strumenti operativi a disposizione dell'amministrazione. A tal fine potrà essere istituita una cabina di regia permanente di coordinamento delle pianificazioni regionali, oltre ad un sistema di interoperabilità tra le diverse piattaforme dati regionali per ottimizzare il monitoraggio degli impatti delle politiche e la conseguente analisi e revisione dei target e delle policy settoriali. Il Gabinetto, anche attraverso il supporto delle agenzie e delle partecipate regionali (ARPAE ed ART-ER) dovrà assicurare:

- la realizzazione periodica del monitoraggio dell'efficacia delle politiche regionali in relazione agli obiettivi e target settoriali del Percorso in coerenza con gli indicatori di monitoraggio del Patto per il lavoro e clima, della Strategia regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, del PIAO in raccordo con Servizio Statistica regionale;
- la revisione periodica quinquennale del documento di Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050 da proporre in approvazione alla Giunta e in Assemblea;
- la realizzazione di un piano per la comunicazione del documento strategico e dei risultati ottenuti;
- il coinvolgimento e lo sviluppo presso gli enti locali della regione e gli stakeholder del territorio per la definizione, lo sviluppo e l'attuazione di progetti di neutralità carbonica dei territori;

Livello attuativo-operativo

Gli obiettivi e i target di decarbonizzazione settoriali devono essere assunti e perseguiti attraverso le azioni e misure della pianificazione e programmazione di settore sotto la responsabilità politica e tecnica rispettivamente degli Assessorati competenti e delle Direzioni Generali. Secondo la logica del "miglioramento continuo" attraverso il monitoraggio degli impatti delle azioni della pianificazione e programmazione settoriale, verranno aggiornati e ridefiniti i target di riduzione ed assorbimento nelle future revisioni ed aggiornamenti di questo documento per il raggiungimento dell'obiettivo di neutralità carbonica.

Le Direzioni Generali, inoltre, collaborano con il Gabinetto di Presidenza per la fattiva realizzazione dei target definiti e per lo sviluppo ed attuazione di progetti di neutralità carbonica promossi dagli enti locali e dagli stakeholder per il territorio regionale.

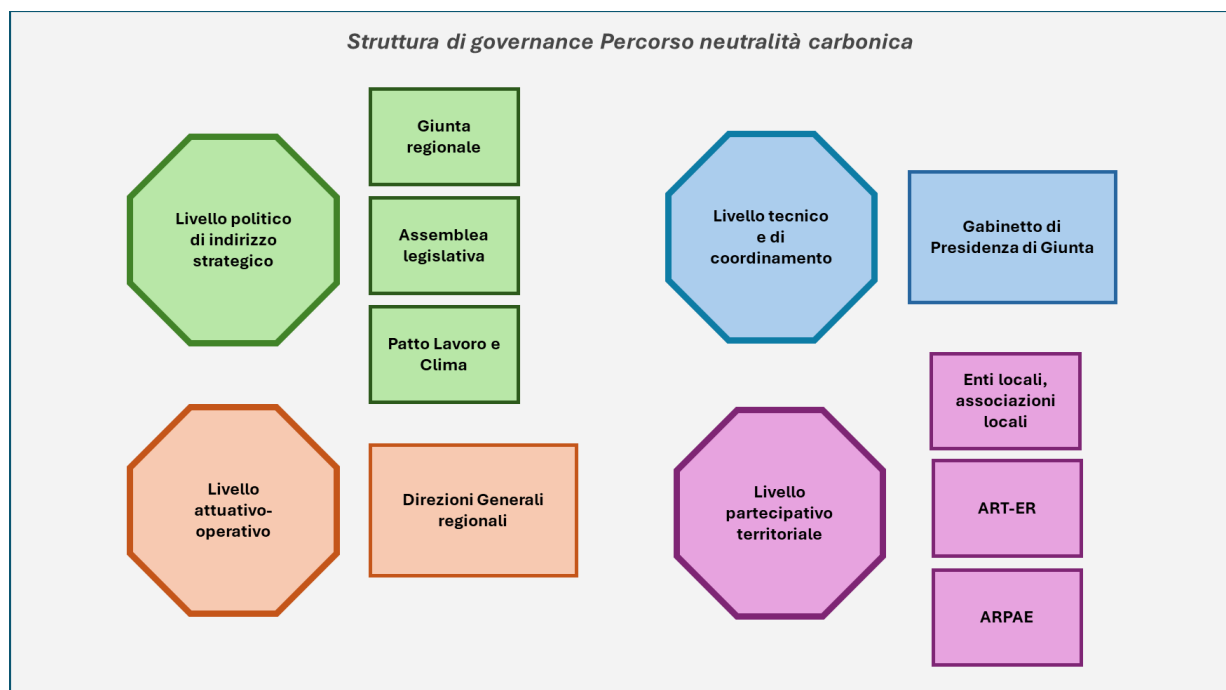
Livello partecipativo-territoriale

Il livello partecipativo-territoriale costituisce una parte molto rilevante della governance complessiva in quanto garanzia di una reale compartecipazione degli attori pubblici e privati nel fornire input per l'implementazione del Percorso e per aggiornarlo rispetto alle evoluzioni delle tecnologie, dei mercati, del contesto sociale e territoriale.

Il processo partecipativo-territoriale deve avere negli Enti Locali un livello fondamentale di supporto. Enti locali che, anche sull'esempio del Comune di Bologna e del Comune di Parma, devono conseguentemente fare propri gli obiettivi di neutralità carbonica dei propri territori, attraverso il coinvolgimento del mondo economico e sociale di riferimento. I Comuni e le loro Unioni che adottano Piani di azione per l'energia sostenibile e il clima, ma anche la propria pianificazione settoriale e territoriale ne devono garantire la coerenza con gli obiettivi di neutralità carbonica definiti in questo documento strategico. L'idea è che nel tempo, l'obiettivo di neutralità carbonica possa espandersi ed evolversi, anche basandosi su progetti ed impegni che gli enti locali in questi anni hanno già assunto nei propri comuni attraverso i PAESC (Piani d'Azione per l'Energia e il Clima) e i Climate City Contract. Il livello tecnico di coordinamento fornirà inoltre gli strumenti e le metodologie per giungere ad un monitoraggio condiviso ed integrato tra le policy regionali e quelle locali.

Il Patto per il Lavoro e per il Clima della Regione Emilia-Romagna valorizza il tema della partecipazione facendone uno dei quattro obiettivi strategici trasversali sui cui esso stesso è costruito. Un nuovo protagonismo delle comunità e dei territori in cui sperimentare nuovi modelli di partecipazione che trovano nelle tematiche della decarbonizzazione un obiettivo comune.

Il livello partecipativo territoriale vedrà un forte supporto di ART-ER ed ARPAE nel coinvolgimento degli stakeholder regionali, attraverso le organizzazioni e le reti diffuse sul territorio, nonché per la loro funzione di presidio tematico degli ambiti oggetto del Percorso.



Focus PAESC (Piani di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima)

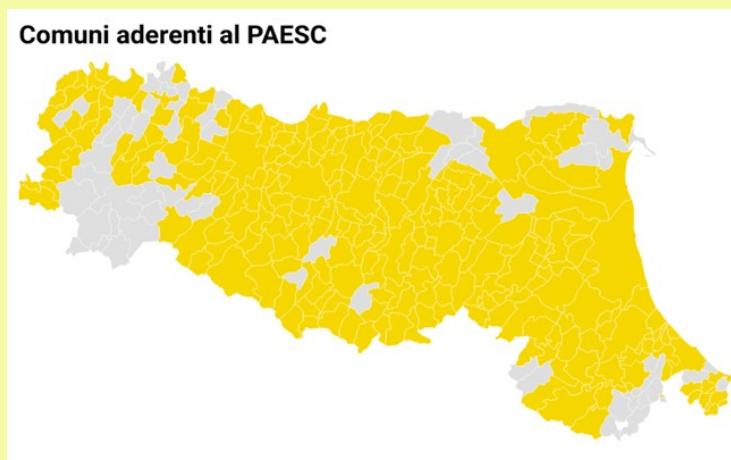
Il Patto dei Sindaci - Covenant of Mayors - è un'iniziativa volontaria promossa nel 2008 dalla Commissione europea per coinvolgere in maniera attiva le città e i loro amministratori nella lotta al cambiamento climatico. Attraverso l'adesione al patto, gli Enti Locali firmatari si impegnano a tradurre tali obiettivi in misure e azioni delineate in un Piano d'azione per l'energia sostenibile e il clima (PAESC). Il PAESC è quindi, uno strumento di programmazione strategico mediante il quale le amministrazioni e gli Enti locali individuano i settori in cui possono incidere direttamente e indirettamente, coinvolgendo famiglie e imprese del proprio territorio.

In una visione integrata, i Firmatari che oggi aderiscono volontariamente all'iniziativa si impegnano a:

- ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 40% entro il 2030
- adottare un approccio integrato per affrontare la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici
- aumentare la capacità di resistenza ai cambiamenti climatici
- incrementare gli sforzi per garantire a tutti l'accesso a fonti di energia sicure, sostenibili ed economicamente accessibili.

La Regione Emilia-Romagna individua nel PAESC uno degli strumenti di attuazione degli obiettivi regionali per favorire la transizione energetica verso un'economia a bassa emissione di carbonio. Dal

2014 la Regione è accreditata come struttura di coordinamento del Patto e a partire dal 2019 ha concesso contributi a Comuni e Unioni per sostenere il percorso di redazione dei PAESC. Il lavoro svolto ha portato 270 Comuni del territorio regionale, pari al 92% della popolazione, a dotarsi di un PAESC.



5.2 Il Monitoraggio del Percorso di neutralità carbonica

5.2.1 Premessa e finalità del monitoraggio

Il monitoraggio del *Percorso per la neutralità carbonica prima del 2050* ha la finalità ultima di valutare se le iniziative e le azioni previste ed attuate dalla pianificazione e programmazione di settore contribuiscono e in che misura al raggiungimento dei target intermedi settoriali di riduzione e/o assorbimento dei gas serra.

In considerazione del fatto che alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti concorrono sia azioni dirette (ad esempio la riduzione dei consumi energetici) sia azioni indirette (ad esempio la costruzione di una pista ciclabile) sarà necessario utilizzare indicatori di output che per definizione misurano il livello di implementazione delle politiche e delle relative azioni messe in campo.

Tali indicatori che sono solitamente monitorati misurati spesso dalla stessa pianificazione e programmazione di settore, devono basarsi su dati esistenti e rispondere ad alcuni requisiti imprescindibili, tra cui: popolabilità e aggiornabilità, disponibilità e sensibilità alle misure da monitorare.

Poiché lo scopo è quello di arrivare nel tempo a misurare, sempre più puntualmente il contributo delle azioni messe in atto alla riduzione dei gas climalteranti, anche delle azioni indirette non direttamente riconducibili, potrebbe essere necessario integrare gli indicatori misurati dalla pianificazione e programmazione con indicatori appositamente costruiti.

Gli indicatori utilizzati, dovranno inoltre essere sempre coerenti con quelli in uso per il monitoraggio della Strategia regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, del Patto per il Lavoro e per il Clima e del Piano integrato di attività e organizzazione (PIAO) e più in generale con la pianificazione di settore.

Il monitoraggio degli indicatori per quanto possibile dovrà avere una cadenza annuale.

5.2.2 Gli indicatori chiave

In questo paragrafo vengono indicati gli indicatori chiave ad oggi individuati, che potranno, qualora si rendesse necessario, essere integrati e /o sostituiti.

Tutti gli indicatori di seguito elencati sono rilevati dall'amministrazione e derivano dalla pianificazione settoriale o calcolati ad hoc. Laddove sono di provenienza extraregionale è indicata la fonte.

Il riferimento al Goal della Strategia regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile serve ad indicare quale Goal le azioni e le policy sottostanti l'indicatore contribuiscono a raggiungere.

Obiettivi di sostenibilità	Produzione elettrica
	Emissioni serra settoriali (ktCO ₂ eq)
	Produzione elettrica e consumi elettrici (GWh)
	Quota di energia elettrica da fonti rinnovabili sui consumi elettrici regionali e sulla produzione elettrica regionale (%)
	Capacità installata in impianti alimentati a fonti rinnovabili (MW)
Obiettivi di sostenibilità	Industria, servizi, agricoltura e pesca
	Emissioni serra settoriali (ktCO ₂ eq)
	Consumi energetici settoriali (ktep)
	Quota di energia da fonti rinnovabili sui consumi energetici settoriali (%)
	Percentuali di utilizzo di materiali circolari (in % dell'utilizzo totale di materiali) (EUROSTAT)
	Emissioni di CO ₂ evitate grazie ad iniziative di economia circolare nell'industria (ktCO ₂)
	Emissioni di CO ₂ evitate grazie alle tecnologie ad emissioni zero implementate nell'industria e nei servizi (ktCO ₂ eq)
	Carbon capture utilization and storage (CCUS): emissioni di CO ₂ sequestrate (ktCO ₂).
	Tasso di elettrificazione di ciascun settore)
Obiettivi di sostenibilità	Residenziale
	Emissioni serra settoriali (ktCO ₂ eq)
	Consumi energetici settoriali (ktep)



Quota di energia da fonti rinnovabili sui consumi energetici settoriali (%)

Numero di interventi di riqualificazione energetica degli edifici residenziali.

Percentuale di edifici residenziali costruiti secondo standard di emissioni zero (%)

Obiettivi di sostenibilità **Trasporti:**



Emissioni serra settoriali (ktCO₂eq)

Consumi energetici settoriali (ktep)



Quota di energia da fonti rinnovabili sui consumi energetici settoriali (%)

Quota di veicoli elettrici (BEV e PHEV) sul parco circolante per tipologia di veicolo (%).



Tasso di elettrificazione del settore

km di piste ciclabili

Obiettivi di sostenibilità **Agricoltura e zootecnia:**



Emissioni serra settoriali (ktCO₂eq)

Numero allevamenti che adottano il protocollo del Benessere Animale



Numero di capi allevati

SAU a gestione sostenibile soggetta a impegni per tecniche di produzione sostenibile (ettari)

Fertilizzanti distribuiti in agricoltura non biologica (kg/ha)



Quota di superficie agricola utilizzata investita da coltivazioni biologiche (%)

Rapporto tra colture arboree e seminativi (%)

Obiettivi di sostenibilità **Foreste e Insediamenti:**



Trend di superficie forestata per tipo di governo (ettari)

Monitoraggio di ettari in concessione per taglio (ettari)

Monitoraggio superfici percorsi da incendi (ettari)



Trend di superficie sigillata (ettari)

Numero di alberi piantumati

Obiettivi di sostenibilità **Rifiuti:**



Emissioni serra settoriali (ktCO₂eq)

Quantità rifiuti conferiti per tipologia di impianto

Andamento frazione merceologica rifiuti conferiti ai termovalorizzatori



Tasso di riciclaggio (%)

Rifiuti solidi urbani (RSU) riciclati (%)

5.3 La stima degli investimenti necessari per il processo di decarbonizzazione

Per attuare il processo di decarbonizzazione per raggiungere il net zero al 2050 sono stati stimati gli ammontare di investimenti necessari cumulativi tra il 2030 ed il 2050, per le diverse categorie di interventi ipotizzati. Questa stima è stata affrontata settore per settore sulla base delle ipotesi tecnologiche di scenario che sono state adottate.

Energy

Nel settore Energy, ad esempio, laddove possibile sono stati applicati i costi di investimento delle singole tecnologie che annualmente si è previsto entrare in esercizio, secondo un'evoluzione degli stessi costi specifici di intervento variabili nel tempo secondo la principale letteratura di riferimento (ad es. IEA, IRENA, Commissione europea, ecc.). È questo, ad esempio, il caso del settore della produzione di energia elettrica, dei trasporti stradali e del settore residenziale.

Nel caso dei settori economici (**industria, servizi e agricoltura**), data l'estrema variabilità dei settori (e dei relativi sottosettori) e delle tecnologie applicabili, la stima dei costi è stata effettuata sulla base del tasso di efficientamento settoriale e dello switch tecnologico verso tecnologie caratterizzate da emissioni zero (rinnovabili, elettriche, pompe di calore, ecc.). A tal fine, sono stati utilizzati i costi ottenuti dal monitoraggio del POR FESR 2014-2020 relativi agli interventi di decarbonizzazione realizzati. Si evidenzia che tali costi, da considerare non aggiornati viste le recenti dinamiche di evoluzione dei prezzi (tendenzialmente in calo nell'ultimo decennio fatta eccezione per gli aumenti inflattivi registrati nel biennio 2022-2023), potrebbero rappresentare una sovrastima degli investimenti necessari, pertanto si rimanda ai successivi aggiornamenti del presente documento per proporre una stima più realistica degli investimenti necessari per il processo di decarbonizzazione nei settori economici.

Per quanto riguarda invece i settori maggiormente modellizzati:

- nel settore della **produzione elettrica** sono stati stimati i costi di investimento in funzione della potenza installata annualmente e dei costi di investimento attuali e prospettici per specifica tecnologia di produzione elettrica: il dato sulla potenza installata deriva dallo scenario di riferimento (cfr. Sezione 2 e 3), mentre per i costi delle tecnologie si sono considerati quelli più pertinenti tra quelli dello scenario EU Reference 2020, della IEA e di IRENA;
- nel settore **residenziale** sono stati stimati i costi di investimento in funzione della tipologia e della mole di interventi di riqualificazione energetica degli edifici, del numero di dispositivi installati annualmente per singolo impiego energetico (riscaldamento, raffrescamento, cottura cibi, ecc.) e dei costi di investimento attuali e prospettici per specifico dispositivo: il dato sul numero di interventi di riqualificazione energetica degli edifici e sul numero di dispositivi installati annualmente deriva dallo scenario di riferimento (cfr. Sezione 2 e 3), mentre per i costi, nel primo caso si sono utilizzati i dati pubblicati da ENEA e nel secondo caso quelli dello scenario EU Reference 2020;
- nel settore dei **trasporti** sono stati stimati i costi di investimento in funzione dei costi di sviluppo del sistema di trasporto pubblico locale (su gomma e ferro), della tipologia, dei veicoli

immatricolati annualmente per tipologia (autovetture, veicoli commerciali leggeri o pesanti, autobus, ecc.) e numero e dei relativi costi di investimento attuali e prospettici, e della necessità di sviluppo delle infrastrutture di ricarica elettrica e a idrogeno: anche in questo caso, i dati di base derivano dallo scenario di riferimento (cfr. Sezione 2 e 3), mentre per i costi si sono utilizzati quelli dello scenario EU Reference 2020 e, per quanto riguarda il trasporto pubblico locale, i costi di esercizio comunicati dalla Regione Emilia-Romagna.

In base a questa stima, per il solo settore Energy lo scenario di decarbonizzazione richiede investimenti per oltre 1.000 miliardi di euro cumulati (pari ad oltre 35 miliardi di euro annui). Nello scenario a politiche correnti, questa stima sfiora i 750 miliardi di euro cumulati (pari a quasi 25 miliardi di euro annui).

Settore	Ambito tecnologico	Costi complessivi cumulati (M€ ₂₀₂₀)		Costi medi annui (M€ ₂₀₂₀ /anno)	
		Scenario a politiche correnti	Scenario DEC	Scenario a politiche correnti	Scenario DEC
Residenziale	Apparecchi e tecnologie	45.090	59.192	1.503	1.973
	Riqualificazioni energetiche	48.169	70.496	1.606	2.350
	Autoconsumo	1.272	4.087	42	136
	Totale	94.531	133.775	3.151	4.459
Industria	Efficientamento energetico e switch tecnologico	285.725	478.639	9.524	15.955
	Produzione elettrica e autoconsumo	3.842	13.718	128	457
	Produzione idrogeno (incl. produzione elettrica da FER)	2.157	9.342	72	311
	CCS/CCUS	0	1.200	0	40
	Totale	291.724	502.900	9.724	16.763
Servizi	Efficientamento energetico e switch tecnologico	156.253	183.012	5.208	6.100
	Produzione elettrica e autoconsumo	2.146	6.896	72	230
	Totale	158.399	189.908	5.280	6.330
Agricoltura pesca	Efficientamento energetico e switch tecnologico	17.532	24.287	584	810
	Produzione elettrica e autoconsumo	1.272	4.087	42	136
	Totale	18.804	28.374	627	946
Trasporto passeggeri	Autovetture	100.717	85.648	3.357	2.855
	Autobus (TPL)	4.711	5.595	157	187
	Autobus (non TPL)	3.461	4.828	115	161
	Motocicli	3.561	3.624	119	121
	Rete di ricarica (elettrica e idrogeno)	497	429	17	14
	Costo del servizio TPL su gomma	29.706	46.195	990	1.540
	Costo del servizio TPL su ferro	20.162	38.684	672	1.289
	Costo biciclette a pedalata assistita	312	887	10	30
	Totale	163.128	185.890	5.438	6.196
Trasporto merci	Veicoli leggeri	12.965	12.740	432	425
	Veicoli pesanti	6.576	8.202	219	273
	Rete di ricarica (elettrica e idrogeno)	159	175	5	6
	Totale	19.699	21.117	657	704
TOTALE	Totale	746.286	1.061.963	24.876	35.399

Note:

La produzione diffusa da fotovoltaico è stata ripartita tra i settori residenziale, industria, servizi e agricoltura in base alla più recente ripartizione disponibile (2021).

I costi per la produzione di energia elettrica da fonti diverse dal fotovoltaico sono inclusi nel settore industria.

I costi per la produzione di idrogeno e per la produzione elettrica necessaria alla sua produzione sono inclusi nel settore industria.

Nel TPL è incluso in tutti gli scenari anche il costo per il materiale rotabile a guida vincolata, stimato in circa 150 M€.

Risulta chiaro che un impegno economico-finanziario così oneroso non può essere ridotto al solo utilizzo delle risorse pubbliche e che pertanto la strategia per la transizione dell'economia non può essere sprovvista di una concreta e autonoma strategia finanziaria, di cui l'amministrazione si dovrà far carico anche in sede nazionale.

Il settore pubblico gioca in ogni caso un ruolo decisivo soprattutto attraverso la possibilità di orientare le decisioni degli investitori in interventi carbon neutral, tramite gli investimenti diretti in infrastrutture abilitanti, grazie al supporto dell'innovazione, nonché attraverso la struttura degli incentivi fiscali e finanziari che canalizzano gli investimenti privati nella direzione desiderata.

Zootecnia

In ambito zootecnico si prevede di attuare le misure per il benessere animale, l'adeguamento della dieta e l'upgrade degli impianti da biogas a biometano.

Queste misure prevedono dei costi di investimento strutturali e dei costi di mantenimento.

La stima dei costi per implementare l'azione benessere animale su l'80% del totale delle stalle (pari a 9.600 aziende) considerando un costo medio per azienda di 200.000 euro porta ad una previsione dei costi complessivi di investimento pari a 1.920 Milioni di euro.

L'azione dieta animale viene attuata in modo progressivo considerando intervalli temporali delle programmazioni dei fondi (5 anni) ipotizzando che ogni programmazione preveda l'impegno del 20% delle aziende. Si prendono in considerazioni solo 2 periodi di programmazione poiché i costi di "gestione" dopo il decimo anno si azzerano a seguito dell'evoluzione dei mezzi tecnici disponibili, delle tecniche di produzione e il trasferimento dei costi ai prezzi al consumo.

Considerando un costo unitario per ogni capo per il cambio dieta di 270 euro per i bovini e di 161 euro per i suini si stima un *costo complessivo (2 periodi di programmazione pari a circa 10 anni) equivalente a 35 Milioni di euro.*

	Costo unitario (euro)	Unità coinvolte	Costo programmazione (Meuro) al 2050
Dieta-bovini	270	56'066	6,06
Dieta-suini	161	442'673	28,51
Totale			34,56

Biometano

L'upgrade degli impianti a biogas a biometano prevede degli investimenti iniziali per l'adeguamento degli impianti.

Nella tabella seguente si riportano i valori relativi ai costi da sostenere per la realizzazione e la gestione di un nuovo impianto per la produzione di biometano da 2 Mweq- 500 m3 biometano e per l'immissione nella rete del gas naturale. Si ipotizza la conversione di tutti gli impianti a biogas attualmente operativi sul territorio regionale (si contano 252 impianti). Complessivamente si stima un investimento totale al 2050 pari a 1.474 Meuro.

		Costo unitario (euro)	Unità coinvolte	Costo tot (Meuro)
Biometano - Upgrading impianti biogas	Costo investimento	5.850.000	252	1.474
	Totale			1.474

Agricoltura:

Biochar: sono previste 29 kt di biochar al 2030 a crescere fino a 87 kt al 2050. Il costo unitario a tonnellata di biochar è 482 € (da *Techno-economic assessment of biomass slow pyrolysis into different biochar and methanol concepts*). I costi di produzione per la lavorazione e trasformazione di biomasse residuali lignocellulosiche in biochar sotto queste ipotesi è di 587.885.760 €.

Per quanto riguarda la gestione dei suoli, i dati di riferimento per definire i costi delle azioni relative alla conversione e gestione a biologico, integrato e all'adozione di tecniche di agricoltura conservativa sono

costituiti dal sostegno annuale previsto dall'attuale programmazione (Sviluppo rurale 2023-2027) proiettati al 2050.

Si puntualizza che:

1. Per l'integrato e il biologico l'entità degli investimenti è stata mediata tra arboree e erbacee in funzione dei sostegni specifici per coltura dall'attuale programmazione
2. per l'agricoltura conservativa è stato considerato il sostegno annuale concesso per l'intervento ACA3 (Tecniche lavorazione ridotta dei suoli).

È importante sottolineare che i costi che vengono conteggiati prendono spunto dall'attuale programmazione di sviluppo rurale 2023-2027 e sono puramente indicativi dell'investimento totale che dovrà essere sostenuto per perseguire gli obiettivi dello scenario di decarbonizzazione.

Questi costi sono da interpretare come il corrispettivo dei servizi ecosistemici che queste azioni portano con sé: le produzioni vegetali, gestite secondo criteri di sostenibilità, sono in grado non solo di non emettere gas climalteranti ma al contrario di assorbire CO₂ e favorire la biodiversità.

Se attualmente questi costi sono sostenuti in parte da finanziamenti pubblici, è auspicabile che nella prospettiva di medio termine i maggiori impegni richiesti ai produttori possano essere remunerati con strumenti differenti, quali i mercati dei crediti di carbonio. Tale ipotesi valorizzerebbe il ruolo di mitigazione dell'agricoltura come custode di carbonio nel suolo compensando così le spese per gli investimenti sostenute dalle aziende agricole ed eventuali cali di resa.

Comparto produzioni vegetali (misure a superficie coinvolte): costo al 2050

1.817.681.592 €

I costi complessivi al 2050 risultano dalle somme necessarie a sostenere l'adozione di impegni (sia per introduzione sia per mantenimento) che concorrono al raggiungimento al 2050 dell'obiettivo della neutralità carbonica sulla totalità delle superfici agricole regionali. In tal senso le incidenze finali ipotizzate sono del 60% della SAU gestita in produzione integrata, del 25% gestita in biologico e il restante 15% della SAU condotta con tecniche di non lavorazione del terreno. Sotto si riportano nel dettaglio i costi distinti per tipo di gestione, ipotizzando che il sostegno venga assicurato al massimo per 10 anni (corrispondenti a due periodi di programmazione), per poi annullarsi in seguito a una delle seguenti condizioni: evoluzione dei mezzi tecnici disponibili o delle tecniche di produzione, oppure al trasferimento dei costi ai prezzi al consumo.

Costo medio / ettaro da considerare:

- Produzione integrata (PI) 170 €
- Agricoltura biologica (BIO) 210 €
- Agricoltura conservativa (AC) 350 €

PI (obiettivo finale =60% della SAU – costo 930,75 Meuro):

- a) 170 € x 95.000 ettari = costo attuale relativo al 10 % di superficie sotto impegno (si annulla nel 2027).
- b) costo attuale relativo al 25% di della SAU regionale x 10 anni (si annulla al 2037);
- c) costo attuale relativo al 25% di della SAU regionale x 10 anni (si annulla al 2047)

BIO (obiettivo finale = 25% della SAU – costo 361,93 Meuro):

- d) $210 \text{ €} \times 169.000 \text{ ettari}$ = costo attuale relativo al 16 % di superficie sotto impegno (si annulla nel 2027).
- e) costo attuale relativo al 4,5% della SAU regionale x 10 anni (si annulla al 2037);
- f) costo attuale relativo al 4,5% della SAU regionale x 10 anni (si annulla al 2047)

AC (obiettivo finale = 15% della SAU – costo 525 Meuro):

- g) 350 € x 7,5% della SAU regionale x 10 anni di programmazione (a partire dal 2027, si annulla nel 2037);
- h) costo attuale relativo al 7,5% della SAU regionale x 10 anni (si annulla al 2047).

Foreste

Nello scenario di decarbonizzazione si è valutato di coprire da azioni di manutenzione incendi circa il 20% della superficie forestata regionale nell'arco degli anni fino al 2050. Inoltre è stato previsto negli anni dal 2030 al 2050 il passaggio da ceduo a fustaia. Per valutare il costo di tali operazioni ci si è riferiti all'indennizzo unitario a ettaro che la Regione Emilia-Romagna ha definito nell'impegno SRA28.

Impegno	Superficie impegnata (ha)	Indennizzo (€/ha)	Costo totale (€)
prevenzione incendi	104.000	500	52.000.000
cambio governo ceduo-fustaia	25.000	500	12.500.000
TOTALE			64.500.000

Insedimenti

Afforestazione: il costo medio di piantumazione si aggira sui 30 € ad albero messo a dimora (fonte CREA). Ipotizzando quindi che vengano piantati 9.200.000 alberi come descritto precedentemente, questa azione verrebbe a costare 276.000.000 €.

Tetti verdi

il passaggio di un metro quadrato di tetto tradizionale a tetto verde costa in media 100 € con gli attuali prezzi di mercato. Supponendo un'installazione di 100 ha all'anno dal 2030 al 2050 si otterrebbe un costo complessivo di investimento di 2.000.000.000 €.

Focus: Servizi ecosistemici in agricoltura

L'agricoltura conservativa si basa su principi riconducibili a minima lavorazione, copertura permanente del suolo e diversificazione colturale.

Tale approccio, oltre a consentire una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, genera anche effetti positivi sui servizi ecosistemici, vale a dire i *“benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano”* (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). I servizi ecosistemici possono essere classificati in quattro categorie:

- approvvigionamento (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile)
- regolazione (come regolazione del clima, depurazione dell'acqua, impollinazione)
- supporto alla vita (come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo)
- valori culturali (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi)

In particolare, pratiche agronomiche di agricoltura conservativa, come ad esempio le colture di copertura, la pacciamatura e le rotazioni colturali a base di leguminose, possono generare benefici sui seguenti servizi ecosistemici:

- ❖ protezione dall'erosione del suolo
- ❖ fertilità del suolo

- ❖ assorbimento di carbonio nel suolo
- ❖ impollinazione
- ❖ conservazione della biodiversità
- ❖ qualità del paesaggio
- ❖ regolazione delle acque

Infatti la presenza di copertura vegetale in mesi nei quali l'agricoltura convenzionale prevede suolo nudo, riduce la capacità erosiva delle acque meteoriche e i tempi di corrivazione, limitando in questo modo la predisposizione al dissesto e la formazione delle piene. Al contempo, favorisce l'infiltrazione efficace dell'acqua nel sottosuolo.

A seconda del mix di sementi utilizzati, si possono verificare condizioni che favoriscono gli insetti impollinatori e la qualità dell'habitat. Anche la qualità del paesaggio agricolo può trarne giovamento. L'utilizzo di leguminose negli avvicendamenti colturali favorisce la fissazione dell'azoto e del carbonio nel suolo, con un effetto di mitigazione del cambiamento climatico.

E' importante sottolineare come ai servizi ecosistemici sia possibile attribuire un valore economico e, sulla base di esso, attivare dei meccanismi di valorizzazione e remunerazione. I pagamenti per i servizi ecosistemici, o PES (Payment for Ecosystem Services), sono *"accordi volontari e condizionati fra almeno un fornitore (venditore del servizio) e almeno un acquirente (beneficiario del servizio), riguardo ad un ben definito servizio ambientale"* (Wunder, 2005). Il principio è che il fornitore deve reinvestire il pagamento nel mantenimento del servizio ecosistemico che viene riconosciuto.

La diffusione dell'agricoltura conservativa, pertanto, può portare ad un incremento di benefici per la società e l'ambiente, e ad un aumento del valore ecosistemico che può essere riconosciuto all'agricoltore.

In alcuni progetti europei realizzati in Emilia-Romagna (SOIL4WINE, AGRESTIC, DRIVE) sono state condotte sperimentazioni mirate a valorizzare i servizi ecosistemici derivanti dall'adozione di pratiche agronomiche sostenibili e resilienti, come le colture di copertura, la pacciamatura e le rotazioni colturali a base di leguminose. A titolo di esempio, è interessante riportare i risultati di tali sperimentazioni.

L'applicazione di colture di copertura e della pacciamatura in vigneti pilota ubicati nelle zone collinari della provincia di Piacenza, ha portato ad una riduzione dell'erosione superiore al 50%. Tale servizio è stato valutato, dal punto di vista economico, per un valore maggiore di € 600 per ettaro all'anno.

La sperimentazione ha inoltre generato un miglioramento della qualità dell'habitat, intesa come qualità biologica del suolo, della qualità del paesaggio e della regolazione delle acque, per un valore rispettivamente di € 60, € 50 e € 90 per ettaro all'anno.

L'uso di rotazioni innovative, a base di leguminose, nella coltivazione del pomodoro in provincia di Ravenna, ha generato un incremento di sostanza organica nel suolo del 5% e del potenziale di impollinazione del 4%. Il valore del sequestro di carbonio nel suolo generato dalle tecniche agronomiche è di circa € 15-20 per ettaro all'anno.

Nell'ambito del progetto si è potuto constatare, tramite un'indagine rivolta ai cittadini di scala nazionale, una disponibilità a pagare un sovrapprezzo per prodotti coltivati con pratiche capaci di migliorare la qualità di habitat, del paesaggio e l'impollinazione, comprese tra il 5% e il 15%.

In definitiva, è possibile affermare che i **co-benefici associati all'adozione di un approccio ecosystem-based per la mitigazione delle emissioni serra nel settore agricolo**, può generare un **valore economico non trascurabile e rappresentare una condizione che favorisce l'incremento del valore della filiera agroalimentare**, attraverso il riconoscimento delle esternalità ambientali positive e del loro contributo anche all'adattamento ai cambiamenti climatici.

5.4 Gli impatti economici degli scenari di decarbonizzazione

Questo capitolo descrive i risultati dell'analisi degli impatti economici sia settoriali che aggregati per la regione Emilia-Romagna e l'Italia conseguenti il perseguimento degli obiettivi contenuti nel "Patto per il lavoro ed il clima" al fine di passare al 100% di energie pulite e rinnovabili entro il 2050.

Delegando alle appendici tecniche il compito di fornire descrizioni più dettagliate, la sezione descrive brevemente la metodologia modellistica utilizzata, i dati e le caratteristiche dello scenario di riferimento a politiche correnti, le ipotesi sottese dallo scenario di contenimento delle emissioni climalteranti nell'ambito del pacchetto "Fit for 55" (FF55) al 2030 e "net 0" al 2050. Si concentra poi in modo più esteso nel presentare e commentare i risultati dell'applicazione del modello di equilibrio economico generale ICES (Intertemporal Computable Equilibrium System) della Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) all'analisi di tale scenario evidenziando gli impatti su di una serie di indicatori di performance economica, sia aggregati che per singolo settore, per la regione Emilia-Romagna e l'Italia.

Il modello e dati di base

Lo studio è stato condotto con il modello ICES (Intertemporal Computable Equilibrium System) della Fondazione Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), evoluzione del modello GTAP-E (Burniaux e Truong, 2002) e calibrato, nella presente versione, sul database GTAP 8 (Narayanan et al, 2012). ICES è un modello di equilibrio economico generale, multi-settore e multi-paese, dinamico-ricorsivo, per l'economia mondiale. Tratto distintivo, che condivide con la famiglia dei modelli di equilibrio economico generale, è la rappresentazione sistemica dell'economia. I diversi settori economici che caratterizzano le economie nazionali sono, cioè, connessi da flussi di commercio nazionale ed internazionale che rispondono a variazioni endogene nel sistema dei prezzi. Attraverso tali canali, produttori e consumatori riallocano le loro scelte di domanda e offerta in risposta a "perturbazioni" della situazione economica di partenza, ad esempio, una nuova tassa, un obiettivo quantitativo di riduzione delle emissioni, uno shock di produttività, etc. In questo modo ICES descrive come gli shock economici si propagano attraverso i diversi settori/mercati fino ad impattare la performance complessiva dei diversi paesi (misurata da indicatori quali PIL, flussi import-export, competitività ecc.) e i feedback di quest'ultima sui singoli settori. Queste caratteristiche hanno reso i modelli di equilibrio economico generale strumenti di uso consolidato in ambito di valutazioni di politiche economiche pubbliche implementate attraverso leva fiscale o standard quantitativi (si veda ad esempio: Vandyck et al. (2016); Vrontisi et al. (2020); Böhringer et al. (2021)).

Due caratteristiche distintive del modello ICES lo rendono particolarmente utile per l'analisi da svolgere. La prima è la rappresentazione sub-nazionale dell'economia Europea. Questa è disaggregata in 138 unità amministrative territoriali regioni a livello NUTS 2 e 1. L'economia italiana è rappresentabile nelle sue 20 regioni.

La seconda è la rappresentazione del mercato delle emissioni di CO₂. Nel modello, lo scambio di permessi può avvenire non solo a livello di paese, ma anche di settore. Questo consente una più realistica rappresentazione della strategia di riduzione delle emissioni perseguita dall'Unione Europea che prevede un sistema differenziato in settori, quelli ad alta intensità energetica, che possono accedere alla flessibilità consentita dallo scambio internazionale di emissioni attraverso il sistema europeo di emission trading (EU ETS), e settori cui vengono imposte riduzioni assegnate su base nazionale secondo la cosiddetta "Effort Sharing Decision".

Settori e regioni considerati sono riportati in tabella 60.

SETTORI	REGIONI
Agricoltura	Emilia-Romagna
Carbone*	Resto d'Italia

Petrolio*	Francia
Gas*	Germania
Prodotti petroliferi	Resto dell'Europa 14
Distribuzione elettrica	Resto dell'Europa 13
Elettricità da nucleare**	Regno Unito
Elettricità da rinnovabili**	Stati Uniti d'America
Elettricità da fonte fossile**	Cina
Chimica	Resto del mondo
Altre industrie energy intensive	
Industria leggera	
Meccanica	
Manifattura Prodotti minerali non metallici (include la ceramica)	
Costruzioni	
Trasporto stradale/ferroviario	
Trasporto su acqua	
Aviazione	
Servizi e PA	

Note: * Il settore si riferisce all'attività estrattiva; **Il settore elettrico si riferisce alla produzione che viene separata per fonte. L'elettricità da nucleare si riferisce al nucleare importato.

Tabella 60: Settori e regioni considerati.

L'anno di calibrazione del modello è il 2007, derivante dal database di riferimento GTAP 8 (Narayanan et al. 2012). La prima operazione necessaria è stata quindi quella di ri-calibrare il modello a dati socioeconomici riferiti ad un contesto più recente in modo da aumentare la rappresentatività delle relazioni modellate.

L'anno scelto è stato il 2019 in modo da depurarlo da potenziali distorsioni derivanti da anni anomali come quelli caratterizzati dalle dinamiche della pandemia COVID 19.

I dati utilizzati per la calibrazione sono brevemente riassunti nella tabella 61. Per PIL e popolazione in Emilia-Romagna e nel resto d'Italia si sono utilizzate fonti Eurostat (Eurostat, 2023a; Eurostat, 2023b). Il dato emissivo del 2019 fa riferimento alla fonte ART-ER per l'Emilia-Romagna e a dati ISPRA per il resto d'Italia. PIL e popolazione delle regioni non italiane e non europee 2019 derivano da dati IMF (IMF, 2023a) le emissioni di CO₂ da dati Energy Institute (Energy Institute, 2023). I prezzi internazionali dei combustibili fossili sono stati invece calibrati utilizzando come fonti IMF (IMF, 2023b) per carbone e petrolio e l'Energy Institute (Energy Institute, 2023) per il gas naturale.

	RER	Fonte	Italia	Fonte
Popolazione	5.7%	Eurostat, 2023b	1.7%	Eurostat, 2023b
PIL	0.3%	Eurostat, 2023a	-3.7%	Eurostat, 2023a
CO ₂	-16.5%	Art-ER	-24.2%	Ispra, 2023a
Mill. Ton. CO ₂ (2019)	32.9		324.1	
Prezzo Int. Carbone	15.8%	IMF, 2023b	15.8%	IMF, 2023b
\$/Bpe (2019)	11.9		11.9	
Prezzo Int. Petrolio	-4.1%	IMF, 2023b	-4.1%	IMF, 2023b
\$/Bpe (2019)	64.2		64.2	
Prezzo Int. Gas Nat.	-25.0%	Energ. Inst., 2023	-25.0%	Energ. Inst., 2023
\$/Bpe(2019)	29.2		29.2	
Domanda di Carbone	-49.1%	Arpae-RER	-49.1%	Mase(2022)
Mill.TEP (2019)	0.6		8.4	
Domanda di Petrolio	78.3%	Arpae-RER	-38.6%	Mase(2022)
Mill.TEP (2019)	4.3		56.1	
Domanda di Gas Nat.	20.3%	Arpae-RER	-11.1%	Mase(2022)
Mill.TEP (2019)	7.9		62.5	

Tabella 61: Principali dati di calibrazione del modello (variazione % 2007 – 2019 e valori assoluti).

Lo scenario a politiche correnti

Una volta ricalibrato il modello al nuovo anno base, il 2019, è stato costruito lo scenario di riferimento a politiche correnti fino al 2050 sul quale poi testare gli effetti dell'intervento di policy. Tra le numerose variabili socioeconomiche rappresentate nel modello ci si è concentrati nel definirne le proiezioni per un sottoinsieme ritenuto particolarmente significativo nel caratterizzare i trend di crescita, tecnologici, energetici ed emissivi futuri.

Per l'Emilia-Romagna, come per l'Italia, sono stati calibrati tassi di crescita di: prodotto interno lordo, popolazione, emissioni totali e per comparto ETS e non ETS, andamento del prezzo di carbone, petrolio e gas naturale, i consumi di energia primaria ed elettrica, la penetrazione dell'elettrificazione nel sistema economico.

I tassi di crescita del PIL e della popolazione provengono da ARPAE. I dati emissivi per l'Italia derivano dalla versione aggiornata del PNIEC (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2023); per la regione Emilia-Romagna da fonte ART-ER. I consumi di energia primaria ed elettrica, la penetrazione dell'elettrificazione nel sistema economico, le emissioni relative al complesso dei settori partecipanti all'ETS e a quelli non-ETS derivano dal modello TIMES sviluppato per l'Italia da Ricerche Sistema Energetico S.p.A. (RSE).

Le previsioni sull'andamento del prezzo dei combustibili fossili nel periodo 2019-50 derivano dallo scenario EUREF2020 (EC, 2021).

Lo scenario di riferimento prevede nel primo arco temporale 2019-2025 una ripresa post covid con il PIL italiano in crescita ad un tasso medio annuo del 0.5%, che va poi a ridursi attorno allo 0.3% annuo nel quinquennio 2025-2030.

Per quanto riguarda l'andamento del prezzo dei combustibili fossili, EUREF2020 non incorpora le attuali tensioni innescate dal conflitto Russo-Ucraino, e prevede, anche per il periodo 2019-2025, un prezzo del carbone pressoché stabile, e solo leggeri aumenti del prezzo del gas e del petrolio che si mantengono, nel periodo, al di sotto rispettivamente dei 30 e dei 53 \$ per barile di petrolio equivalente.

Per i paesi Europei i tassi di crescita del PIL e della popolazione nonché le previsioni sull'andamento del prezzo dei combustibili fossili nel periodo 2025-50 derivano tutti dallo scenario EUREF2020.

Per i paesi e le macroregioni extra europee, tasso di crescita del PIL, popolazione ed emissioni vengono invece calibrate sui dati World Energy Outlook (IEA, 2021). Questo rispecchia uno scenario di "convergenza economica" di lungo periodo in cui le economie emergenti e in via di sviluppo crescono a tassi superiori rispetto a quelli OECD. Per esempio, l'area Asia-Pacifica nel periodo 2020-30 cresce del 4.9% annuo e a tassi leggermente inferiori, 3.1 % annuo, nel ventennio 2030-50. All'interno di questo gruppo Cina e India sono le due economie più dinamiche. Gli USA si collocano ad una crescita media di poco superiore al 2% nel periodo 2020-2050. La popolazione mondiale mantiene una crescita sostenuta lungo la metà del secolo che ne porta il totale a 8.5 miliardi nel 2030, e a 9.7 miliardi nel 2050. Più della metà di questa crescita è concentrata in Africa, che assorbe più di 1 miliardo dei 2 aggiuntivi previsti dal 2020 al 2050. Al secondo posto si colloca l'area Asia-Pacifica, con oltre 0.5 miliardi, seguita da Nord America e America Latina e Caraibi.

Lo scenario di riferimento incorpora infine "le politiche esistenti". Si ipotizza pertanto che la regione l'Emilia-Romagna riduca le emissioni dal 2019 al 2030 del 19% circa (Fonte ART-ER) e che raggiunga il 30% di energia rinnovabile sul totale elettrico. Viene ipotizzato inoltre un miglioramento dell'efficienza energetica nella regione di circa il 2,5% annuo nel periodo 2019-2030. Si ipotizza che anche l'Italia nel 2030 consegua gli obiettivi originariamente previsti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima. Questo, nei suoi tratti fondamentali, prevedeva per il Paese nel 2030: una riduzione delle emissioni del 43% nei settori coperti dell'EU ETS e del 33% per tutti i settori non ETS; una quota di energia da fonti rinnovabili sui consumi finali lordi di energia pari al 30% (al 21.6% nel settore trasporti), un miglioramento nell'efficienza energetica in grado di produrre "indicativamente" un risparmio energetico dello 0.8% annuo al 2030, il phase out della produzione di energia da carbone nel

2025. Nello scenario di riferimento si prevede che l'Unione Europea raggiunga gli obiettivi già stabiliti dalla politica climatica *pre-Fit-for-55* e quindi la riduzione delle emissioni del 40% rispetto al 1990. Per i Paesi esterni all'area euro si fa riferimento allo scenario *Stated Policies* del *World Energy Outlook* (IEA, 2021) il quale tiene conto sia delle politiche correnti che di quelle annunciate nell'ambito delle "Nationally Determined Contributions" dell'Accordo di Parigi del 2015.

Per il periodo 2030-2050 si è fatto riferimento per l'Italia alla versione aggiornata del PNIEC (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2023) mentre per l'Emilia-Romagna è stata utilizzata l'informazione di ART-ER. Il trend delle emissioni per l'Emilia-Romagna mostra una riduzione del 36% nel periodo 2030-2050, mentre per l'Italia la riduzione è circa l'11% sulla base delle ipotesi aggiornate del PNIEC (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2023).

Lo scenario di decarbonizzazione

Sullo scenario di riferimento "a politiche correnti" si inseriscono gli obiettivi previsti dal pacchetto FF55 per il 2030 e quelli di più lungo periodo "net 0 emissions" al 2050.

Nel dettaglio, gli obiettivi e la loro implementazione prevedono per l'Italia e l'Emilia-Romagna:

- Per il 2030

- una riduzione complessiva delle emissioni del 55% rispetto al 2005 che si ripartisce in un -62% ai settori ETS e in un -43.7% ai settori Non-ETS, come previsto dalla *Effort Sharing Decision* dell'UE. Nel modello, la riduzione delle emissioni nei settori Non-ETS viene implementata attraverso l'imposizione di una *carbon tax* nazionale. Analogamente viene fatto per le altre regioni europee.
- I settori EU ETS partecipano al mercato delle emissioni europeo che si vede imposto un cap complessivo (-62%) rispetto al 2005. È quindi il modello che alloca la riduzione delle emissioni dei settori ETS tra paesi, regioni e settori in base a criteri di efficienza (minimo costo) di abbattimento. Le quote di emissione vengono allocate in base al meccanismo d'asta.
- Nel modello ICES entrambi i vincoli (quelli del sistema ETS e Non-ETS) vengono imposti considerando solo la CO₂ emessa dai settori energetici. Non vengono incluse le emissioni degli altri gas serra.
- l'ipotesi standard del modello è che qualsiasi fonte di gettito diretta o indiretta, nel caso considerato le *carbon tax*, quanto ottenuto tramite meccanismo d'asta ed eventuali proventi dalla vendita di permessi di emissione sul mercato ETS vengano redistribuiti in modo lump-sum (a somma fissa) alle famiglie, cioè, accrescano il reddito nazionale.
- La simulazione prevede inoltre un obiettivo sulla quota di energia da fonti rinnovabili sul totale dei consumi elettrici finalitendente al 70% al 2030 ritenuto coerente con l'obiettivo di copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035 contenuto nel documento ART-ER (2023). Tale obiettivo, nel caso non fosse raggiunto automaticamente tramite lo stimolo proveniente dai target emissivi e dai relativi segnali di prezzo, viene implementato tramite un sussidio alla produzione di fonti rinnovabili.
- Le regioni extra europee perseguono invece i loro *Nationally Determined Contribution*. L'andamento delle emissioni conseguente, associato alle macroregioni considerate nella simulazione (vedi Prodotto A001.P2), è estratto da quanto riportato nello scenario *Announced Pledges* del *World Energy Outlook* (WEO, 2021).

- Per il 2050

- Conseguimento dell'obiettivo "zero emissioni nette". Questo viene implementato imponendo un percorso di riduzione lineare delle emissioni dal 2030 al 2050, all'Emilia Romagna, all'Italia, alle regioni europee e extraeuropee. Lo scenario di policy prevede che vi sia un minimo contributo derivante da *carbon capture & sequestration* che si sostanzia in emissioni negative

(sequestrate) di 1 e di 10.5 milioni di tonnellate di carbonio per l'Emilia-Romagna e per l'Italia rispettivamente nel 2050 (o 3.6 e 38.5 milioni di tonnellate di CO₂).

Oltre a questi obiettivi generali, lo scenario di policy incorpora, una serie di indicazioni specifiche per l'Emilia-Romagna parte delle numerose ipotesi di scenario contenute nel documento: "Principali ipotesi per la definizione degli scenari di neutralità carbonica della Regione Emilia-Romagna". Per questo studio si è presa a riferimento la versione di febbraio 2024 e lo scenario denominato scenario decarbonizzazione DEC.

Tra le numerose ipotesi di scenario sono state individuate quelle che più si prestano a venire modellizzate o quantomeno ad essere misurate dal modello ICES (vedi tabella 63) che essendo un modello macroeconomico aggregato non coglie determinate caratterizzazioni tecnologiche e di eterogeneità dei settori. Per fare alcuni esempi: il settore trasporti in ICES distingue solo tra trasporto su acqua, aria e "altro". Questo "altro" è trasporto su ferro e gomma. Non c'è possibilità di distinguere quindi tra diversi tipi di veicolo, o tra pubblico e privato. Non esiste un settore residenziale, ma solo quello delle "famiglie" come agenti rappresentativi. I loro consumi energetici sono rappresentati per vettore (carbone, elettricità, gas, ...), ma non per tipo (es. trasporto, riscaldamento etc.). Nello studio non vengono inoltre considerati elementi comportamentali come, ad esempio, un incremento del car sharing che possono portare a riduzioni delle emissioni, ma di troppo incerta valutazione. Altro elemento da sottolineare è la rappresentazione esogena, nel modello, del progresso tecnologico. ICES non contempla, cioè, miglioramenti nell'efficienza energetica, nell'intensità carbonica o, più in generale, nell'efficienza nell'impiego dei fattori produttivi, potenzialmente indotti dalle politiche di decarbonizzazione. La tecnologia ed i suoi trend di sviluppo sono dei dati che devono essere impostati secondo ipotesi esterne.

Pertanto, i dati riportati in tabella 62 costituiscono sia degli obiettivi di policy che si cerca di replicare (qualora possibile) con il modello, che dei valori di riferimento per valutare quanto la rappresentazione dell'economia fornita dal modello ICES e le ipotesi per la definizione degli scenari di neutralità carbonica nella Regione Emilia-Romagna siano armonizzabili ricavando da eventuali scostamenti utili spunti di riflessione strategica.

	2030	2040	2050
Generazione elettrica			
Quota energia elettrica sui consumi totali finali di energia	25%		
Quota energia rinnovabile sui consumi totali finali di energia	40%		
Quota di energia rinnovabile sul consumo di energia elettrica	70%	100%	100%
Settore residenziale			
Consumo energetico dei nuovi edifici	-50% wrt 2020	-65% wrt 2020	-80% wrt 2020
Quota elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	23%	29%	34%
Quota fonti rinnovabili nel consumo energetico degli edifici	23%	31%	32%
Industria			
Intensità energetica	-25% wrt 2020	-50% wrt 2020	-60% wrt 2020
Quota energia elettrica su consumo finale totale	34%	48%	56%
Quota energia rinnovabile su consumo finale totale	20%	30%	36%
Servizi			
Intensità energetica	-25% wrt 2020	-50% wrt 2020	-60% wrt 2020
Quota energia elettrica su consumo finale totale	35%	38%	38%
Quota energia rinnovabile su consumo finale totale	32%	46%	54%
Trasporti			
Vendite auto BEV e FCEV	36%	100%	100%

Tabella 62: Ipotesi aggiuntive di riferimento per lo scenario di decarbonizzazione della Regione Emilia-Romagna

Fonte: ART-ER (2024)

Nello specifico, nello scenario di policy, si è agito in modo esogeno sulle seguenti variabili del modello per cogliere miglioramenti tecnologici indotti dalla politica di decarbonizzazione:

- incremento dell'efficienza energetica, attraverso il parametro di produttività nell'utilizzo degli input energetici di circa l'8% all'anno dal 2019 al 2030 per manifattura e servizi, che poi si stabilizza sui trend baseline negli anni successivi fino al 2050,
- raddoppio della possibilità di sostituzione tecnologica tra energia elettrica da fonte rinnovabile e fonte fossile rispetto ai valori della baseline nel 2030 e una volta e mezzo nel 2050,
- incremento nell'efficienza della produzione di energie rinnovabili di circa il 4% per anno dal 2019 al 2030 che poi si stabilizza sui trend della baseline negli anni successivi fino al 2050.

Questo set di ipotesi è quello compatibile sia con il funzionamento coerente del modello che con i dati di riferimento (vedi discussione in sezione 3).

Risultati

Il percorso di decarbonizzazione per la Regione Emilia-Romagna (tabella 63) prevede una riduzione delle emissioni del 25% rispetto allo scenario a politiche correnti nel 2030, concentrata prevalentemente nei settori coperti da ETS. Nel 2050 l'abbattimento complessivamente richiesto sale al 78% rispetto ai valori dello scenario a politiche correnti, distribuito più uniformemente tra settori ETS ed ESD. I consumi di energia sono proiettati in riduzione del 21% e del 47% rispetto alla baseline nel 2030 e 2050 rispettivamente. Gli obiettivi "Fit for 55" richiedono inoltre una quota di elettrificazione dei consumi finali di energia pari a circa il 24% nel 2030 (e maggiore del 70% nel 2050) ed una quota di rinnovabile su generazione elettrica di circa il 65% (dell'82% nel 2050). Per raggiungere questi obiettivi sulle rinnovabili è necessaria l'imposizione di un sussidio pari al 40% del prezzo di mercato (vedi sotto ulteriori commenti).

La simulazione coglie con ragionevole precisione lo sviluppo del tasso di elettrificazione e della quota di rinnovabili sul mix elettrico previsti dal documento ART-ER (2023). Presenta invece una quota di rinnovabile sul consumo finale inferiore a quanto riportato nel rapporto. Ciò si deve al fatto il modello ICES non include rinnovabili al di fuori di solare, eolico ed idroelettrico cosa che porta sottostimarne la quota sul totale.

	2030	2040	2050
Rid. Emissioni ETS wrt 2005	-62.7%	-77.4%	-94.3%
*rispetto a scenario a politiche correnti	-40,4%	-53,4%	-85%
Rid. Emissioni ESD wrt 2005	-43.7%	-66.3%	-88.9%
*rispetto a scenario a politiche correnti	-15%	-38,5%	-74,8%
Rid. Emissioni Tot wrt 2005	-51.6%	-70.9%	-91.2%
*rispetto a scenario a politiche correnti	-25%	-44%	-78%
Consumi di Energia*	-21%	-34%	-47%
Quota Elettr. su cons finale di energia	24,5% (25%)	38,2%	73,7%
Quota Rinn. su consumo en. totale finale	16,1% (40%)	29,0%	58,6%
Quota Rinn. su consumo di elettricità.	65,6% (≈70%)	76% (100%)	82% (100%)
Elettr. Trasporto su strada	4,7%	12,6%	80,3%

Note: * in tabella denota dati espressi in variazione percentuale rispetto al corrispettivo anno della baseline. I valori tra parentesi riportano invece i valori di riferimento dello scenario di policy da tabella 62 per un loro confronto diretto con i dati di simulazione.

Tabella 63. Regione Emilia-Romagna evoluzione emissivo energetica nello scenario di Policy.

Il processo di transizione energetica induce una profonda ricomposizione dell'attività economica a livello settoriale sia nella Regione Emilia-Romagna che in Italia (tabella 64).

In Emilia-Romagna, nel 2030, in seguito al conseguimento degli obiettivi relativi al FF55, i settori ad alta intensità energetica sono soggetti ad una considerevole contrazione produttiva. Tra questi spicca la chimica con un -10% rispetto allo scenario a politiche correnti, la raffinazione, -16%, e la produzione energetica da fonte fossile, -63%. Al contrario, il settore delle rinnovabili, sostenuto dai sussidi, registra un importante incremento produttivo (quasi 47%) che da solo varrebbe in valore assoluto il doppio della contrazione del fossile. E' da sottolineare come il sostegno alle rinnovabili risulti particolarmente strategico per fornire al sistema produttivo energia decarbonizzata e quindi non gravata dal costo della tassazione esplicita o implicita sulla CO₂. Questo consente quindi alle imprese di limitare la contrazione nell'uso dell'energia. Oltre alle rinnovabili, la ricomposizione economica derivante dal processo di decarbonizzazione porta ad un aumento della produzione dei settori meno carbon intensive: il manifatturiero (industria leggera), il settore dei servizi e delle costruzioni. Il settore trasporti "altro" in Emilia-Romagna cresce, in controtendenza rispetto al caso italiano. Questo risultato è probabilmente dovuto alla calibrazione nello scenario a politiche correnti delle emissioni settoriali dell'aggregato Non-ETS ed alla loro imputazione derivata dal modello al settore trasporti commerciali gomma-ferro, che vi è incluso. Secondo i dati, tali emissioni sono proiettate a ridursi in misura percentualmente più marcata in Emilia-Romagna che nel resto del Paese (vedi **Allegato 6**). Di conseguenza, la politica di decarbonizzazione indurrebbe aumenti nei costi di produzione e prezzi più contenuti per i trasporti in Emilia-Romagna. Ciò finirebbe, di fatto, per provocare un aumento di domanda e produzione. Questo risultato va però interpretato con cautela in quanto le emissioni nello scenario a politiche correnti per Emilia-Romagna e Italia derivano da fonti diverse (ART-ER (2023) le prime, dati PNIEC riportati da Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (2023) le seconde) non necessariamente

armonizzate. Inoltre, se anche le emissioni ETS e Non ETS sono state attentamente calibrate l'allocazione emissiva per il singolo settore deriva dai processi endogeni del modello.

Ad esempio, e al contrario, l'espansione dei settori della meccanica e manifatturiero è più basso in Emilia-Romagna che nel resto dell'Italia.

Si sottolinea, inoltre, che la ricomposizione dell'attività economica osservata è indotta unicamente dagli effetti combinati dell'aumento dei prezzi dell'energia fossile che, chiaramente penalizza le industrie che ne fanno maggiormente uso, dall'operare dei sussidi, e, in modo determinante, dalle ipotesi esogene di progresso tecnologico/efficienza implementate.

Questa considerazione è particolarmente rilevante per l'interpretazione della performance del settore costruzioni che nella Regione registra un +5% (+4% in Italia). Uno degli elementi caratterizzanti il processo di transizione energetica è il rinnovamento ed efficientamento energetico degli edifici che ne prevederebbe un "più che raddoppiato tasso di riqualificazione". Questo processo, cui si associa sicuramente un'espansione della domanda del settore costruzioni, non viene però esplicitamente considerato per la difficoltà di tradurlo in incrementi di domanda da imporre nel modello. L'espansione del settore è quindi dovuta al miglioramento nell'utilizzo dell'energia e ad una sua intensità energetica inferiore a quella dell'industria pesante. In questo senso, la performance del settore costruzioni potrebbe essere sottostimata.

L'effetto complessivo sull'economia regionale, come del resto nazionale, trainata da costruzioni e servizi, è positivo. Il valore della produzione aumenta dell'1,4%, il prodotto interno lordo regionale del 2,4% rispetto allo scenario a politiche correnti.

Con il passare del tempo il processo di decarbonizzazione diviene più stringente e più oneroso. Al 2040 le emissioni regionali sono proiettate in riduzione del 44% rispetto allo scenario a politiche correnti. Tuttavia, la ricomposizione settoriale vede ancora un prevalere degli effetti economici positivi dai settori in espansione su quelli negativi dei settori in contrazione. L'economia regionale registra un +1% sul valore della produzione aggregata e un +1,2% del PIL regionale. Permane un risultato moderatamente positivo anche sul valore della produzione nazionale, 0,1%, ma negativo sul PIL -0,8%.

Nel 2050 il risultato netto del processo di transizione energetica è negativo con costi considerevoli sul PIL regionale e nazionale. Si sottolinea tuttavia che nelle simulazioni di policy si è ipotizzato che il miglioramento dell'efficienza energetica e nello sviluppo delle rinnovabili indotto dalle politiche di decarbonizzazione espliciti i suoi effetti fino al 2030. Dopo tale anno, permane solo lo stimolo alla produzione di rinnovabili indotto dal sussidio e una maggiore sostituibilità nella produzione elettrica tra fonte rinnovabile e fossile. Come anticipato, ciò consente un ragionevole allineamento con le ipotesi di scenario anche a livello di macrosettore economico. La tabella 65 mostra come la simulazione riproduca con discreta approssimazione l'andamento dell'intensità energetica anche nei diversi macrosettori nel 2030. Tuttavia, già dal 2040, pur "congelando" le maggiori ipotesi di progresso tecnologico, il modello tende a sovrastimare l'elettrificazione e rinnovabili nei settori residenziale, industria e servizi. Per tale motivo non sono stati imposti ulteriori incrementi esogeni di efficienza successivamente al 2030. Allo stesso tempo, il modello evidenzia una certa difficoltà nell'elettrificare il settore trasporti.

In conclusione, visto il lungo orizzonte temporale considerato e la grande incertezza riguardo i parametri tecnologici i dati riportati al 2050 sono sicuramente i meno attendibili. Si può però concludere che, se gli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e al 2040 possano essere conseguiti a costi relativamente ridotti se non con benefici economici, **il raggiungimento del target "net 0" al 2050 richiede uno sforzo tecnologico trasformativo che però il modello attualmente non coglie.**

Ultimo elemento che viene analizzato riguarda le risorse generate e trasferite dal processo di decarbonizzazione. Per raggiungere l'obiettivo del (circa) 70% di produzione da rinnovabili nel 2030 la simulazione stima sia necessario a livello italiano un incentivo di circa 6,5 miliardi di € nel 2030, cioè un incremento di poco meno del 50% del sussidio alle rinnovabili nel 2019. Tali risorse sono però meno

della metà (il 42%) di quelle generate dalla tassa sulla CO₂ e dall'allocazione su base d'asta dei crediti di carbonio calcolati dalla simulazione. Pertanto, la manovra stessa genererebbe sufficiente gettito per incentivare le rinnovabili e compensare con 3,7 miliardi di € le famiglie dagli eventuali aumenti dei prezzi dell'energia (cosa attualmente prevista dalla simulazione tramite trasferimento a somma fissa). Sarebbe interessante verificare la robustezza dei risultati e la loro sensibilità rispetto a strategie alternative nell'impiego delle risorse prodotte dalle politiche di mitigazione. Una consolidata letteratura, confermata recentemente da studi applicati proprio all'analisi delle politiche FF55 (EC 2021; Orecchia 2022; Bosello et al. 2023) ribadisce come l'utilizzo del gettito delle tasse ambientali e/o dei proventi generati dall'allocazione delle quote emissive su base d'asta, sia elemento determinante nel definire gli impatti macroeconomici della manovra. Ad esempio, EC (2021) valuta che il "pacchetto" FF55 potrebbe indurre una contrazione del PIL europeo dello 0.4% rispetto allo scenario di riferimento se il gettito complessivamente generato dalla manovra fosse interamente dedicato a trasferimenti lump-sum alle famiglie. Tuttavia, se fosse volto in parte alla riduzione delle imposte sul valore aggiunto, in parte al supporto degli investimenti in efficienza energetica, produrrebbe un guadagno di PIL dello 0.5%. Secondo Orecchia (2021) il FF55 potrebbe costare all'Italia circa lo 0.5% del PIL rispetto allo scenario di riferimento. Il costo si ridurrebbe allo 0.2% se il gettito generato fosse impiegato, in forma fiscalmente neutra, per ridurre i contributi sociali che gravano l'offerta di lavoro. L'intervento sul cuneo fiscale si dimostra l'azione più efficace per ridurre gli impatti economici delle politiche rispetto ad altre manovre come, ad esempio, la riduzione della tassazione d'impresa. Bosello et al. (2023) riportano per l'Italia una potenziale perdita di PIL dello 0,76% nel caso di soli trasferimenti lump-sum alle famiglie contro un potenziale guadagno dello 0,4% nel caso le risorse generate dalla manovra vengano impiegate per un terzo a sostegno delle rinnovabili, per un terzo agli investimenti in decarbonizzazione dei settori "hard to abate" e per un terzo in interventi compensativi sul reddito delle famiglie. Si potrebbe testare l'impatto sui costi della transizione green destinando parte delle risorse a sostegno agli investimenti in decarbonizzazione dei settori "hard to abate" per accelerarne la trasformazione e ridurre i costi.

	2030				2040			
	Regione Emilia-Romagna		Italia		Regione Emilia-Romagna		Italia	
	%	Milioni €	%	Milioni €	%	Milioni €	%	Milioni €
Agricoltura	0,3	14,3	-0,1	-55,1	-0,1	-3,4	-0,8	-421,4
Carbone	-64,6	0,0	-47,1	-4,9	-99,9	0,0	-99,5	-9,3
Petrolio	-0,6	0,0	-2,1	-54,3	-1,3	-0,1	-4,7	-116,2
Gas Naturale	-50,5	-0,1	-65,1	-0,8	-87,0	-0,9	-89,1	-4,3
Prodotti petroliferi	-16,0	-699,8	-17,2	-4240,5	-37,9	-1520,9	-37,1	-8033,4
Industria energy intensive.	-6,6	-778,8	-6,6	-9417,9	-10,4	-1311,0	-7,0	-11020,1
Minerario non metall.	-5,0	-513,5	-3,4	-2443,2	-9,2	-1084,9	-3,6	-2959,5
Chimica	-10,5	-1459,2	-8,9	-15410,5	-9,2	-1263,2	0,0	-23,3
Meccanica	0,5	337,9	3,5	13224,3	1,6	1184,8	1,5	6442,7
Manifatturiero	0,4	334,1	4,6	30024,8	1,5	1225,4	3,6	27758,4
Distribuzione elettrica	22,1	290,6	16,8	2599,6	33,2	496,2	2,7	461,7
Elettricità da fossile	-63,4	-603,5	-63,0	-12002,4	-76,8	-565,1	-73,4	-13360,7
Elettricità da rinnovabile	46,8	1211,2	27,3	9510,7	48,0	1539,7	23,3	10111,4
Costruzioni	5,1	1898,6	4,0	16025,5	2,2	1022,9	-0,4	-2093,0
Trasporto "altro"	22,8	3420,0	-6,3	-7059,4	11,1	2297,7	-20,5	-21877,9
Trasporto acqua	-5,1	-23,2	-10,5	-1222,9	-12,3	-61,3	-18,0	-2106,4
Trasporto aria	-18,8	-13,6	-13,2	-1221,1	-33,6	-24,9	-17,2	-1033,9
Servizi	1,5	2228,5	2,3	38480,2	1,6	2577,9	1,2	21181,9
Totale produzione	1,4	5643,5	1,5	56732,2	1,0	4509,0	0,1	2896,5
PIL	2,4		1,8		1,2		-0,8	

Tabella 64: impatti sulla produzione settoriale e aggregata della Regione Emilia-Romagna e dell'Italia del percorso di neutralità carbonica.

IL PERCORSO PER LA NEUTRALITA' CARBONICA PRIMA DEL 2050

	2030	2040	2050
Settore residenziale			
Consumo energetico dei nuovi edifici	-40% wrt 2020 (-50% wrt 2020)	-63% wrt 2020 (-65% wrt 2020)	-77% wrt 2020 (-80% wrt 2020)
Quota elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	22% (23%)	32% (29%)	28% (34%)
Quota fonti rinnovabili nel consumo energetico degli edifici	16% (23%)	27% (31%)	40% (32%)
Industria			
Intensità energetica	-20% (-25% wrt 2020)	-43% (-50% wrt 2020)	-68% (-60% wrt 2020)
Quota energia elettrica su consumo finale totale	31% (34%)	46% (48%)	73% (56%)
Quota energia rinnovabile su consumo finale totale	23% (20%)	38% (30%)	60% (36%)
Servizi			
Intensità energetica	-24% wrt 2020 (-25% wrt 2020)	-48% wrt 2020 (-50% wrt 2020)	-66% wrt 2020 (-60% wrt 2020)
Quota energia elettrica su consumo finale totale	38% (35%)	58% (38%)	71% (38%)
Quota energia rinnovabile su consumo finale totale	28% (32%)	48% (46%)	67% (54%)
Trasporti			
Elettrificazione trasporti "altro"	4,7%	12%	80%

Note: Tra parentesi il target riportato in Tabella 62 derivante da ART-ER (2024)

Tabella 65. Regione Emilia-Romagna evoluzione energetica per macro-settore nello scenario di Policy.

Conclusioni

L'analisi applica il modello macroeconomico di equilibrio generale ICES alla valutazione degli impatti economici sull'economia della Regione Emilia-Romagna, in aggregato e per settore economico, delle misure contenute nel pacchetto FF55 e del processo di decarbonizzazione di lungo periodo che conduce all'obiettivo "emissioni nette 0" nel 2050.

I risultati evidenziano come la trasformazione dell'economia indotta dalla decarbonizzazione possa costituire un'opportunità di sviluppo andando a determinare, almeno fino al 2040 crescite produttive e di PIL rispetto allo scenario a politiche correnti. Questo avviene poiché l'espansione dei settori a minore intensità energetica e carbonica compensa la contrazione dei settori ad alta intensità carbonica.

Lo studio sottolinea, al contempo, la presenza di importanti effetti redistributivi: tutto il comparto dell'industria pesante, soprattutto la chimica e, ovviamente, la produzione di energia da fonte fossile, è altamente penalizzato. La manifattura, agricoltura, costruzioni, rinnovabili e servizi invece incrementano i loro livelli produttivi.

Questo induce le seguenti considerazioni:



- il passaggio dai settori ad alta intensità di capitale ai settori del terziario, dell'energia e delle tecnologie green a più alta intensità di lavoro, oltre ad incrementi nel valore aggiunto, può portare a **consistenti incrementi occupazionali** (attraverso la creazione dei c.d. green jobs). Il modello utilizzato per questo studio non coglie questo aspetto che però è supportato da molte ricerche, da ultimo Bosello et al. (2023), che identificano un potenziale di fino a 330.000 posti di lavoro aggiuntivi dalle politiche FF55 per l'Italia.
- Questo però è possibile solo se i settori in contrazione sono in grado di fornire, in tempo ragionevole, **manodopera qualificata ai settori in espansione**. Se ciò non avviene, il tempo "fisiologico" necessario a cercare e trovare un nuovo impiego dopo averne abbandonato un altro, si allunga col pericolo del verificarsi di fenomeni di disoccupazione "frizionale" prolungata dagli elevati costi sociali. Diventa quindi essenziale accompagnare il percorso verso la neutralità carbonica con massicci investimenti in programmi di re-training, re-skilling e up-skilling della forza lavoro. Ciò a maggior ragione in vista dei rapidi cambiamenti che saranno indotti nel mercato del lavoro dall'avvento dell'intelligenza artificiale e dalla rivoluzione nelle mansioni che già si sta profilando. La riqualificazione del lavoratore è uno dei campi in cui il supporto pubblico è particolarmente necessario dato che i costi associati sono ingenti ed i

tempi potenzialmente lunghi, quindi spesso al di là della capacità delle singole imprese o delle famiglie. E' però anche un investimento dall'elevato rapporto benefici/costi che tende ad aumentare sia la produttività che la competitività del sistema Paese.

- La simulazione conferma come elemento fondamentale di una transizione non penalizzante economicamente sia un deciso supporto allo sviluppo del settore e alla rapida penetrazione delle tecnologie rinnovabili e di efficienza energetica per sfruttarne appieno le economie di scala e ridurre i costi. Questo offre due vantaggi: consente di mettere a disposizione di famiglie e imprese energia decarbonizzata e quindi meno costosa in quanto non gravata dal prezzo del carbonio tassato; rende più rapida l'espansione di un comparto che genera elevata occupazione diretta e indiretta. In merito, si fa notare che non necessariamente questo sviluppo debba passare solo attraverso lo strumento del sussidio, ma che molto possa essere fatto sul piano della semplificazione amministrativa in modo da agevolare e accelerare l'iter di autorizzazione e installazione del parco rinnovabile. La simulazione comunque supporta l'idea che le risorse generate dalla manovra potrebbero essere sufficienti sia al finanziamento del sussidio necessario al conseguimento dei target sulle rinnovabili, che a compensare le famiglie dai suoi eventuali effetti redistributivi avversi. Ciò però richiederebbe a sua volta un complesso e ambizioso programma di redistribuzione e riforma fiscale.
- La necessità del sostegno allo sviluppo tecnologico green e all'efficienza, non solo nel settore energetico, ma anche nei processi di decarbonizzazione in tutti gli altri settori è indirettamente sottolineata dal risultato delle simulazioni post 2040. Nel 2050 i costi dell'obiettivo "net 0" diventano positivi e potenzialmente molto alti. Ciò però è dovuto al fatto che il modello rappresenta in modo altamente stilizzato il progresso tecnologico e non è in grado di coglierne le discontinuità che tipicamente lo caratterizzano. I benefici di una transizione green si mantengono nel lungo periodo se interviene una "discontinuità tecnologica green". Non si tratterebbe solo di trovare alternativa alle fonti fossili. Anzi, sotto questo aspetto, il settore rinnovabile sta rapidamente progredendo. Nel 2022 l'86% della nuova capacità di energia verde installata ha avuto costi inferiori all'energia da combustibili fossili. Nel corso degli ultimi 13-15 anni, il fotovoltaico è diventato l'89% più economico, mentre il costo dell'eolico onshore ha registrato una diminuzione del 69%. Il costo medio ponderato globale dell'energia solare fotovoltaica su larga scala è quasi un terzo in meno rispetto all'energia fossile più economica (IRENA, 2023). Per le rinnovabili quindi il problema è soprattutto uno di deployment (vedi punto precedente). **Si tratta però di facilitare anche quelle innovazioni di prodotto, di processo e organizzative che trasformino i settori "hard to abate" in settori "easy to abate"**. Ciò può essere utilmente fatto con appropriati sussidi agli investimenti, non a pioggia, ma selezionando accuratamente quelle tecnologie e processi più promettenti in tale direzione.

[1] Questa è la nostra interpretazione dell'obiettivo di policy sulla quota di rinnovabili su consumi elettrici declinata come "tendente al 70%".

Glossario

- ❖ **Anidride Carbonica o Biossido di Carbonio (CO₂):** L'anidride carbonica (o [biossido di carbonio](#)) è un gas che si forma in tutti i processi di combustione, respirazione, decomposizione di materiale organico, per ossidazione totale del carbonio. È indispensabile alla vita vegetale ed è praticamente inerte. La CO₂ è trasparente alla luce solare, ma assorbe le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre, determinando il cosiddetto '[effetto serra](#)'. Variazioni di concentrazione di anidride carbonica in atmosfera, dovute a varie attività antropiche (combustione, deforestazione), determinano nel tempo modifiche del clima.
- ❖ **Baseline:** Dato di riferimento per valutazioni successive
- ❖ **Biogas:** Gas derivanti da processi di decomposizione di materiale organico (come, per esempio, dalla frazione umida dei rifiuti solidi urbani) che, opportunamente trattati, possono essere utilizzati come combustibile per impianti di generazione termica di energia elettrica.
- ❖ **Biomassa:** Masse biologiche che possono essere recuperate e convertite in energia elettrica, in calore o in prodotti chimici sostitutivi di derivati del petrolio (biocarburanti). Per la loro capacità di rigenerarsi, vengono generalmente considerate fonti rinnovabili.
- ❖ **CO₂ equivalente:** Unità di misura che consente di raffrontare l'impatto che i vari gas serra esercitano sul clima. Si parla anche del potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential, GWP) dei diversi gas. Le quantità degli altri **gas serra** (p. es. metano o protossido di azoto) vengono convertite nella quantità di diossido di carbonio che avrebbe lo stesso effetto ai fini del riscaldamento globale. Secondo il 5° rapporto del  **Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici**, una tonnellata di metano, calcolata su un periodo di cento anni, ha lo stesso effetto serra di 28-34 tonnellate di diossido di carbonio; ne consegue che una tonnellata di metano corrisponde a 28-34 tonnellate di CO₂eq. Una tonnellata di protossido di azoto corrisponde a 265-298 CO₂eq.
- ❖ **Decarbonizzazione:** Processo volto a ridurre l'impiego di vettori energetici fossili. L'obiettivo a lungo termine, segnatamente nell'approvvigionamento energetico e nella mobilità, è la rinuncia totale ai carboni fossili per esempio facendo ricorso alle  **energie rinnovabili**.
- ❖ **Gas a effetto serra o Gas climalteranti:** Sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera che tendono a bloccare l'emissione di calore dalla superficie terrestre. La loro concentrazione crescente nell'atmosfera produce un effetto di riscaldamento della superficie terrestre e della parte più bassa dell'atmosfera. Qualora l'accumulazione progressiva e accelerante di questi gas continui incontrollata, secondo molti scienziati è probabile che si determini una tendenza al surriscaldamento della superficie terrestre e alla modificazione del clima. Tuttavia, permangono incertezze sull'entità di tali effetti e sulla loro configurazione geografica e stagionale. L'elenco dei gas serra è molto ampio. Il Protocollo di Kyoto prende in considerazione un paniere di 6 gas serra: l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), i clorofluorocarburi (CFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafioruro di zolfo (SF₆).

- ❖ **Impatti di cambiamenti climatici:** Gli impatti dei cambiamenti climatici generalmente si riferiscono agli effetti su persone, abitazioni, salute, ecosistemi, beni e risorse economiche, sociali e culturali, servizi (inclusi quelli ambientali) e infrastrutture dovuti all'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si presentano entro uno specifico periodo di tempo, e alla vulnerabilità di una società o di un sistema esposti ai cambiamenti climatici stessi. Ci si riferisce inoltre agli impatti come a conseguenze ed esiti.
- ❖ **Mitigazione:** Tutti quegli interventi volti a ridurre le fonti e le emissioni di gas climalteranti o volte a potenziare gli assorbimento dei [gas ad effetto serra](#).
- ❖ **Neutralità carbonica:** lo stato in cui le emissioni di anidride carbonica (CO₂) dovute alle attività umane e la rimozione di questi gas sono in equilibrio in un dato periodo. Viene spesso chiamato 'zero netto' o Net-Zero.
- ❖ **Neutralità climatica:** Il bilanciamento tra le emissioni di anidride carbonica e di gas serra di origine antropica, comprese le emissioni diverse dall'anidride carbonica, e le emissioni riassorbite. Anche se il termine è utilizzato in modo intercambiabile con il precedente l'IPCC estende il concetto di "neutralità climatica", e considera ogni tipo di impatto umano sul clima.
- ❖ **Scenario a politiche correnti:** scenario di sviluppo del sistema energetico regionale, nei diversi settori e per le diverse fonti energetiche, basato sulle tendenze di mercato attuali e sulle politiche pubbliche correnti nel momento della costruzione dello scenario, e in assenza di ulteriori misure legate ad efficienza energetica e promozione delle fonti rinnovabili.
- ❖ **Scenario di decarbonizzazione:** scenario di sviluppo del sistema energetico regionale in cui vengono ipotizzate ulteriori misure e politiche di promozione dell'efficienza energetica e di sviluppo delle fonti rinnovabili tali da conseguire una decarbonizzazione totale prima del 2050.
- ❖ **Scenario "EU Reference 2020":** scenario di riferimento ed uno dei principali strumenti di analisi della Commissione europea nei settori dell'energia, dei trasporti e dell'azione per il clima. Consente ai responsabili politici di analizzare le prospettive economiche, energetiche, climatiche e dei trasporti a lungo termine sulla base del quadro politico in vigore nel 2020 e fornisce una base analitica completa rispetto alla quale valutare nuove proposte politiche. Rappresenta anche lo scenario di riferimento dell'UE su cui sono stati sviluppati specifici scenari politici e varianti utilizzati per valutare le opzioni riguardanti le iniziative politiche nel pacchetto del Green Deal europeo adottato dalla Commissione europea nel luglio 2021. Esperti nazionali di tutti i paesi dell'UE hanno contribuito a definire questo scenario attraverso un processo di consultazione e anche le parti interessate hanno contribuito sulle ipotesi tecnologiche.
- ❖ **Scenario "aggiornamento PNIEC 2023":** scenario sviluppato da ISPRA ed RSE nel 2023 nell'ambito delle attività di aggiornamento del primo Piano Integrato Energia e Clima (PNIEC) italiano trasmesso alla Commissione europea a dicembre 2019. Se le variabili esogene di scenario sono analoghe a quelle dello Scenario EU Reference 2020, la versione aggiornata del PNIEC contiene alcuni adeguamenti alla nuova normativa UE in materia di energia e clima.

Bibliografia

- Armington, P. (1969). A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. IMF staff papers, 16(1), 159-178.
- Bacharach, M. (1970). Biproportional Matrices & Input-Output Change. Number 16 in University of Cambridge Department of Applied Economics Monographs. Cambridge University Press.
- Basu P., 2018. Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction. Academic Press
- Betts, R., 2000. Offset of the potential carbon sink from boreal forestation by decreases in surface albedo. Nature 408, 187–190.
- Böhringer, C. et al. (2021) 'Climate policies after Paris: Pledge, Trade and Recycle: Insights from the 36th Energy Modeling Forum Study (EMF36)', Energy Economics. Elsevier B.V., 103(December 2020), p. 105471. Doi: 10.1016/j.eneco.2021.105471.
- Bonfiglio, A. (2008). Evaluating Implications of Agricultural Policies in a Rural Region through a CGE Analysis, No 328, Working Papers, Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali.
- Bonfiglio, A. & Chelli, F. (2008). Assessing the Behaviour of Non-Survey Methods for Constructing Regional Input-Output Tables through a Monte Carlo Simulation. Economic Systems Research, 20(3):243-258.
- Bosello F., Carraro C., Di Bella A., Key R., Parrado R., Standardi G., Tavoni M. (2023). Verso una crescita a zero emissioni: Gli impatti macroeconomici e occupazionali per l'Italia del pacchetto "Fit for 55. DOI: <https://doi.org/10.25424/cmcc-y6jz-nq49>
- Bosello F. & Standardi G. (2018), "A Sub-national CGE Model for the European Mediterranean Countries". In F. Perali and P. L. Scandizzo (eds.), The New Generation of Computable General Equilibrium Models, Springer International.
- Burniaux J.-M. & Truong T. P. (2002). GTAP-E: An energy environmental version of the GTAP model. GTAP Technical Paper n. 16.
- Caiazza Fabio, Robert Malina, et al. 2014. Quantifying the Climate Impacts of Albedo Changes Due to Biofuel Production: a Comparison with Biogeochemical Effects.
- Commissione europea (2021). EU Reference Scenario 2020.
- Commissione europea EC (2021). "COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT IMPACT ASSESSMENT REPORT Accompanying the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency (recast)," 2021. [Online]. Available: <https://op.europa.eu/en/publicationdetail/-/publication/c20a8b93-e574-11eb-a1a5-01aa75ed71a1/language-en>.
- Deming, W.E. & Stephan, F.F. (1940). On a Least-squares Adjustment of a Sampled Frequency Table when the Expected Marginal Totals are Known. Annals of Mathematical Statistics, 11, 427–444.
- Dixon, P., Rimmer, M. & Wittwer, G. (2012). USAGE-R51, a State-level Multi-regional CGE Model of the US Economy: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/5933.pdf>
- DOI: <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04056-1>
- DOI: <https://doi.org/10.1038/35041545>
- DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/2/024015>
- DOI: <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0843-x>
- DOI: <https://doi.org/10.1186/s13021-018-0096-2>
- EC (2019). The European Green Deal. Available at: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF

IL PERCORSO PER LA NEUTRALITA' CARBONICA PRIMA DEL 2050

- EC (2020). Stepping up Europe's 2030 climate ambition Investing in a climate-neutral future for the benefit of our people.
- EC, Directorate-General for Climate Action, Directorate-General for Energy, Directorate-General for Mobility and Transport, De Vita, A., Capros, P., Paroussos, L. et al. (2021) EU reference scenario 2020 – Energy, transport and GHG emissions – Trends to 2050, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750>
- Energy Institute (2023). EI Statistical Review of World Energy 2023.
- Eurostat. (2018a). Structural business statistics. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sbs_r_nuts2021/default/table?lang=en
- Eurostat. (2018b). Economic Accounts for Agriculture. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/agr_r_accts/default/table?lang=en
- Eurostat. (2023a). Gross domestic product (GDP) in volume by NUTS 2 regions. <https://data.europa.eu/data/datasets/5debciomd0onni2wt6pf7q?locale=en>
- Eurostat. (2023b). Average annual population (thousand persons) by NUTS 3 regions. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NAMA_10R_3POPGDP/default/table?lang=en
- Etiope G., Martinelli G, Caracausi A., Italiano F., 2007. Methane seeps and mud volcanoes in Italy: Gas origin, fractionation and emission to the atmosphere. *Geophysical Research Letters* 34:L14303 DOI: 10.1029/2007GL030341
- Fibbi L., Moriondo M, Chiesi M., Bindi M., Maselli F., 2019, Impacts of climate change on the gross primary production of Italian forests. *Annals of Forest Science*) 76: 59
- Grassi G. , Pilli R., House J., Federici S., Kurz W.A., 2018. Science-based approach for credible accounting of mitigation in managed forests. *Carbon Balance and Management*, 13(1).
- Horridge, M. & Wittwer, G. (2010). Bringing Regional Detail to a CGE Model Using CENSUS Data. *Spatial Economic Analysis*, 5(2), 229-255.
- IEA (2023). CCUS Policies and Business Models.
- IEA (anni vari). Energy Technology Perspectives.
- IEA (2023). Global Energy and Climate Model.
- IEA (2021). Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector.
- IEA (2023). Net Zero Roadmap – A Global Pathway to keep the 1.5° C Goal in Reach.
- IEA. (anni vari). World Energy Outlook.
- IMF (2023a). World Economic Outlook Database, October. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/October>
- IMF (2023b). Primary Commodity System. <https://data.imf.org/?sk=471dddf8-d8a7-499a-81ba-5b332c01f8b9>
- IRENA (2023), "Renewable_power_generation_costs_in_2022".https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022.pdf?rev=05fcadf42d7b46b8ab3dd6fdde964c42
- ISPRA(2023a). Inventario Nazionale di Emissioni. <https://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- MASE (2022), Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, Bilancio Energetico 1990-2020. <https://dgsaie.mise.gov.it/bilancio-energetico-nazionale>
- Miller & Blair, P.D. (1985). Input-Output Analysis: foundations and extensions (PrenticeHall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey).

IL PERCORSO PER LA NEUTRALITA' CARBONICA PRIMA DEL 2050

- Ministero dello Sviluppo Economico, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. (2019). Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima.
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. (2023). Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima.
- Narayanan, B., Aguiar, A. & McDougall, R. (2012) Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 8 Data Base. Center for Global Trade Analysis, Purdue University
- Peschi E., Caputo A., Di Cristofaro E., Colaiezzi M., Pantaleoni M., Vitullo M., Gaeta M., 2021. LA STRATEGIA ITALIANA DI LUNGO TERMINE SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA: SCENARI EMISSIVI E TREND STORICI. *Ingegneria dell'Ambiente* Vol. 8 issue 3.
- Orecchia, C. (2022). IRENGE-DF Model - Assessing Environmental and Regional Effects: Tax Policy Simulations. [Online]. Available: https://www.finanze.it/export/sites/finanze/.galleries/Documenti/Varie/03-Policysimulation_Orecchia.pdf.
- D. Sauvant e Giger-Reverdin, Modelling of digestive interactions and methane production in ruminants, 2009. [Productions Animales -Paris- Institut National de la Recherche Agronomique- 22\(5\):375-384](#)
- Vandyck, T. et al. (2016) 'A global stocktake of the Paris pledges: Implications for energy systems and economy', *Global Environmental Change*. Elsevier Ltd, 41, pp. 46–63. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.08.006.
- Vrontisi, Z. et al. (2020) 'Energy system transition and macroeconomic impacts of a European decarbonization action towards a below 2 °C climate stabilization', *Climatic Change*. *Climatic Change*, 162(4), pp. 1857–1875. doi: 10.1007/s10584-019-02440-7.

Allegati

Allegato 1 - Scenario a politiche correnti: risultati al 2050

Allegato 2 - Scenario di decarbonizzazione DEC: risultati al 2050

Allegato 3 - Scenari di decarbonizzazione EE+FER ed ELE+H2: ipotesi di policy nel settore ENERGY

Allegato 4 - Scenari di decarbonizzazione EE+FER (Allegato 4.1) ed ELE+H2 (Allegato 4.2): risultati al 2050

Allegato 5 - Metodologia di dettaglio per il calcolo degli assorbimenti nel settore AFOLU

Allegato 6 - Metodologia per la valutazione degli impatti economici

Allegato 7 - Fattori di Emissione

Allegato 1

Scenario emissivo GHG a politiche correnti: risultati al 2050

Quadro scenario emissivo GHG a politiche correnti per l'Emilia-Romagna

Aggiornamento Dicembre 2023 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Valori assoluti (ktCO ₂ eq)					Variazione rispetto alla baseline (%)					
			Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Scenario energetico settore « produzione elettrica e calore »	7.442	6.034	4.956	2.815	2.322	2.519	-19%	-33%	-62%	-69%	-66%
	MS2 - Combustione non industriale	Scenario energetico settore « residenziale »	4.789	4.284	3.935	3.519	3.063	2.589	-11%	-18%	-27%	-36%	-46%
		Scenario energetico settore « commercio e servizi pubblici »	2.553	1.969	1.682	1.445	1.245	1.023	-23%	-34%	-43%	-51%	-60%
	MS3 - Combustione industriale	Scenario energetico settore « industria »	6.980	5.373	4.804	4.257	3.904	3.550	-23%	-31%	-39%	-44%	-49%
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Scenario energetico settore « produzione idrocarburi »	479	68	54	44	29	14	-86%	-89%	-91%	-94%	-97%
	MS7 - Trasporto su strada	Scenario energetico settore « trasporto su strada »	10.865	8.487	7.579	6.607	5.694	4.925	-22%	-30%	-39%	-48%	-55%
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Scenario energetico settore « trasporto ferroviario »	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
		Scenario energetico settore « trasporto aereo »	71	28	30	31	31	31	-60%	-58%	-56%	-56%	-56%
Scenario energetico settore « trasporto marittimo »		162	129	122	115	106	98	-21%	-25%	-29%	-35%	-39%	
Scenari energetici settori « agricoltura e foreste » (per CO ₂) e « pesca »		898	931	835	751	710	671	4%	-7%	-16%	-21%	-25%	
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	Scenario di attività dei settori industriali coinvolti	1.506	1.514	1.164	1.127	1.096	1.086	1%	-23%	-25%	-27%	-28%
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS6 - Uso di solventi												
	MS10 - Agricoltura	Scenario di consumo fertilizzanti e di evoluzione del numero di capi (per CH ₄ e N ₂ O)	3.129	2.822	2.805	2.787	2.769	2.751	-10%	-10%	-11%	-12%	-12%
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	Scenario di evoluzione dell' uso del suolo	-1.900	-3.940	-3.950	-3.948	-3.889	-3.893	107%	108%	108%	105%	105%
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	2.575	1.960	1.736	1.591	1.480	1.446	-24%	-33%	-38%	-43%	-44%
ALTRO	-	Scenario di emissioni indirette da depositi di azoto da fonti non agricole											
Totale (inclusi assorbimenti)			39.549	29.658	25.750	21.141	18.560	16.808	-25%	-35%	-47%	-53%	-58%
Totale (esclusi assorbimenti)			41.449	33.599	29.700	25.089	22.449	20.701	-19%	-28%	-39%	-46%	-50%
<i>di cui ETS</i>			<i>12.328</i>	<i>9.716</i>	<i>8.314</i>	<i>6.055</i>	<i>5.338</i>	<i>5.197</i>	<i>-21%</i>	<i>-33%</i>	<i>-51%</i>	<i>-57%</i>	<i>-58%</i>

Quadro scenario emissivo GHG a politiche correnti per l'Emilia-Romagna - ENERGY

Aggiornamento Dicembre 2023 - Rev.0

Settore IPCC	Settore bilancio energetico Eurostat/ARPAE	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note	
ENERGIA (ENERGY)	Electricity & heat generation	CO ₂ (kt)	7.328	5.774	4.699	2.611	2.127	2.325	-68%		
		CH ₄ (t)	328	3.294	3.529	3.117	3.075	2.992	812%		
		N ₂ O (t)	394	632	596	442	412	414	5%		
		CO ₂ eq (kt)	7.442	6.034	4.956	2.815	2.322	2.519	-66%		
	Households	CO ₂ (kt)	4.601	4.020	3.702	3.316	2.888	2.441	-47%		
		CH ₄ (t)	3.159	5.641	4.958	4.327	3.733	3.170	0%		
		N ₂ O (t)	376	398	354	310	267	225	-40%		
		CO ₂ eq (kt)	4.789	4.284	3.935	3.519	3.063	2.589	-46%		
	Commercial & public services	CO ₂ (kt)	2.423	1.917	1.636	1.403	1.207	988	-59%		
		CH ₄ (t)	2.338	776	719	668	646	637	-73%		
		N ₂ O (t)	245	116	100	87	76	64	-74%		
		CO ₂ eq (kt)	2.553	1.969	1.682	1.445	1.245	1.023	-60%		
	Industry sector	CO ₂ (kt)	6.870	5.266	4.704	4.160	3.803	3.444	-50%		
		CH ₄ (t)	275	668	822	1.034	1.348	1.715	525%		
		N ₂ O (t)	384	334	293	258	238	219	-43%		
		CO ₂ eq (kt)	6.980	5.373	4.804	4.257	3.904	3.550	-49%		
	Primary production	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
		CH ₄ (t)	17.113	2.445	1.944	1.572	1.030	488	-97%		
		N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
		CO ₂ eq (kt)	479	68	54	44	29	14	-97%		
	Transport sector - Road	CO ₂ (kt)	10.661	8.400	7.502	6.541	5.638	4.877	-54%		
		CH ₄ (t)	520	689	637	571	506	456	-12%		
		N ₂ O (t)	714	254	222	188	158	134	-81%		
		CO ₂ eq (kt)	10.865	8.487	7.579	6.607	5.694	4.925	-55%		
	Transport sector - Rail	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
		CH ₄ (t)	0	0	0	0	0	0	-		
		N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
		CO ₂ eq (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
	Transport sector - Domestic aviation	CO ₂ (kt)	71	25	26	28	28	28	-61%		
		CH ₄ (t)	0	1	1	2	2	2	-		
		N ₂ O (t)	0	11	12	12	13	13	-		
		CO ₂ eq (kt)	71	28	30	31	31	31	-56%		
	Transport sector - Domestic navigation	CO ₂ (kt)	162	117	111	104	96	89	-45%		
		CH ₄ (t)	0	44	43	43	42	41	-		
		N ₂ O (t)	0	37	35	34	31	29	-		
		CO ₂ eq (kt)	162	129	122	115	106	98	-39%		
	Agriculture and forestry & Fishing	CO ₂ (kt)	797	917	823	741	700	661	-17%		
		CH ₄ (t)	213	99	89	81	77	73	-66%		
		N ₂ O (t)	358	41	36	33	31	29	-92%		
		CO ₂ eq (kt)	898	931	835	751	710	671	-25%		
	Totale	Totale	CO ₂ (kt)	32.913	26.437	23.203	18.903	16.487	14.852	-55%	
			CH ₄ (t)	23.946	13.656	12.743	11.414	10.459	9.573	-60%	
N ₂ O (t)			2.470	1.822	1.648	1.365	1.226	1.128	-54%		
CO ₂ eq (kt)			34.238	27.302	23.997	19.584	17.105	15.419	-55%		
di cui ETS		CO ₂ eq (kt)	12.272	9.661	8.272	6.014	5.298	5.158	-58%		
non ETS		CO ₂ (kt)	20.641	16.776	14.931	12.889	11.189	9.694	-53%		

Quadro scenario emissivo GHG a politiche correnti per l'Emilia-Romagna - IPPU

Aggiornamento Dicembre 2023 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	Scenario di attività dei settori industriali coinvolti	CO ₂ (kt)	1.505							
	MS6 - Uso di solventi		CH ₄ (t)	20							
	MS4 - Processi produttivi		N ₂ O (t)	1							
	MS6 - Uso di solventi		CO ₂ eq (kt)	1.506	1.514	1.164	1.127	1.096	1.086		
	MS4 - Processi produttivi										
	MS6 - Uso di solventi										
Totale	Totale		CO ₂ (kt)	1.505							
			CH ₄ (t)	20							
			N ₂ O (t)	1							
			CO ₂ eq (kt)	1.506	1.514	1.164	1.127	1.096	1.086	-28%	
<i>di cui ETS</i>			CO ₂ eq (kt)	49	49	38	37	36	35	-28%	

Quadro scenario emissivo GHG a politiche correnti per l'Emilia-Romagna - AFOLU

Aggiornamento Dicembre 2023 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS10 - Agricoltura	Scenario di consumo fertilizzanti e di evoluzione del numero di capi (per CH ₄ e N ₂ O)	CO ₂ (kt)	0	26	25	24	22	21	-	
			CH ₄ (t)	76.883	76.211	76.158	76.106	76.054	75.983	-1%	
			N ₂ O (t)	3.685	2.500	2.443	2.386	2.329	2.272	-38%	
			CO₂eq (kt)	3.129	2.822	2.805	2.787	2.769	2.751	-12%	
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	Scenario di evoluzione dell' uso del suolo	CO ₂ (kt)	-2.344	-3.950	-3.957	-3.953	-3.893	-3.897	-	
			CH ₄ (t)	12.095	344	243	184	150	130	-99%	
			N ₂ O (t)	399	0	0	0	0	0	-100%	
			CO₂eq (kt)	-1.900	-3.940	-3.950	-3.948	-3.889	-3.893	105%	
Totale	Totale	CO₂ (kt)	-2.344	-3.924	-3.932	-3.929	-3.871	-3.876	-		
		CH ₄ (t)	88.978	76.555	76.401	76.290	76.204	76.113	-14%		
		N ₂ O (t)	4.084	2.500	2.443	2.386	2.329	2.272	-44%		
		CO₂eq (kt)	1.230	-1.118	-1.145	-1.160	-1.120	-1.143	-193%		
<i>di cui ETS</i>			CO ₂ eq (kt)	0	0	0	0	0	0	-	

Quadro scenari emissivi GHG a politiche correnti per l'Emilia-Romagna - WASTE

Aggiornamento Dicembre 2023 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	CO ₂ (kt)	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266	0%	
			CH ₄ (t)	46.017	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796	-87%	
			N ₂ O (t)	80	71	71	70	70	69	-14%	
			CO₂eq (kt)	2.575	1.960	1.736	1.591	1.480	1.446	-44%	
Totale	Totale		CO ₂ (kt)	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266	1.266	0%	
			CH ₄ (t)	46.017	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796	-87%	
			N ₂ O (t)	80	71	71	70	70	69	-14%	
			CO₂eq (kt)	2.575	1.960	1.736	1.591	1.480	1.446	-44%	
<i>di cui ETS</i>			<i>CO₂eq (kt)</i>	7	5	5	4	4	4	-44%	

Allegato 2

Scenario emissivo GHG di decarbonizzazione DEC: risultati al 2050

Quadro scenario emissivo GHG di decarbonizzazione per l'Emilia-Romagna

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Valori assoluti (ktCO ₂ eq)					Variazione rispetto alla baseline (%)					
			Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Scenario energetico settore « produzione elettrica e calore »	7.442	4.854	3.302	1.148	780	819	-35%	-56%	-85%	-90%	-89%
	MS2 - Combustione non industriale	Scenario energetico settore « residenziale »	4.789	3.439	2.667	2.066	1.593	1.219	-28%	-44%	-57%	-67%	-75%
		Scenario energetico settore « commercio e servizi pubblici »	2.553	1.375	925	613	464	353	-46%	-64%	-76%	-82%	-86%
	MS3 - Combustione industriale	Scenario energetico settore « industria »	6.980	3.765	2.472	1.584	1.164	855	-46%	-65%	-77%	-83%	-88%
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Scenario energetico settore « produzione idrocarburi »	479	68	54	44	29	14	-86%	-89%	-91%	-94%	-97%
	MS7 - Trasporto su strada	Scenario energetico settore « trasporto su strada »	10.865	5.042	3.669	2.487	1.512	853	-54%	-66%	-77%	-86%	-92%
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Scenario energetico settore « trasporto ferroviario »	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
		Scenario energetico settore « trasporto aereo »	71	23	19	16	12	7	-68%	-73%	-77%	-83%	-90%
Scenario energetico settore « trasporto marittimo »		162	99	78	56	33	11	-39%	-52%	-65%	-79%	-93%	
Scenari energetici settori « agricoltura e foreste » e « pesca » (per CO ₂)		898	714	554	392	306	229	-20%	-38%	-56%	-66%	-74%	
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	Scenario di attività dei settori industriali coinvolti	1.506	812	533	342	251	184	-46%	-65%	-77%	-83%	-88%
	MS6 - Uso di solventi												
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS10 - Agricoltura	Scenario di consumo fertilizzanti e di evoluzione del numero di capi (per CH ₄ e N ₂ O)	3.129	2.410	2.292	2.173	2.055	1.936	-23%	-27%	-31%	-34%	-38%
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	Scenario di evoluzione dell' uso del suolo	-1.900	-5.406	-5.093	-5.382	-5.651	-6.002	185%	168%	183%	197%	216%
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-50%	-60%	-67%	-74%	-77%
ALTRO	-	Scenario di emissioni indirette da depositi di azoto da fonti non agricole											
totale (inclusi assorbimenti)			39.549	18.489	12.498	6.377	3.230	1.082	-53%	-68%	-84%	-92%	-97%
totale (esclusi assorbimenti)			41.449	23.896	17.592	11.759	8.881	7.084	-42%	-58%	-72%	-79%	-83%
di cui ETS			12.328	7.322	4.904	2.335	1.663	1.427	-41%	-60%	-81%	-87%	-88%
apture, Utilisation and Storage (CCUS)			0	500	625	750	875	1.000					
le (incl. assorbimenti e CCUS)			39.549	17.989	11.873	5.627	2.355	82	-55%	-70%	-86%	-94%	-100%

0,423493306

Quadro scenario emissivo GHG di decarbonizzazione per l'Emilia-Romagna - ENERGY

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Settore bilancio energetico Eurostat/ARPAE	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note	
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Electricity & heat generation	CO ₂ (kt)	7.328	4.612	3.070	969	609	651	-91%		
			CH ₄ (t)	328	3.242	3.456	3.044	3.007	2.917	789%		
			N ₂ O (t)	394	569	508	354	330	324	-18%		
			CO₂eq (kt)	7.442	4.854	3.302	1.148	780	819	-89%		
	MS2 - Combustione non industriale	Households	CO ₂ (kt)	4.601	3.181	2.445	1.880	1.442	1.100	-76%		
			CH ₄ (t)	3.159	5.882	5.246	4.508	3.724	2.943	-7%		
			N ₂ O (t)	376	352	284	227	179	138	-63%		
		CO₂eq (kt)	4.789	3.439	2.667	2.066	1.593	1.219	-75%			
		Commercial & public services	CO ₂ (kt)	2.423	1.318	865	555	400	285	-88%		
			CH ₄ (t)	2.338	1.159	1.451	1.528	1.743	1.932	-17%		
	N ₂ O (t)		245	92	74	59	55	53	-78%			
	CO₂eq (kt)	2.553	1.375	925	613	464	353	-86%				
	MS3 - Combustione industriale	Industry sector	CO ₂ (kt)	6.870	3.678	2.400	1.523	1.103	795	-88%		
			CH ₄ (t)	275	769	969	1.073	1.271	1.408	413%		
			N ₂ O (t)	384	247	170	117	94	78	-80%		
			CO₂eq (kt)	6.980	3.765	2.472	1.584	1.164	855	-88%		
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Primary production	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
			CH ₄ (t)	17.113	2.445	1.944	1.572	1.030	488	-97%		
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			CO₂eq (kt)	479	68	54	44	29	14	-97%		
	MS7 - Trasporto su strada	Transport sector - Road	CO ₂ (kt)	10.661	4.976	3.614	2.444	1.478	827	-92%		
			CH ₄ (t)	520	600	514	421	333	263	-49%		
			N ₂ O (t)	714	185	152	120	92	71	-90%		
			CO₂eq (kt)	10.865	5.042	3.669	2.487	1.512	853	-92%		
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Transport sector - Rail	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
			CH ₄ (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			CO₂eq (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
		Transport sector - Domestic aviation	CO ₂ (kt)	71	20	17	13	9	5	-94%		
			CH ₄ (t)	0	1	1	1	1	1	-		
			N ₂ O (t)	0	11	11	11	10	10	-		
			CO₂eq (kt)	71	23	19	16	12	7	-90%		
		Transport sector - Domestic navigation	CO ₂ (kt)	162	87	67	47	25	4	-97%		
			CH ₄ (t)	0	35	31	26	22	18	-		
			N ₂ O (t)	0	39	36	32	27	23	-		
			CO₂eq (kt)	162	99	78	56	33	11	-93%		
		Agriculture and forestry & Fishing	CO ₂ (kt)	797	700	538	374	283	203	-75%		
			CH ₄ (t)	213	192	304	423	595	744	249%		
			N ₂ O (t)	358	33	28	24	24	23	-94%		
			CO₂eq (kt)	898	714	554	392	306	229	-74%		
	Totale	Totale	Totale	CO ₂ (kt)	32.913	18.573	13.016	7.805	5.350	3.870	-88%	
				CH ₄ (t)	23.946	14.325	13.916	12.597	11.727	10.715	-55%	
N ₂ O (t)				2.470	1.528	1.263	943	812	720	-71%		
CO₂eq (kt)				34.238	19.379	13.740	8.407	5.893	4.360	-87%		
di cui ETS			CO ₂ eq (kt)	12.272	7.292	4.884	2.322	1.653	1.419	-88%		
Utilisation and Storage (CCUS)			CO ₂ (kt)	0	500	625	750	875	1.000	-		
Totale (incl. CCUS)			CO₂eq (kt)	34.238	18.879	13.115	7.657	5.018	3.360	-90%		

Quadro scenario emissivo GHG di decarbonizzazione per l'Emilia-Romagna - IPPU

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ (kt)	1.505							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CH ₄ (t)	20							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	N ₂ O (t)	1							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ eq (kt)	1.506	812	533	342	251	184		
	MS6 - Uso di solventi									
Totale	Totale	CO ₂ (kt)	1.505							
		CH ₄ (t)	20							
		N ₂ O (t)	1							
		CO ₂ eq (kt)	1.506	812	533	342	251	184	-88%	
<i>di cui ETS</i>		CO ₂ eq (kt)	49	26	17	11	8	6	-88%	

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - WASTE

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	CO ₂ (kt)	1.266	600	556	512	467	423	-67%	
			CH ₄ (t)	46.017	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796	-87%	
			N ₂ O (t)	80	71	71	70	70	69	-14%	
			CO ₂ eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
Totale	Totale		CO ₂ (kt)	1.266							
			CH ₄ (t)	46.017							
			N ₂ O (t)	80							
			CO ₂ eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
di cui ETS			CO ₂ eq (kt)	7	4	3	2	2	2	-77%	



Allegato 3 - Scenari di decarbonizzazione EE+FER ed ELE+H2: ipotesi di policy nel settore ENERGY

Rev. 11 di Marzo 2024

Indice

Premessa	3
1 Gli scenari di decarbonizzazione	4
2 Produzione elettrica	7
2.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione	7
2.2 Target per scenari di decarbonizzazione.....	8
3 Residenziale	10
3.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione	10
3.2 Target per scenari di decarbonizzazione.....	11
4 Industria e servizi	13
4.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione	13
4.2 Target per scenari di decarbonizzazione.....	13
5 Trasporti	17
5.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione	17
5.2 Target per scenari di decarbonizzazione.....	18

Premessa

Nel presente capitolo, in particolare, sono illustrate le principali ipotesi per la definizione degli scenari di neutralità carbonica nei principali settori di uso finale dell'energia (in particolare per quanto riguarda il settore industria, i trasporti e gli edifici) e di produzione di energia elettrica.

A tal fine sono state considerate le misure europee (Green Deal e pacchetto Fit for 55, REPower EU, ecc.), nazionali e regionali (PRIT 2025, PR FESR 2021-2027, PAIR 2030, PER 2030, ecc.).

Inoltre, laddove opportuno, sono state considerate le ipotesi alla base dello Scenario Net Zero Emissions ("NZE Scenario") dell'International Energy Agency (IEA), e in particolare i seguenti documenti:

- International Energy Agency, *World Energy Outlook 2022*, 2022
- International Energy Agency, *Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector*, 2021 e 2023 update

Per la costruzione degli scenari di decarbonizzazione si è tenuto conto dei target contenuti nel Patto per il Lavoro e il Clima, dove la Regione prevede di raggiungere la **decarbonizzazione prima del 2050 e di passare al 100% di energie rinnovabili entro il 2035**. Questo obiettivo è stato confermato nella Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile e dal Documento Strategico Regionale per la programmazione unitaria delle politiche europee di sviluppo per il periodo 2021-2027. La Strategia Regionale Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile ha inoltre indicato l'obiettivo **al 2030 di riduzione delle emissioni climalteranti del 55%** rispetto ai valori del 1990, assumendo il target approvato dalla nuova Legge Europea sul Clima ed elevando di 15 punti percentuali il valore precedentemente stabilito dall'UE e fatto proprio dal Piano Energetico Regionale 2030 (40%).

Questo capitolo accompagna la metodologia che illustra le modalità di elaborazione degli scenari energetici ed emissivi dei diversi settori di uso finale dell'energia (industria, trasporti, residenziale, terziario e agricoltura) e di produzione di energia elettrica.

1 Gli scenari di decarbonizzazione

Per raggiungere il net-zero carbon prima del 2050, si sono sviluppati per ogni settore almeno due possibili scenari di decarbonizzazione che contengono scelte di policy differenti, pur mantenendo come pilastri fondamentali e comuni a tutti gli scenari, gli obiettivi quantitativi del Patto Lavoro e Clima e i target presenti nella normativa europea in materia anche in fase di approvazione.

La tabella seguente sintetizza le principali caratteristiche di due possibili scenari di decarbonizzazione in Emilia-Romagna.

L'approccio seguito propone di differenziare questi due scenari attraverso la seguente impostazione generale:

- uno **scenario di forte efficientamento e sviluppo delle fonti rinnovabili** (c.d. “scenario **EE+FER**”), dove i principali driver di decarbonizzazione sono l'efficienza energetica e la diffusione delle fonti rinnovabili nei consumi energetici finali: questo scenario parte dal presupposto di sfruttare maggiormente le infrastrutture energetiche già esistenti, come ad esempio quelle del gas naturale, attraverso la progressiva sostituzione dei combustibili fossili attraverso fonti rinnovabili (ad es. biometano nel caso del gas naturale);
- uno **scenario di forte elettrificazione e penetrazione dell'idrogeno** (c.d. “scenario **ELE+H2**”), dove i principali driver di decarbonizzazione sono in questo caso una forte elettrificazione e una massiccia penetrazione dell'idrogeno sia lato consumi finali sia lato produzione elettrica: questo scenario si basa pertanto su una maggiore riorganizzazione delle infrastrutture legate alla produzione, al trasporto e alla distribuzione dell'energia, dovendo accogliere volumi significativi sia di idrogeno che di produzioni elettriche rinnovabili intermittenti necessarie per la produzione dell'idrogeno stesso.

Non trattandosi di due scenari alternativi, ma di due approcci che sono caratterizzati da misure di decarbonizzazione sostanzialmente simili ma con intensità e tempistiche di adozione relativamente diverse tra uno scenario e l'altro, si è proceduto alla realizzazione di un terzo **scenario di decarbonizzazione**, che rappresenta la sintesi dei precedenti due (c.d. “scenario **DEC**”), le cui principali ipotesi e risultati sono riportati di seguito.

Settore/ambito	Scenario di forte efficientamento e sviluppo delle fonti rinnovabili (Scenario EE+FER)	Scenario di forte elettrificazione e penetrazione dell'idrogeno (Scenario ELE+H ₂)	Scenario finale di decarbonizzazione (Scenario DEC)
Produzione elettrica	<ul style="list-style-type: none"> Copertura nel 2035 del 100% dei consumi elettrici con FER Forte sviluppo delle rinnovabili, soprattutto fotovoltaico ed eolico (incl. parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini) 	<ul style="list-style-type: none"> Copertura nel 2035 del 100% dei consumi elettrici con FER Forte sviluppo delle rinnovabili, soprattutto fotovoltaico ed eolico (incl. parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini) Blending dell'H₂ nelle centrali termoelettriche in co-combustione con il gas naturale fino all'85% nel 2050 	<ul style="list-style-type: none"> Copertura nel 2035 del 100% dei consumi elettrici con FER Forte sviluppo delle rinnovabili, soprattutto fotovoltaico ed eolico (incl. parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini) Blending dell'H₂ nelle centrali termoelettriche in co-combustione con il gas naturale fino al 50% nel 2050
Residenziale	<ul style="list-style-type: none"> Più che raddoppio del tasso di riqualificazione degli edifici Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Modifiche comportamentali e approcci diversi all'abitare (ad es. riduzione delle temperature interne, utilizzo in condivisione di apparecchi ed elettrodomestici, ecc.) 	<ul style="list-style-type: none"> Raddoppio del tasso di riqualificazione degli edifici Forte diffusione delle pompe di calore ed elettrificazione Penetrazione dell'H₂ negli usi domestici 	<ul style="list-style-type: none"> Più che raddoppio del tasso di riqualificazione degli edifici Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Modifiche comportamentali e approcci diversi all'abitare (ad es. riduzione delle temperature interne, utilizzo in condivisione di apparecchi ed elettrodomestici, ecc.)
Industria	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Penetrazione dell'H₂ (solo nei settori hard to abate) 	<ul style="list-style-type: none"> Forte elettrificazione Alta penetrazione dell'H₂ (non solo nei settori hard to abate) 	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte elettrificazione Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Penetrazione dell'H₂ (solo nei settori hard to abate)
Servizi	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Bassa penetrazione dell'H₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Forte elettrificazione Alta penetrazione dell'H₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte elettrificazione Forte diffusione delle fonti rinnovabili (solare termico, biometano, geotermica, pompe di calore) Bassa penetrazione dell'H₂
Agricoltura e pesca	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte consumo di bioenergie (soprattutto biometano) per usi termici e forza motrice Bassa penetrazione dell'H₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Forte elettrificazione Alta penetrazione dell'H₂ 	<ul style="list-style-type: none"> Forte efficientamento Forte consumo di bioenergie (soprattutto biometano) per usi termici e forza motrice

<p>Trasporti</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore ricorso allo smart working e ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento (riempimento) dei veicoli • Forte incremento del trasporto pubblico • Elettrificazione spinta del trasporto pubblico e privato • Forte penetrazione dei biocarburanti (in particolare HVO e biometano) nel trasporto merci, aviazione e navigazione • Bassa penetrazione dell'H₂ nel trasporto pubblico e merci 	<ul style="list-style-type: none"> • Ricorso limitato allo smart working • Incremento del trasporto pubblico • Maggiore tasso di rinnovo dei veicoli • Maggiori tassi di immatricolazione dei veicoli elettrici (nel primo periodo) • Elettrificazione spinta del trasporto pubblico e privato • Alta penetrazione dell'H₂ e di carburanti sintetici nel trasporto pubblico e merci, aviazione e navigazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Maggiore ricorso allo smart working e ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento (riempimento) dei veicoli • Forte incremento del trasporto pubblico • Elettrificazione spinta del trasporto pubblico e privato • Forte penetrazione dei biocarburanti (in particolare HVO e biometano) di H₂ e di carburanti sintetici nel trasporto merci, aviazione e navigazione • Alta penetrazione dell'H₂ nel trasporto pubblico e merci
<p>CCUS/CCS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CCUS nei settori industriali hard to abate e nella produzione elettrica fossile residua 	<ul style="list-style-type: none"> • Non applicato 	<ul style="list-style-type: none"> • CCUS nei settori industriali hard to abate e nella produzione elettrica fossile residua

Tabella 1 – Scenari di decarbonizzazione del settore ENERGY in Emilia-Romagna

Fonte: elaborazioni ART-ER e Regione Emilia-Romagna

2 Produzione elettrica

2.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene presupposti comuni a tutti gli scenari di decarbonizzazione.

Ambito	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
Politiche internazionali	<ul style="list-style-type: none"> Impegno del G7 di ottenere un settore elettrico prevalentemente decarbonizzato entro il 2035
Politiche UE e nazionali	<ul style="list-style-type: none"> Impegni nazionali per l'eliminazione graduale del carbone Obiettivi più elevati per le rinnovabili (quota rinnovabili sul consumo finale lordo entro il 2030 del 40% all'interno del pacchetto Fit for 55 e del 45% nel REPowerEU) Piani nazionali per l'energia e il clima (PNEC) aggiornati
Politiche regionali	<ul style="list-style-type: none"> Patto per il Lavoro e il Clima: <ul style="list-style-type: none"> Copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035 Norme Tecniche di Attuazione del PAIR 2030: <ul style="list-style-type: none"> Divieto¹ di realizzare nuovi impianti di produzione di energia elettrica alimentati a biomasse solide

Tabella 2 – Principali policy nel settore della GENERAZIONE ELETTRICA negli Scenari di decarbonizzazione

Fonte: elaborazioni ART-ER su documenti IEA, Commissione europea e Regione Emilia-Romagna

¹ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

2.2 Target per scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **EE+FER**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Generazione totale	Crescita produzione elettrica	Produzione sufficiente a coprire il fabbisogno lordo regionale (incl. produzione di idrogeno)	
Energie rinnovabili	Realizzazione dei parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini	Copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035	
Idrogeno	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @5%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @10%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @20%
Gas naturale	Diminuzione della capacità installata doppia rispetto allo scenario a politiche correnti		
	-4,3% annuo	-16,2% annuo	-2,5% annuo
Carbone	n.a.	n.a.	n.a.
Nucleare	n.a.	n.a.	n.a.
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)

Tabella 3– Principali ipotesi nel settore della **GENERAZIONE ELETTRICA** nello Scenario di decarbonizzazione **EE+FER**

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Generazione totale	Crescita produzione elettrica	Produzione sufficiente a coprire il fabbisogno lordo regionale (incl. produzione di idrogeno)	
Energie rinnovabili	Realizzazione dei parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini	Copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035	
Idrogeno	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @10%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @50%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @85%
Gas naturale	Diminuzione della capacità installata doppia rispetto allo scenario a politiche correnti		
	-4,3% annuo	-16,2% annuo	-2,5% annuo
Carbone	n.a.	n.a.	n.a.
Nucleare	n.a.	n.a.	n.a.
CCUS	Non prevista	Non prevista	Non prevista

Tabella 4– Principali ipotesi nel settore della **GENERAZIONE ELETTRICA** nello Scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **DEC**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Generazione totale	Crescita produzione elettrica	Produzione sufficiente a coprire il fabbisogno lordo regionale (incl. produzione di idrogeno)	
Energie rinnovabili	Realizzazione dei parchi eolici offshore di Ravenna e Rimini	Copertura del 100% dei consumi di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili entro il 2035	
Idrogeno	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @5%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @20%	Idrogeno in co-combustione con gas naturale in blending @50%
Gas naturale	Diminuzione della capacità installata doppia rispetto allo scenario a politiche correnti		
	-4,3% annuo	-16,2% annuo	-2,5% annuo
Carbone	n.a.	n.a.	n.a.
Nucleare	n.a.	n.a.	n.a.
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nell'industria)

Tabella 5– Principali ipotesi nel settore della GENERAZIONE ELETTRICA nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

3 Residenziale

3.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene presupposti comuni a tutti gli scenari di decarbonizzazione.

Ambito	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
<p>Politiche UE e nazionali</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Obiettivo della direttiva UE sulle prestazioni energetiche in edilizia per raggiungere un'elevata efficienza energetica e un patrimonio edilizio decarbonizzato entro il 2050 (per tutti gli edifici, il raggiungimento della classe energetica E al 2030 e classe energetica D al 2033) • Obiettivo indicativo di una quota di energia rinnovabile pari ad almeno il 49% per gli edifici nel 2030 (proposta di RED III) • Ruolo esemplare del settore pubblico attraverso l'obbligo di riduzione annuale dei consumi energetici dei propri edifici dell'1,9% e di ristrutturazione di almeno il 3% della superficie dei propri edifici ogni anno • Settore faro ("Renovate") del dispositivo dell'UE per la ripresa e la resilienza in materia di efficienza energetica negli edifici • Obiettivo del Renovation Wave di raddoppiare il tasso di riqualificazione energetica degli edifici entro il 2030 • Incentivi a livello nazionale per il rinnovamento degli apparecchi domestici, per nuovi regolamenti edilizi e incentivi e investimenti a favore di impianti termici puliti
<p>Politiche regionali</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Norme Tecniche di Attuazione del PAIR 2030: <ul style="list-style-type: none"> ○ Divieto² di realizzare nuovi impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse solide ○ Divieto³ di utilizzare impianti alimentati a biomasse solide per soddisfare i requisiti minimi di produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili negli edifici ○ Obbligo⁴ di mantenimento di 19 °C nelle abitazioni

Tabella 6 – Principali policy nel settore RESIDENZIALE negli Scenari di decarbonizzazione

Fonte: elaborazioni ART-ER su documenti Commissione europea e Regione Emilia-Romagna

² Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

³ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁴ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

3.2 Target per scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **EE+FER**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Più che raddoppio del tasso medio di riqualificazione energetica degli edifici esistenti		
	-	Tutti i nuovi edifici a zero emissioni	
	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 50% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 65% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 80% rispetto al livello del 2020
Elettrificazione e pompe di calore	~ 20% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 23% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 28% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici
Energie rinnovabili	~ 28% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 40% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 42% di FER termiche nel consumo degli edifici
Idrogeno	Non applicato	Non applicato	Non applicato

Tabella 7– Principali ipotesi nel settore RESIDENZIALE nello Scenario di decarbonizzazione EE+FER

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Raddoppio del tasso medio di riqualificazione energetica degli edifici esistenti		
	-	Tutti i nuovi edifici a zero emissioni	
	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 50% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 60% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 70% rispetto al livello del 2020
Elettrificazione e pompe di calore	~ 26% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 36% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 41% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici
Energie rinnovabili	~ 26% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 38% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 42% di FER termiche nel consumo degli edifici
Idrogeno	~ 0,2% di H ₂ nella domanda di riscaldamento	~ 0,8% di H ₂ nella domanda di riscaldamento	~ 1,4% di H ₂ nella domanda di riscaldamento

Tabella 8– Principali ipotesi nel settore RESIDENZIALE nello Scenario di decarbonizzazione ELE+H2

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **DEC**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Più che raddoppio del tasso medio di riqualificazione energetica degli edifici esistenti		
	-	Tutti i nuovi edifici a zero emissioni	
	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 50% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 65% rispetto al livello del 2020	Consumo dei nuovi edifici inferiore del 80% rispetto al livello del 2020
Elettrificazione e pompe di calore	~ 23% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 29% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici	~ 34% di elettricità e calore da pompe di calore nel consumo degli edifici
Energie rinnovabili	~ 23% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 31% di FER termiche nel consumo degli edifici	~ 32% di FER termiche nel consumo degli edifici
Idrogeno	Non applicato	Non applicato	Non applicato

Tabella 9– Principali ipotesi nel settore RESIDENZIALE nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

4 Industria e servizi

4.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene presupposti comuni a tutti gli scenari di decarbonizzazione.

Ambito	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
Politiche UE e nazionali	<ul style="list-style-type: none"> Riforma del sistema di scambio di quote di emissione (ETS) con incremento delle riduzioni annuali delle quote di emissione e del target complessivo al 2030 di riduzione delle emissioni EU ETS del 62% rispetto ai livelli del 2005 Innovation Fund dell'UE per il supporto alle energie rinnovabili, alle industrie ad alta intensità energetica, agli accumuli di energia e al CCUS
Politiche regionali	<ul style="list-style-type: none"> Norme Tecniche di Attuazione del PAIR 2030: <ul style="list-style-type: none"> Divieto⁵ di realizzare nuovi impianti di teleriscaldamento alimentati a biomasse solide Divieto⁶ di utilizzare impianti alimentati a biomasse solide per soddisfare i requisiti minimi di produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili negli edifici

Tabella 10 – Principali policy nei settori INDUSTRIA e SERVIZI negli Scenari di decarbonizzazione

Fonte: elaborazioni ART-ER su documenti Commissione europea e Regione Emilia-Romagna

4.2 Target per scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **EE+FER**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 28% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 31% di elettricità sul consumo finale totale	~ 33% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 26% di FER sul consumo finale totale	~ 45% di FER sul consumo finale totale	~ 56% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 0,3% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,8% di H ₂ nella domanda di calore	~ 1,2% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 45% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 24% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 12% di combustibili fossili sul consumo finale totale
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)

Tabella 11– Principali ipotesi nel settore INDUSTRIA nello Scenario di decarbonizzazione EE+FER

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

⁵ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

⁶ Nelle zone di Pianure Est, Pianura Ovest e nell'Agglomerato di Bologna

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 20% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 35% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 45% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 34% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 46% di elettricità sul consumo finale totale	~ 53% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 20% di FER sul consumo finale totale	~ 29% di FER sul consumo finale totale	~ 36% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 2% di H ₂ nella domanda di calore	~ 5% di H ₂ nella domanda di calore	~ 7% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 48% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 30% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 18% di combustibili fossili sul consumo finale totale
CCUS	Non prevista	Non prevista	Non prevista

Tabella 12– Principali ipotesi nel settore INDUSTRIA nello Scenario di decarbonizzazione ELE+H2

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **DEC**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 34% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 48% di elettricità sul consumo finale totale	~ 56% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 20% di FER sul consumo finale totale	~ 30% di FER sul consumo finale totale	~ 36% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 1,5% di H ₂ nella domanda di calore	~ 4,8% di H ₂ nella domanda di calore	~ 7,0% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 47% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 27% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 15% di combustibili fossili sul consumo finale totale
CCUS	Fino a 0,5 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 0,75 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)	Fino a 1,0 MtCO ₂ (incl. CCUS nella generazione elettrica)

Tabella 13– Principali ipotesi nel settore INDUSTRIA nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **EE+FER**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 34% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 35% di elettricità sul consumo finale totale	~ 35% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 33% di FER sul consumo finale totale	~ 50% di FER sul consumo finale totale	~ 58% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 0,3% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,7% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,9% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 33% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 16% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 7% di combustibili fossili sul consumo finale totale

Tabella 14– Principali ipotesi nel settore SERVIZI nello Scenario di decarbonizzazione EE+FER

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 20% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 35% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 45% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 36% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 38% di elettricità sul consumo finale totale	~ 37% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 30% di FER sul consumo finale totale	~ 43% di FER sul consumo finale totale	~ 52% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 1% di H ₂ nella domanda di calore	~ 3% di H ₂ nella domanda di calore	~ 6% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 34% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 19% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 11% di combustibili fossili sul consumo finale totale

Tabella 15– Principali ipotesi nel settore SERVIZI nello Scenario di decarbonizzazione ELE+H2

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **DEC**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
Efficienza	Intensità energetica inferiore del ~ 25% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 50% rispetto al livello del 2020	Intensità energetica inferiore del ~ 60% rispetto al livello del 2020
Elettricità	~ 35% di energia elettrica sul consumo finale totale	~ 38% di elettricità sul consumo finale totale	~ 38% di energia elettrica sul consumo finale totale
Energie rinnovabili	~ 32% di FER sul consumo finale totale	~ 46% di FER sul consumo finale totale	~ 54% di FER sul consumo finale totale
Idrogeno	~ 0,3% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,7% di H ₂ nella domanda di calore	~ 0,9% di H ₂ nella domanda di calore
Combustibili fossili	~ 33% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 16% di combustibili fossili sul consumo finale totale	~ 8% di combustibili fossili sul consumo finale totale

Tabella 16– Principali ipotesi nel settore SERVIZI nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

5 Trasporti

5.1 Presupposti trasversali a tutti gli scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene presupposti comuni a tutti gli scenari di decarbonizzazione.

Ambito	Politiche e misure considerate negli Scenari di decarbonizzazione
Politiche internazionali	<ul style="list-style-type: none"> • HDV: protocollo d'intesa globale sui veicoli medi e pesanti a zero emissioni tra 15 Paesi, mirata al 100% di vendite di autocarri e autobus nuovi a zero emissioni entro il 2040 • Strategia dell'Organizzazione marittima internazionale per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra del trasporto marittimo internazionale di almeno il 50% entro il 2050 rispetto al 2008
Politiche UE e nazionali	<ul style="list-style-type: none"> • Target della Direttiva RED II di coprire attraverso energia rinnovabile entro il 2030 almeno il 14% dell'energia consumata nel trasporto su strada e su rotaia • Pacchetto Fit for 55: <ul style="list-style-type: none"> ○ Riduzione delle emissioni medie delle nuove auto del 55% dal 2030 e del 100% dal 2035 rispetto ai livelli del 2021 ○ Nuovo regolamento sulla infrastruttura per i combustibili alternativi per accelerare lo sviluppo dell'infrastruttura di ricarica ○ ReFuelEU Aviation: obbligo di miscelazione del 63% di carburanti sostenibili per l'aviazione entro il 2050, con sub-obbligo di carburanti sintetici ○ FuelEU Maritime: target di riduzione dell'intensità media dei gas a effetto serra dei carburanti ad uso marittimo del 75% entro il 2050 rispetto ai livelli del 2020 ○ Obiettivo di riduzione del 13% dell'intensità dei gas a effetto serra nel settore dei trasporti entro il 2030 o di almeno il 29% di energia rinnovabile nel consumo finale di energia nel settore dei trasporti entro il 2030 • Revisione della direttiva sui veicoli puliti, compresi i requisiti minimi per gli appalti pubblici aggregati per gli autobus urbani a emissioni zero • Sostegno nei Piani nazionali di ripresa e resilienza degli Stati membri dell'UE alla mobilità verde, al trasporto ferroviario, ai veicoli elettrici e alle infrastrutture di ricarica
Politiche regionali	<ul style="list-style-type: none"> • Target PRIT al 2025: <ul style="list-style-type: none"> ○ share modale passeggeri TPL gomma e ferro: 12-13% ○ aumento passeggeri TPL gomma: +10% ○ aumento passeggeri TPL ferro: +50% ○ share modale mobilità ciclabile degli spostamenti urbani: 20% ○ share modale trasporto merci su ferro: 13% (aumento minimo delle merci movimentate su ferro del 30%) ○ riduzione del tasso di motorizzazione auto: 10% ○ quota minima di immatricolazioni auto elettriche: 20% ○ quota minima di immatricolazioni auto ibride a benzina: 15% ○ quota minima di immatricolazioni LDV elettrici: 25% ○ quota minima di immatricolazioni HDV elettrici: 10% ○ quota minima di immatricolazioni auto a metano: 20% ○ quota minima di immatricolazioni autobus a metano: 25% ○ quota minima di immatricolazioni LDV a metano: 25% ○ quota minima di immatricolazioni HDV a metano: 15% • Target PAIR al 2030: <ul style="list-style-type: none"> ○ aumento passeggeri TPL gomma rispetto al 2025: +10% ○ aumento passeggeri TPL ferro rispetto al 2025: +20% ○ aumento delle merci movimentate su ferro rispetto al 2025: 5%

Tabella 17 – Principali policy nel settore dei TRASPORTI negli Scenari di decarbonizzazione

Fonte: elaborazioni ART-ER su documenti IEA, Commissione europea e Regione Emilia-Romagna

5.2 Target per scenari di decarbonizzazione

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **EE+FER**.

2020 - 2030		2030 - 2040		2040 - 2050	
“Avoid”					
Smart working	Utilizzo dello smart working per il 5% degli spostamenti privati a partire dal 2025 e del 10% a partire dal 2030				
Riduzione degli spostamenti	Ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento dei veicoli				
	+10% riempimento medio	+20% riempimento medio	+30% riempimento medio		
“Shift”					
Shift modale	Maggiore incremento del trasporto pubblico				
“Improve”					
Tassi di rinnovo dei veicoli	Tassi di rinnovo dei veicoli analoghi a quelli dell'ultimo triennio (2019-2021)				
Autovetture	36% delle vendite di auto sono BEV e FCEV	Nessuna nuova vendita di auto con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV (2035)		100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV	
Veicoli commerciali leggeri	% di vendite di BEV e FCEV del 30% inferiori rispetto alle autovetture	Nessuna nuova vendita di LDV con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV (2035)		100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV	
Veicoli commerciali pesanti	% di vendite di BEV e FCEV tali da raggiungere circa il 2% del circolante	40% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV (2040)		60% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV	
Autobus	Tassi di rinnovo dei veicoli coerenti con una vita media di 8-9 anni				
	60% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV (2040)		100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV	
Motocicli	10% delle vendite di motocicli sono elettrici	50% delle vendite di motocicli sono elettrici		100% delle vendite di motocicli sono elettrici	
Biocarburanti	~ 30% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 60% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano		~ 90% miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	
	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 40% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione		~ 60% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	
	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 34% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione		~ 50% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	

Idrogeno e combustibili sintetici a base di idrogeno	~ 1% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 11% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 20% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 5% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 22% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 40% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione

Tabella 18 – Principali ipotesi nel settore dei TRASPORTI nello Scenario di decarbonizzazione EE+FER

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **ELE+H2**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
“Avoid”			
Smart working	Utilizzo dello smart working per il 2% degli spostamenti privati a partire dal 2025 e del 5% a partire dal 2030		
Riduzione degli spostamenti	Ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento dei veicoli		
	+5% riempimento medio	+10% riempimento medio	+15% riempimento medio
“Shift”			
Shift modale	Incremento del trasporto pubblico		
“Improve”			
Tassi di rinnovo dei veicoli	Tassi di rinnovo dei veicoli superiori del +50% a quelli dell'ultimo triennio (2019-2021)		
Autovetture	42,5% delle vendite di auto sono BEV e FCEV	Nessuna nuova vendita di auto con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali leggeri	% di vendite di BEV e FCEV del 30% inferiori rispetto alle autovetture	Nessuna nuova vendita di LDV con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali pesanti	% di vendite di BEV e FCEV tali da raggiungere circa il 4% del circolante	100% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV
Autobus	Tassi di rinnovo dei veicoli coerenti con una vita media di 8-9 anni		
	60% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV
Motocicli	10% delle vendite di motocicli sono elettrici	50% delle vendite di motocicli sono elettrici	100% delle vendite di motocicli sono elettrici
Biocarburanti	~ 13% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 26% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 41% miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano
	~ 16% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 31% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 45% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione

	~ 7% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 14% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 21% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione
Idrogeno e combustibili sintetici a base di idrogeno	~ 2% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 18% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 33% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 10% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 36% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 63% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione

Tabella 19 – Principali ipotesi nel settore dei TRASPORTI nello Scenario di decarbonizzazione ELE+H2

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

La seguente tabella contiene i target per lo scenario di decarbonizzazione **DEC**.

	2020 - 2030	2030 - 2040	2040 - 2050
“Avoid”			
Smart working	Utilizzo dello smart working per il 5% degli spostamenti privati a partire dal 2025 e del 10% a partire dal 2030		
Riduzione degli spostamenti	Ottimizzazione degli spostamenti grazie ad un maggiore sfruttamento dei veicoli		
	+10% riempimento medio	+20% riempimento medio	+30% riempimento medio
“Shift”			
Shift modale	Maggiore incremento del trasporto pubblico		
“Improve”			
Tassi di rinnovo dei veicoli	Tassi di rinnovo dei veicoli analoghi a quelli dell'ultimo triennio (2019-2021)		
Autovetture	36% delle vendite di auto sono BEV e FCEV	Nessuna nuova vendita di auto con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di auto sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali leggeri	% di vendite di BEV e FCEV del 30% inferiori rispetto alle autovetture	Nessuna nuova vendita di LDV con motore a combustione interna e il 100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV (2035)	100% delle vendite di LDV sono BEV e FCEV
Veicoli commerciali pesanti	% di vendite di BEV e FCEV tali da raggiungere circa il 2% del circolante	100% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di HDV sono BEV e FCEV
Autobus	Tassi di rinnovo dei veicoli coerenti con una vita media di 8-9 anni		
	60% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV (2040)	100% delle vendite di autobus sono BEV e FCEV
Motocicli	10% delle vendite di motocicli sono elettrici	50% delle vendite di motocicli sono elettrici	100% delle vendite di motocicli sono elettrici
Biocarburanti	~ 25% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 45% di miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano	~ 70% miscelazione di biocarburanti nei prodotti petroliferi e nel metano

	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 40% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 60% di biocarburanti nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 20% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 34% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 50% di biocarburanti nel consumo totale di energia per la navigazione
Idrogeno e combustibili sintetici a base di idrogeno	~ 1% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 11% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione	~ 20% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per l'aviazione
	~ 5% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 22% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione	~ 40% di carburanti sintetici a base di idrogeno nel consumo totale di energia per la navigazione

Tabella 20 – Principali ipotesi nel settore dei TRASPORTI nello Scenario di decarbonizzazione DEC

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati IEA e Commissione europea

Allegato 4.1

Scenari di decarbonizzazione EE+FER: risultati al 2050

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna
 Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Valori assoluti (ktCO ₂ eq)						Variazione rispetto alla baseline (%)				
			Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Scenario energetico settore «produzione elettrica e calore»	7.442	4.854	3.337	1.218	897	982	-35%	-55%	-84%	-88%	-87%
	MS2 - Combustione non industriale	Scenario energetico settore «residenziale»	4.789	3.457	2.693	2.096	1.623	1.244	-28%	-44%	-56%	-66%	-74%
		Scenario energetico settore «commercio e servizi pubblici»	2.553	1.380	937	632	490	384	-46%	-63%	-75%	-81%	-85%
	MS3 - Combustione industriale	Scenario energetico settore «industria»	6.980	3.823	2.576	1.714	1.326	1.041	-45%	-63%	-75%	-81%	-85%
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Scenario energetico settore «produzione idrocarburi»	479	68	54	44	29	14	-86%	-89%	-91%	-94%	-97%
	MS7 - Trasporto su strada	Scenario energetico settore «trasporto su strada»	10.865	4.826	3.297	2.039	1.079	393	-56%	-70%	-81%	-90%	-96%
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Scenario energetico settore «trasporto ferroviario»	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
		Scenario energetico settore «trasporto aereo»	71	23	19	16	12	7	-68%	-73%	-77%	-83%	-90%
Scenario energetico settore «trasporto marittimo»		162	99	78	56	33	11	-39%	-52%	-65%	-79%	-93%	
Scenari energetici settori «agricoltura e foreste» e «pesca» (per CO ₂)		898	714	554	392	306	229	-20%	-38%	-56%	-66%	-74%	
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	Scenario di attività dei settori industriali coinvolti	1.506	825	556	370	286	225	-45%	-63%	-75%	-81%	-85%
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS6 - Uso di solventi	Scenario di consumo fertilizzanti e di evoluzione del numero di capi (per CH ₄ e N ₂ O)	3.129	2.410	2.292	2.173	2.055	1.936	-23%	-27%	-31%	-34%	-38%
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	Scenario di evoluzione dell'uso del suolo	-1.900	-5.406	-5.093	-5.382	-5.651	-6.002	185%	168%	183%	197%	216%
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-50%	-60%	-67%	-74%	-77%
ALTRIO	-	Scenario di emissioni indirette da depositi di azoto da fonti non agricole											
Totale (inclusi assorbimenti)			39.549	18.367	12.325	6.205	3.167	1.067	-54%	-69%	-84%	-92%	-97%
Totale (esclusi assorbimenti)			41.449	23.773	17.419	11.587	8.818	7.069	-43%	-58%	-72%	-79%	-83%
di cui ETS			12.328	7.373	5.023	2.506	1.501	1.724	-40%	-59%	-80%	-85%	-86%
on Capture, Utilisation and Storage (CCUS)			0	500	625	750	875	1.000					
Totale (incl. assorbimenti e CCUS)			39.549	17.867	11.700	5.455	2.292	67	-55%	-70%	-86%	-94%	-100%

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - ENERGY

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Settore bilancio energetico Eurostat/ARPAE	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Electricity & heat generation	CO ₂ (kt)	7.328	4.612	3.105	1.038	724	812	-89%	
			CH ₄ (t)	328	3.242	3.457	3.047	3.012	2.924	791%	
			N ₂ O (t)	394	569	510	358	336	333	-15%	
			CO₂eq (kt)	7.442	4.854	3.337	1.218	897	982	-87%	
	MS2 - Combustione non industriale	Households	CO ₂ (kt)	4.601	3.181	2.445	1.880	1.442	1.100	-76%	
			CH ₄ (t)	3.159	6.406	6.031	5.404	4.604	3.698	17%	
			N ₂ O (t)	376	363	299	244	196	153	-59%	
			CO₂eq (kt)	4.789	3.457	2.693	2.096	1.623	1.244	-74%	
		Commercial & public services	CO ₂ (kt)	2.423	1.318	865	555	400	285	-88%	
			CH ₄ (t)	2.338	1.326	1.807	2.094	2.536	2.861	22%	
			N ₂ O (t)	245	96	81	70	71	71	-71%	
			CO₂eq (kt)	2.553	1.380	937	632	490	384	-85%	
	MS3 - Combustione industriale	Industry sector	CO ₂ (kt)	6.870	3.678	2.400	1.523	1.103	795	-88%	
			CH ₄ (t)	275	2.528	4.081	4.973	6.171	7.007	2451%	
			CO₂eq (kt)	6.980	3.823	2.576	1.714	1.326	1.041	-85%	
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Primary production	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-	
			CH ₄ (t)	17.113	2.445	1.944	1.572	1.030	488	-97%	
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-	
			CO₂eq (kt)	479	68	54	44	29	14	-97%	
	MS7 - Trasporto su strada	Transport sector - Road	CO ₂ (kt)	10.661	4.759	3.240	1.991	1.040	361	-97%	
			CH ₄ (t)	520	609	548	495	436	379	-27%	
			N ₂ O (t)	714	188	158	129	104	83	-88%	
			CO₂eq (kt)	10.865	4.826	3.297	2.039	1.079	393	-96%	
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Transport sector - Rail	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-	
			CH ₄ (t)	0	0	0	0	0	0	-	
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-	
			CO₂eq (kt)	0	0	0	0	0	0	-	
		Transport sector - Domestic aviation	CO ₂ (kt)	71	20	17	13	9	5	-94%	
			CH ₄ (t)	0	1	1	1	1	1	-	
			CO₂eq (kt)	71	23	19	16	12	7	-90%	
		Transport sector - Domestic navigation	CO ₂ (kt)	162	87	67	47	25	4	-97%	
			CH ₄ (t)	0	35	31	26	22	18	-	
			CO₂eq (kt)	162	99	78	56	33	11	-93%	
Agriculture and forestry & Fishing		CO ₂ (kt)	797	700	538	374	283	203	-75%		
		CH ₄ (t)	213	192	304	423	595	744	249%		
	N ₂ O (t)	358	33	28	24	24	23	-94%			
	CO₂eq (kt)	898	714	554	392	306	229	-74%			
Totale	Totale	Totale	CO ₂ (kt)	32.913	18.355	12.676	7.421	5.026	3.564	-89%	
			CH ₄ (t)	23.946	16.783	18.203	18.034	18.408	18.121	-24%	
			N ₂ O (t)	2.470	1.579	1.354	1.061	958	883	-64%	
			CO₂eq (kt)	34.238	19.244	13.545	8.207	5.795	4.305	-87%	
di cui ETS			CO ₂ (kt)	12.272	7.342	5.002	2.492	1.890	1.715	-86%	
LULU, Utilisation and Storage (CCUS)			CO ₂ (kt)	0	500	625	750	875	1.000	-	
Totale (incl. CCUS)			CO₂eq (kt)	34.238	18.744	12.920	7.457	4.920	3.305	-90%	

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - IPPU

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ (kt)	1.505							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CH ₄ (t)	20							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	N ₂ O (t)	1							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ eq (kt)	1.506	825	556	370	286	225		
MS6 - Uso di solventi										
Totale	Totale	CO ₂ (kt)	1.505							
		CH ₄ (t)	20							
		N ₂ O (t)	1							
		CO ₂ eq (kt)	1.506	825	556	370	286	225	-85%	
<i>di cui ETS</i>		CO ₂ eq (kt)	49	27	18	12	9	7	-85%	

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - WASTE

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	CO ₂ (kt)	1.266	600	556	512	467	423	-67%	
			CH ₄ (t)	46.017	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796	-87%	
			N ₂ O (t)	80	71	71	70	70	69	-14%	
			CO ₂ eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
Totale	Totale		CO ₂ (kt)	1.266							
			CH ₄ (t)	46.017							
			N ₂ O (t)	80							
			CO ₂ eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
<i>di cui ETS</i>			CO ₂ eq (kt)	7	4	3	2	2	2	-77%	

Allegato 4.2

Scenari di decarbonizzazione ELE+H2: risultati al 2050

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna
 Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Metodologia di stima delle emissioni GHG	Valori assoluti (ktCO ₂ eq)					Variazione rispetto alla baseline (%)					
			Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	2030	2035	2040	2045	2050
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazioni di combustibili	Scenario energetico settore « produzione elettrica e calore »	7.442	4.642	3.090	936	580	629	-38%	-58%	-87%	-92%	-92%
	MS2 - Combustione non industriale	Scenario energetico settore « residenziale »	4.789	3.428	2.644	2.038	1.565	1.195	-28%	-45%	-57%	-67%	-75%
		Scenario energetico settore « commercio e servizi pubblici »	2.553	1.461	1.072	802	623	489	-43%	-58%	-69%	-76%	-81%
	MS3 - Combustione industriale	Scenario energetico settore « industria »	6.980	4.010	2.875	2.074	1.559	1.178	-43%	-59%	-70%	-78%	-83%
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Scenario energetico settore « produzione idrocarburi »	479	68	54	44	29	14	-86%	-89%	-91%	-94%	-97%
	MS7 - Trasporto su strada	Scenario energetico settore « trasporto su strada »	10.865	5.963	4.424	3.057	2.020	1.340	-45%	-59%	-72%	-81%	-88%
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Scenario energetico settore « trasporto ferroviario »	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
		Scenario energetico settore « trasporto aereo »	71	24	20	17	12	7	-67%	-72%	-76%	-82%	-90%
Scenario energetici settori « agricoltura e foreste » (per CO ₂) e « pesca »		162	107	85	62	38	15	-34%	-47%	-61%	-76%	-91%	
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	Scenario di attività dei settori industriali coinvolti	1.506	865	620	448	336	254	-43%	-59%	-70%	-78%	-83%
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS10 - Agricoltura	Scenario di consumo fertilizzanti e di evoluzione del numero di capi (per CH ₄ e N ₂ O)	3.129	2.410	2.292	2.173	2.055	1.936	-23%	-27%	-31%	-34%	-38%
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	Scenario di evoluzione dell' uso del suolo	-1.900	-5.406	-5.093	-5.382	-5.651	-6.002	185%	168%	183%	197%	216%
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	Scenario di gestione rifiuti per tipologia merceologica e modalità di recupero/smaltimento	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-50%	-60%	-67%	-74%	-77%
ALTRO	-	Scenario di emissioni indirette da depositi di azoto da tonni non agricole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale (inclusi assorbimenti)			39.549	19.583	13.668	7.510	4.143	1.872	-50%	-65%	-81%	-90%	-95%
Totale (esclusi assorbimenti)			41.449	24.989	18.761	12.892	9.794	7.874	-40%	-55%	-69%	-76%	-81%
<i>di cui ETS</i>			<i>12.328</i>	<i>7.358</i>	<i>5.077</i>	<i>2.584</i>	<i>1.839</i>	<i>1.548</i>	<i>-40%</i>	<i>-59%</i>	<i>-79%</i>	<i>-85%</i>	<i>-87%</i>

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - ENERGY

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Settore bilancio energetico Eurostat/ARPAE	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note	
ENERGIA (ENERGY)	MS1 - Produzione di energia e trasformazione di combustibili	Electricity & heat generation	CO ₂ (kt)	7.328	4.404	2.862	760	411	464	-94%		
			CH ₄ (t)	328	3.232	3.446	3.035	2.998	2.908	786%		
			N ₂ O (t)	394	558	497	343	319	314	-20%		
			CO₂eq (kt)	7.442	4.642	3.090	936	580	629	-92%		
	MS2 - Combustione non industriale	Households	CO ₂ (kt)	4.601	3.192	2.453	1.886	1.447	1.104	-76%		
			CH ₄ (t)	3.159	5.232	4.294	3.456	2.723	2.098	-34%		
			N ₂ O (t)	376	340	266	207	160	122	-68%		
			CO₂eq (kt)	4.789	3.428	2.644	2.038	1.565	1.195	-75%		
		Commercial & public services	CO ₂ (kt)	2.423	1.414	1.027	758	578	444	-82%		
			CH ₄ (t)	2.338	814	917	1.004	1.100	1.177	-50%		
			N ₂ O (t)	245	91	72	60	52	47	-81%		
			CO₂eq (kt)	2.553	1.461	1.072	802	623	489	-81%		
	MS3 - Combustione industriale	Industry sector	CO ₂ (kt)	6.870	3.918	2.794	1.999	1.487	1.107	-84%		
			CH ₄ (t)	275	803	1.064	1.253	1.434	1.569	471%		
			N ₂ O (t)	384	262	197	150	122	100	-74%		
			CO₂eq (kt)	6.980	4.010	2.875	2.074	1.559	1.178	-83%		
	MS5 - Estrazione e distribuzione di combustibili	Primary production	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
			CH ₄ (t)	17.113	2.445	1.944	1.572	1.030	488	-97%		
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			CO₂eq (kt)	479	68	54	44	29	14	-97%		
	MS7 - Trasporto su strada	Transport sector - Road	CO ₂ (kt)	10.661	5.895	4.370	3.017	1.991	1.319	-88%		
			CH ₄ (t)	520	637	520	403	301	222	-57%		
			N ₂ O (t)	714	188	147	108	78	57	-92%		
			CO₂eq (kt)	10.865	5.963	4.424	3.057	2.020	1.340	-88%		
	MS8 - Altre sorgenti mobili e macchinari	Transport sector - Rail	CO ₂ (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
			CH ₄ (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			N ₂ O (t)	0	0	0	0	0	0	-		
			CO₂eq (kt)	0	0	0	0	0	0	-		
		Transport sector - Domestic aviation	CO ₂ (kt)	71	21	17	14	10	5	-93%		
			CH ₄ (t)	0	1	1	1	1	1	-		
			N ₂ O (t)	0	10	10	10	9	8	-		
			CO₂eq (kt)	71	24	20	17	12	7	-90%		
		Transport sector - Domestic navigation	CO ₂ (kt)	162	97	76	55	33	11	-93%		
			CH ₄ (t)	0	33	28	23	17	12	-		
			N ₂ O (t)	0	37	31	25	19	12	-		
			CO₂eq (kt)	162	107	85	62	38	15	-91%		
		Agriculture and forestry & Fishing	CO ₂ (kt)	797	703	547	394	285	206	-74%		
			CH ₄ (t)	213	135	167	179	192	201	-6%		
			N ₂ O (t)	358	32	26	20	16	13	-96%		
			CO₂eq (kt)	898	716	559	404	294	215	-76%		
	Totale	Totale	Totale	CO ₂ (kt)	32.913	19.644	14.146	8.884	6.241	4.660	-86%	
				CH ₄ (t)	23.946	13.332	12.381	10.927	9.797	8.677	-64%	
N ₂ O (t)				2.470	1.519	1.246	923	774	673	-73%		
CO₂eq (kt)				34.238	20.419	14.823	9.434	6.721	5.081	-85%		
<i>di cui ETS</i>												
			CO ₂ eq (kt)	12.272	7.326	5.054	2.567	1.826	1.538	-87%		

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - IPPU

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
PROCESSI INDUSTRIALI E USO DI PRODOTTI (IPPU)	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ (kt)	1.505							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CH ₄ (t)	20							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	N ₂ O (t)	1							
	MS6 - Uso di solventi									
	MS4 - Processi produttivi	CO ₂ eq (kt)	1.506	865	620	448	336	254		
MS6 - Uso di solventi										
Totale	Totale	CO ₂ (kt)	1.505							
		CH ₄ (t)	20							
		N ₂ O (t)	1							
		CO ₂ eq (kt)	1.506	865	620	448	336	254	-83%	
<i>di cui ETS</i>		CO ₂ eq (kt)	49	28	20	15	11	8	-83%	

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - AFOLU

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
AGRICOLTURA, FORESTA E ALTRI USI DEL SUOLO (AFOLU)	MS10 - Agricoltura	CO ₂ (kt)	0	20	19	17	16	14	-	
		CH ₄ (t)	76.883	69.474	66.419	63.363	60.308	57.239	-26%	
		N ₂ O (t)	3.685	1.679	1.560	1.442	1.323	1.204	-67%	
		CO₂eq (kt)	3.129	2.410	2.292	2.173	2.055	1.936	-38%	
	MS11 - Altre sorgenti e assorbimenti	CO ₂ (kt)	-2.344	-5.471	-5.158	-5.447	-5.716	-6.067	-	
		CH ₄ (t)	12.095	2.132	2.132	2.132	2.132	2.132	-82%	
		N ₂ O (t)	399	19	19	19	19	19	-95%	
		CO₂eq (kt)	-1.900	-5.406	-5.093	-5.382	-5.651	-6.002	216%	
Totale	Totale	CO ₂ (kt)	-2.344	-5.450	-5.689	-5.815	-5.888	-6.012	-	
		CH ₄ (t)	88.978	61.246	60.150	59.054	57.957	56.861	-36%	
		N ₂ O (t)	4.084	1.698	1.579	1.461	1.342	1.223	-70%	
		CO₂eq (kt)	1.230	-3.290	-3.602	-3.800	-3.946	-4.143	-437%	
<i>di cui ETS</i>		CO ₂ eq (kt)	0	0	0	0	0	-		

Quadro scenari emissivi GHG per l'Emilia-Romagna - WASTE

Aggiornamento Marzo 2024 - Rev.0

Settore IPCC	Macrosettore CORINAIR	Gas ad effetto serra	Baseline (2019)	2030	2035	2040	2045	2050	Var. % rispetto al 2019	Note
RIFIUTI (WASTE)	MS9 - Trattamento e smaltimento rifiuti	CO ₂ (kt)	1.266	600	556	512	467	423	-67%	
		CH ₄ (t)	46.017	24.124	16.118	10.961	6.981	5.796	-87%	
		N ₂ O (t)	80	71	71	70	70	69	-14%	
		CO₂eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
Totale	Totale	CO ₂ (kt)	1.266							
		CH ₄ (t)	46.017							
		N ₂ O (t)	80							
		CO₂eq (kt)	2.575	1.294	1.026	837	681	604	-77%	
<i>di cui ETS</i>		CO ₂ eq (kt)	7	4	3	2	2	2	-77%	



ALLEGATO 5

Metodologie utilizzate per il settore agricoltura, foreste e altri usi del suolo (AFOLU)

Rev. 11 di Marzo 2024

La categoria Foreste

Metodologia per il calcolo dell'assorbimento di carbonio per la categoria foreste

(fonte dati: Uso del suolo 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

Il patrimonio forestale è sicuramente il player che contribuisce in più larga misura agli assorbimenti di carbonio. Le foreste contribuiscono ad immagazzinare carbonio sia nella biomassa viva, sia in quella morta che nella lettiera sia nel suolo in forma di sostanza organica che trova tenori decisamente maggiori rispetto a quella dei suoli agricoli. Inoltre le foreste sono custodi di un importante stock di carbonio che deve essere preservato evitando esagerati prelievi e preservando i boschi dal pericolo degli incendi.

La metodologia su cui si basa il calcolo è quella utilizzata da ISPRA per gli scenari emissivi annuali che riprende a sua volta l'approccio Tier 1 proposto da IPCC.

In particolare, la presente analisi adotta l'approccio IPCC descritto all'interno del lavoro di tesi dal titolo "Il bilancio del carbonio della Provincia di Parma: applicazione del metodo IPCC" del Dr. Andrea Andreoli dell'Università di Parma (relatore: Prof. Alessandro Petraglia, Anno Accademico 2020-2021).

Va quindi analizzata la superficie forestale distinguendola in due categorie, cioè quella costituita dalle foreste adulte dalla superficie occupata dalle foreste in evoluzione.

La superficie boschiva adulta può essere considerata, in prima approssimazione, un sistema in equilibrio con il suolo, per cui si suppone che materia organica morta, lettiera e suolo abbiano raggiunto un equilibrio e che l'unico contributo viene quindi fornito dalle biomasse vive che gli alberi producono annualmente.

In questo caso viene effettuato un bilancio (ΔC_g) tra carbonio guadagnato attraverso l'allocatione della biomassa nel legno (ΔC_g) meno le perdite dovute fattori come il taglio e gli incendi (ΔC_i).

In termini di equazioni quindi si effettua una differenza per definire il budget di carbonio

$$\Delta C_b = \Delta C_g - \Delta C_i;$$

La componente di guadagno ΔC_g viene determinata come la somma dei contributi delle diverse specie arboree.

Per ogni specie arborea di cui si hanno i dati a disposizione si calcola innanzitutto l'incremento di biomassa per ettaro:

$$GTOT_i = I_v \cdot BCEF_i \cdot (1+R);$$

dove:

- $GTOT_i$ = crescita media annua della biomassa della specie I (t sostanza secca ha-1 anno-1);
- I_v = incremento netto medio annuo per specie vegetale (m3 ha-1 anno-1). Dato ricavato dall'Inventario Nazionale Forestale 2005;
- $BCEF_i$ = fattore di conversione ed espansione della biomassa (biomass conversion and expansion factor, BCEF) per specie vegetale utilizzato per stimare la biomassa epigea totale a partire dal volume di fusto e rami grossi (t biomassa epigea m-3 di incremento). Parametro ricavato dalle guidelines IPCC 2006;
- R = rapporto tra biomassa ipogea ed epigea per specie vegetale (t biomassa ipogea / t biomassa epigea). Parametro ricavato dalle guidelines IPCC 2006.

Per il computo totale del guadagno di carbonio è stata adottata la seguente equazione:

$$\Delta C_g = \sum_i (A_i \cdot GTOT_i \cdot CF_i);$$

dove:

- ΔC_g = incremento annuale della biomassa per tipologia di specie (t C anno-1);
- A_i = area della tipologia forestale (ha). Valori ricavati dalla carta di Uso del Suolo 2017 della Regione Emilia-Romagna;
- $GTOT_i$ = crescita media annua della biomassa totale (t sostanza secca ha-1 anno-1);

- CF_i = frazione di carbonio nella sostanza secca (t C / t sostanza secca). Parametro ricavato dalle guidelines IPCC 2006;
- i = specie forestale.

Le categorie di specie forestale che vengono considerate sono state ricavate dal quarto livello (massimo dettaglio) della carta di Uso di Suolo 2017 delle Regione Emilia-Romagna. Le categorie prese in considerazione sono:

1. 3.1.1.1 Boschi a prevalenza di faggi;
2. 3.1.1.2 Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni;
3. 3.1.1.3 Boschi a prevalenza di salici e pioppi;
4. 3.1.1.4 Boschi planiziali a prevalenza di farnie e frassini;
5. 3.1.1.5 Castagneti da frutto;
6. 3.1.1.6 Boscaglie ruderali;
7. 3.1.2.0 Boschi di conifere;
8. 3.1.2.1 Boschi misti di conifere e latifoglie;
9. 3.2.2.0 Cespuglieti e arbusteti;

Per quanto riguarda la vegetazione in evoluzione, cioè quel bosco giovane che IPCC considera inferiore ai 20 anni di età, abbiamo considerato l'approccio adottato da ISPRA per l'inventario nazionale delle emissioni, basato sui criteri IPCC Tier 1 2006.

Per ogni porzione di bosco giovane è definito un incremento di carbonio di default per ettaro sia per la biomassa viva, sia per quella morta, sia per la lettiera e sia per il suolo.

Gli ettari di bosco in evoluzione sono stati ricavati dalla carta di Uso del Suolo 2017 considerando il livello di dettaglio 3 alla categoria 3.2.3 Aree a vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione. La moltiplicazione fra gli ettari ed i valori di default forniscono la stima di carbonio accumulato in questo frangente.

Metodologia per il calcolo delle emissioni e di perdita di carbonio per la categoria foreste

Per quanto riguarda il computo delle perdite di carbonio sono stati valutati i tagli e gli incendi. Inoltre è stato considerato anche il tasso di mortalità posto pari all' 1.16% (ISPRA).

Per la stima di perdita di biomassa da incendi si utilizza la seguente equazione (IPCC 2006)

$$L_{\text{disturbance}} = A_{\text{disturbance}} \cdot BW \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot f_d;$$

dove:

- $L_{\text{disturbance}}$ è la quantità di C annuo perso a causa della rimozione della biomassa, t C (anno)⁻¹;
- $A_{\text{disturbance}}$ è l'area colpita da incendio con utilizzazioni forestali, ha. Il dato è stato fornito sotto forma di mappa dalla Regione Emilia-Romagna (dati dal 2017 al 2021 provenienti dalla banca dati regionale proveniente dal Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna) e incrociandolo con la carta di uso del suolo 2017 sono stati ricavati gli ettari bruciati appartenenti a ciascuna specie forestale;
- BW è la biomassa disponibile per la combustione, t s.s. ha⁻¹. Parametro ricavato da INFC 2005;
- R è il rapporto tra biomassa ipogea ed epigea per specie vegetale, t biomassa ipogea s.s. (t biomassa epigea s.s.)⁻¹. Parametro ricavato dalle guidelines IPCC 2006;
- CF è la frazione di carbonio nella sostanza secca, t C (t s.s.)⁻¹. Parametro ricavato dalle guidelines IPCC 2006;
- f_d è la frazione della biomassa persa, che è stata posta al 100% per un calcolo prudenziale.

$$\Delta CL_{\text{wood-removals}} = Q \cdot CF$$

dove:

- $CL_{\text{wood-removals}}$ è la quantità di C annuo perso a causa della rimozione della biomassa, t C anno⁻¹;

- Q è la biomassa delle utilizzazioni forestali, t s.s. anno-1. Valore ricavato dai dati mediati per le stagioni dal 2017 al 2021 provenienti dalla banca dati regionale proveniente dal Servizio Aree Protette, Foreste e Sviluppo della Montagna (Regione Emilia-Romagna, 2021);

Il dato di utilizzazione si riferisce alle concessioni di taglio che non vengono sfruttate completamente. Abbiamo stimato che per ogni anno solo il 75% delle utilizzazioni sia effettivamente tagliato nel giro di due anni.

- CF è la frazione di carbonio nella sostanza secca, t C (t s.s.)-1.

Metodologia per il calcolo delle emissioni di CH4 e N2O per la categoria foreste

Gas climalteranti diversi da CO2 sono prodotti in ambito forestale prevalentemente a causa degli incendi che coinvolgono il nostro patrimonio boschivo. Per determinare l'ammontare di metano e protossido di azoto sono state seguite le linee guida di IPCC 2006. L'idea è quella di determinare per ogni tipologia di bosco una perdita di stock di biomassa. La perdita di stock di biomassa è stata stimata conoscendo gli ettari di bosco persi tramite i dati dei Carabinieri Forestali forniti dalla Regione. Di questa, una frazione calcolata attraverso un fattore di conversione, diventa CH4 e N2O allo stato gassoso.

La categoria Praterie

Metodologia per il calcolo del sequestro di carbonio dei prati e della vegetazione erbacea perenne

(fonte dati: Uso del suolo 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

In questo ambito abbiamo preso in considerazione i prati e la vegetazione erbacea perenne.

L'approccio utilizzato per la stima è quello dell'inventario 2021 delle emissioni di ISPRA, redatto seguendo IPCC 2006.

Abbiamo considerato in questa sezione le categorie di Uso del suolo 2.3.1 Prati stabili, 3.2.1 Praterie e brughiere di alta quota, 5.1.1.2 Alvei di fiumi con vegetazione abbondante.

Per ognuna di queste categorie è stato estratto dall'inventario ISPRA 2019 un valore di guadagno per ettaro di biomassa viva, lettiera e suolo.

Il computo risulta una moltiplicazione di ogni fattore (biomassa, lettiera o suolo) per il numero di ettari corrispondente alla categoria di uso del suolo in considerazione.

Secondo la metodologia IPCC vengono applicati parametri di contabilizzazione del carbonio diversi a seconda del tipo di gestione dei prati stabili: improved grassland (organic) e managed grazing land (not organic).

I dati relativi alla superficie a gestione biologica relativa dei prati stabili sono stati derivati da SINAB (Sistema di Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica) per il 2019.

La categoria Terreni coltivati

Metodologia per il calcolo del sequestro di carbonio per la categoria terreni coltivati

In questo ambito sono inclusi diverse voci che compongono il bilancio del carbonio.

Bisogna innanzitutto distinguere tra colture arboree e seminativi. Inoltre seguendo le indicazioni del refinement IPCC 2019 per il settore AFOLU è stato fatto un computo separato per l'arboricoltura da legno.

Per i seminativi viene considerato solamente la variazione in carbonio del suolo, mentre per l'arboricoltura da frutto e da legno il computo avviene anche sulle biomasse.

Variazione di carbonio in biomassa in frutteti e vigneti

(fonte dati: Uso del suolo 2014 vs 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

Le colture permanenti arboree oltre che limitare se non accrescere il carbonio presente nel suolo, riescono a dare un contributo in termini di carbonio dovuto alla biomassa. La biomassa accumulata per ettaro è inferiore a quella di una specie forestale poiché queste piante allocano buona parte dei fotosintetati nel frutto. Inoltre queste piante sono soggette a potatura il che diminuisce sensibilmente la percentuale di biomassa che si incrementa annualmente.

Per la valutazione dell'incremento annuale di carbonio nei frutteti e nei vigneti abbiamo adottato l'approccio delle guidelines IPCC 2006, in cui si attribuisce un valore di accrescimento ponderale per specie arborea e un tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni. I parametri per l'accrescimento sono stati presi da ISMEA 2017 in cui si considera un valore di biomassa accumulato già decurtato della frazione che viene sottratta per le potature.

Inoltre, analizzando il confronto delle ultime due carte di uso del suolo, abbiamo considerato gli ettari di impianti dismessi come biomassa effettivamente persa.

Variatione di carbonio in biomassa nell'arboricoltura da legno

(fonte dati: Uso del suolo 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

L'arboricoltura da legno è stata trattata come da procedura descritta in nel refinement IPCC per il settore AFOLU del 2019.

I dati di superfici dedicate all'arboricoltura da legno sono tratti dalla carta di uso del suolo 2017 nel quale si trovano due distinte categorie al livello 4 di dettaglio, cioè 2.2.4.1 Pioppeti colturali e 2.2.4.2 Altre colture da legno.

Ai pioppeti sono stati assegnati i valori di default della short rotation forestry che includono una intensa produzione di biomassa e un ciclo colturale breve di 4 anni. Al contrario per gli altri impianti arborei abbiamo preso come default il noce con ciclo colturale di 80 anni.

In sintesi in termini matematici avremo un valore di bilancio di carbonio pari a:

$$C_{\text{biomass_agroforestry}} = \sum A_i I_i / \text{anni}_{\text{rot}} S_i - A_{\text{dismiss}} S_i$$

A_i area coltivata dalla coltura i

I_i è l'incremento annuale della coltura i

S_i è lo stock di carbonio a fine ciclo

anni_{rot} sono gli anni di durata del ciclo colturale della coltivazione i

A_{dismiss} è la superficie dismessa della coltura i

A_{dismiss} è valutato comparando le mappe di uso del suolo delle annate 2017 e 2014, cioè le più recenti.

Variatione di carbonio nel suolo agricolo

(fonte dati: Uso del suolo 2014 vs 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

La variazione di carbonio nel suolo è stata valutata secondo la metodologia proposta da ISPRA per l'inventario emissioni 2020. L'idea è quella di stimare lo stock di carbonio in due anni diversi e determinare il gradiente tra questi diviso per il numero di anni intercorsi. In questo modo si determina la variazione annuale. La variazione di carbonio dipende dalla variazione di gestione dei campi. Con i dati a nostra disposizione condivisi dall'assessorato all'Agricoltura abbiamo condotto l'analisi distinguendo tra le diverse gestioni.

Lo stesso sistema è adottato sia per le colture arboree che per i seminativi.

Abbiamo quindi analizzato le mappe degli stock di carbonio dei suoli e, confrontando questa mappa con quella di uso del suolo dal 2014 e del 2017 abbiamo stimato lo stock di carbonio per queste due annate divise per:

- 1) provincia (le 9 province regionali, a seguire parametro a);
- 2) altimetria (pianura sotto i 300 m, colli fra i 300 m e i 600 m e montagna oltre i 600 m, a seguire parametro b);
- 3) gestione arborea o erbacea (a seguire parametro c)

In questo modo abbiamo calcolato lo stock per ettaro e la superficie delle suddette 54 categorie con la seguente equazione:

$$DC = (C_{2017} - C_{2014}) / (2017 - 2014);$$

Inoltre per ognuna delle province avevamo a disposizione la suddivisione in gestione convenzionale, integrata e biologica.

$$C_{2017} = \sum_a \sum_b \sum_c C_{2017}(a,b,c)$$

dove $C_{2017}(a,b,c)$ risulta

$$C_{2017}(a,b,c) = C_{ref}(a,b,c) [k_{conv}(c) A_{conv}(2017) + k_{int}(c) A_{int}(2017) + k_{bio}(c) A_{bio}(2017)]$$

analogo il calcolo per il 2014

$$C_{2014}(a,b,c) = C_{ref}(a,b,c) [k_{conv}(c) A_{conv}(2014) + k_{int}(c) A_{int}(2014) + k_{bio}(c) A_{bio}(2014)]$$

Per i terreni recentemente trasformati in suoli agricoli viene valutata la perdita di carbonio seguendo la metodologia "land to cropland" presente nelle guidelines IPCC 2006.

I parametri di default stimano dal parametro unitario di superficie (ettaro) una perdita di biomassa e di carbonio nel suolo.

I valori sono stati mutuati dall'inventario emissivo di ISPRA. Nel capitolo risultati riportiamo i parametri utilizzati per il calcolo.

Colture agricole in torbiere

IPCC distingue la trattazione della coltivazione su suoli minerali e su suoli organici.

L'Emilia-Romagna in larga parte è costituita da suoli agricoli mediamente poveri di sostanza organica ad eccezione della Valle del Mezzano nel ferrarese.

Nell'approccio Tier 1 i suoli minerali sono considerati come suoli che a parità di gestione del suolo rimangono con un contenuto costante di carbonio. Al contrario i suoli organici prevedono un valore di default di perdita annuale di carbonio pari a 10 tC ha⁻¹ (TABLE 5.6

IPCC Guidelines AFOLU 2006 Chapter 5).

Sono state individuate le zone della regione in cui sono presenti suoli organici attraverso la mappa dei suoli di pianura. Per discriminare i suoli organici dagli altri abbiamo considerato i pixel del raster ricadenti nella categoria di suoli con carbonio organico superiore ai 200 Mg ha⁻¹ nei primi 30 cm di profilo di suolo, da cui si è ricavata l'area interessata A_{org} .

La perdita complessiva di carbonio da suoli organici sarà quindi calcolata $C_{org} = 10 A_{org}$.

Risaie

Il territorio regionale occupato da risaie in Emilia-Romagna è stato ricavato a partire dalla mappa di Uso del suolo 2017. Sono state calcolate le emissioni di metano prodotte dalle risaie tramite la metodologia IPCC 2006 (Eq. 5.1 Ch. 5).

Molluschicoltura

I dati di riferimento sono le produzioni di vongole e cozze per l'anno 2021 fornite dal Consorzio mitilicoltori dell'Emilia-Romagna. La quantificazione della CO₂eq assorbita deriva dalla pubblicazione Tamburini et al., 2022.

Biochar

Il biochar è una matrice promettente in termini di mitigazione del cambiamento climatico poiché è un ammendante composto in prevalenza da carbonio recalcitrante, cioè che si trova in una forma chimica che impiega molti anni (centinaia di anni mediamente) a tornare carbonio atmosferico e che quindi rallenta il rilascio di carbonio in atmosfera.

Per determinare l'apporto del biochar nello stoccaggio di carbonio utilizziamo le indicazioni fornite dal refinement 2019 delle linee guida IPCC per il settore AFOLU (eq. 4 Appendix 1, IPCC refinement 2019). Il calcolo consiste nel moltiplicare per ogni tipo di biochar, la massa del biochar per la frazione di carbonio organico (Tab. 4 Appendix 1, IPCC refinement 2019) a sua volta moltiplicata per la frazione recalcitrante di carbonio (Tab. 4 Appendix 2, IPCC refinement 2019).

La categoria Aree umide

(fonte dati: Uso del suolo 2014 vs 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

Il calcolo relativo alle aree umide si basa sull'analisi delle superfici occupate da questo tipo di aree per due differenti anni, per il quale è necessario definire un tasso annuale di trasformazione dell'uso del suolo.

Per fare questa analisi, dunque, sono stati utilizzati i dati delle superfici relative alle aree umide derivati dalla carta di uso del suolo 2014 e 2017 nella quale sono state individuate tre distinte categorie al livello 2 di dettaglio, cioè 4.1 Zone umide interne e 4.2 Zone umide marittime. Il calcolo si basa sull'equazione IPCC Tier 1.

Un focus specifico viene fatto sulle torbiere, in quanto ambienti oggetto di particolare interesse naturalistico e inclusi in parte nella rete Natura 2000. In Emilia-Romagna tali ecosistemi non sono utilizzati a fini estrattivi ma si tratta di ambienti umidi all'interno dei quali possono anche essere inclusi terreni potenzialmente ripristinabili a torbiere che possono garantire uno stoccaggio di carbonio, seppur in quantitativi molto inferiori rispetto ad un ambiente forestale.

Tali ecosistemi sono stati individuati incrociando la mappa di Uso del Suolo 2017 con la Carta degli habitat dei SIC e delle ZPS dell'Emilia-Romagna.

E' importante menzionare il fatto che le torbiere di montagna potrebbero dare un utile contributo per la ricarica degli acquiferi agendo quindi anche in un'ottica di adattamento al cambiamento climatico.

Su IPCC 2006 si fornisce un valore di default di biomassa stoccata all'anno in torbiera non utilizzata a fini estrattivi. Inoltre l'Allegato 3 di IPCC 2006 fornisce una metodologia per la stima di CH₄ proveniente da torbiera.

Sono state valutate inoltre le emissioni di CH₄ e N₂O emesse da queste aree. In particolare, le emissioni naturali provenienti da superfici coperte da acque interne, che si localizzano principalmente in regione nell'area costiera di Ferrara e Ravenna, sono state computate sulla base dell'Inventario ISPRA dei dati 2020 (dati 2019). I fattori di conversione sono stati ricavati dalle Linee guida IPCC 2006.

La categoria Insediamenti

(fonte dati: Uso del suolo 2014 vs 2017 RER | parametri: ISPRA | metodologia IPCC Tier 1)

Il calcolo relativo agli insediamenti si basa sull'analisi delle superfici occupate da aree urbanizzate e impermeabilizzate in due differenti anni, per determinare la superficie soggetta a un cambio di suolo. L'uso del suolo che rimane invariato per gli insediamenti, non produce variazione in termini di bilancio del carbonio, mentre il cambio di gestione di uso del suolo da terreno ad area impermeabilizzata comporta una perdita netta di carbonio.

Per fare questa analisi, sono stati utilizzati i dati delle superfici relative agli insediamenti tratti dalla carta di uso del suolo 2014 e 2017 nella quale sono state individuate tre distinte categorie al livello 2 di dettaglio, cioè 1.1 Zone urbanizzate, 1.2 Insediamenti produttivi, commerciali, dei servizi pubblici e privati, delle reti e delle aree infrastrutturali e 1.3 Aree estrattive, discariche, cantieri e terreni artefatti e abbandonati.

Viene effettuata un'analisi distinta in particolare tra territorio urbanizzato e terreno occupato da infrastrutture.

Il calcolo si basa sull'equazione IPCC Tier 1.

$$SOC = SOC_{rel} \cdot F_{lu} \cdot F_{mg} \cdot F_A$$

dove SOC è lo stock di carbonio organico del suolo (t C), SOC_{ref} è un parametro tratto da IPCC 2016 definito come lo stock di carbonio organico ordinario (tC/ha), F_{so} è un fattore di conversione relativo al cambiamento dello stock riferito al sistema di uso del suolo, F_{mg} è un fattore di conversione relativo al cambiamento dello stock riferito alla gestione, F_i è un fattore di conversione relativo al cambiamento dello stock riferito alla sostanza organica, A è l'area interessata in ha. Tutti i fattori di conversione sono adimensionali e sono tratti dall'analisi ISPRA.

SOC deve essere calcolato come tasso annuale, utilizzando i dati delle superfici degli usi del suolo 2014 e 2017 secondo la seguente equazione:

$$\Delta C_{\text{mineral}} = (SOC_0 - SOC_{(0-T)})/D$$

Afforestazione urbana

L'afforestazione urbana ricopre un ruolo molto importante per l'adattamento al cambiamento climatico, tanto che in diverse regioni italiane sono in atto diverse iniziative in tal senso per aumentare la resilienza delle aree urbane. Tra i diversi benefici dell'afforestazione si deve considerare anche la mitigazione del cambiamento climatico dovuto allo stoccaggio di biomassa. Tramite la procedura adottata da ISPRA (IPCC 2006 approccio Tier 2) per la stima del verde urbano del comune di Roma e della città del Vaticano, è possibile valutare l'effetto del progetto "Mettiamo radici per il futuro" che sta portando alla piantumazione di 4,5 milioni di alberi in Emilia-Romagna entro la fine del 2024, di cui abbiamo utilizzato i dati registrati di piante distribuite dall'avvio dell'iniziativa (1/10/2020) al 15/04/2023. La computazione si basa su una banca dati (Watson and Roger, 2017; Chaparro e Terradas, 2008; Paoletti et al., 2010; Vaccari et al., 2013) che include una importante stima di sequestro delle principali specie autoctone e alloctone presenti nelle città italiane. Si evidenzia che secondo la metodologia IPCC sopra citata il contributo dell'afforestazione in termini di sequestro di carbonio ha una durata di 20 anni. Oltre tale intervallo di tempo, tale contributo si considera nulla.

La categoria HWP (Harvested Wood Products)

Per il calcolo del carbonio stoccato nei prodotti legnosi durevoli (Harvested Wood Products), si è partiti dalla stima a livello italiano del report ISPRA 2019 (ottenuta utilizzando la metodologia IPCC Tier 1), che è poi stata ripartita proporzionalmente sulla base della popolazione regionale (utilizzando dati EuroSTAT 2021).

Emissioni naturali di metano dal sottosuolo

Nel territorio regionale sono presenti emissioni naturali di metano dal sottosuolo. Possiamo distinguere tra micro perdite e macro perdite. Le microperdite affettano tutti i territori con specifiche caratteristiche di suolo sedimentario. Questo valore è difficile da misurare e si può, con le tecniche attuali a disposizione, dare una stima solo approssimativa che varia di ordini di grandezza. Le macro perdite invece sono ben localizzabili nel territorio e quindi anche facilmente misurabili con campagne osservative. Abbiamo quindi considerato queste ultime che sono presenti sul territorio emiliano-romagnolo. Dobbiamo evidenziare il fatto che su queste perdite è difficile se non impossibile per ridurre il loro fattore emissivo. Per stimare le loro perdite è stato considerato il lavoro de Etiope et al., 2007. In Emilia-Romagna esistono 9 siti con queste fuoriuscite naturali: Rivalta, Torre, Regnano, Nirano, Ospitaletto, Corporeno, Dragone, Bergullo e M. Busca. Come da disposizioni degli autori non sono invece stati presi in considerazione i siti di Montechino e Miano in cui saranno a breve effettuate ulteriori campagne di indagine.



Allegato 6

Metodologia per la valutazione degli impatti economici

A5.1 Il modello ICES

Il modello ICES (Intertemporal Computable Equilibrium System) del CMCC è un'evoluzione del modello GTAP-E (Burniaux e Truong, 2022) e calibrato, nella presente versione, sul database GTAP 8 riferito all'anno 2007 (Narayanan et al, 2012). ICES è un modello di equilibrio economico generale, multi-settore e multi-paese, per l'economia mondiale. Tratto distintivo, che condivide con la famiglia dei modelli di equilibrio economico generale, è quello di fornire una rappresentazione sistemica dell'economia. I diversi settori economici che caratterizzano le economie nazionali sono, cioè, connessi da flussi di commercio nazionale ed internazionale che rispondono a variazioni endogene nel sistema dei prezzi. Attraverso tali canali, produttori e consumatori riallocano le loro scelte ottimizzanti di domanda e offerta in risposta a "perturbazioni" - ad esempio una nuova tassa, un obiettivo quantitativo di riduzione delle emissioni, uno shock di produttività, etc - della situazione economica di partenza.

La rappresentazione della domanda

Il modello ICES come tutti i modelli CGE, presenta un flusso circolare di beni e servizi e di transazioni economiche tra diversi agenti rappresentativi: famiglie, governo e imprese (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Le famiglie ricevono un reddito dalla remunerazione dei fattori produttivi primari (terra, lavoro, capitale e risorse naturali) che viene in parte risparmiato e in parte impiegato nel consumo di beni finali, servizi. Parte dei beni consumati dalle famiglie può essere importata dall'estero. Il governo incassa le tasse e, come le famiglie, origina una domanda "pubblica" di beni e servizi sia nel mercato nazionale che internazionale. Sia il governo che le famiglie sono agenti ottimizzanti, le loro funzioni di domanda vengono originate da un processo di massimizzazione di utilità dato il vincolo di bilancio rappresentato dal reddito disponibile. La ripartizione del reddito tra i diversi impieghi, consumo delle famiglie, consumo del governo e risparmio avviene secondo una funzione "Cobb-Douglas" in cui le quote di ciascuna componente rimangono nel tempo costanti rispetto al reddito (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

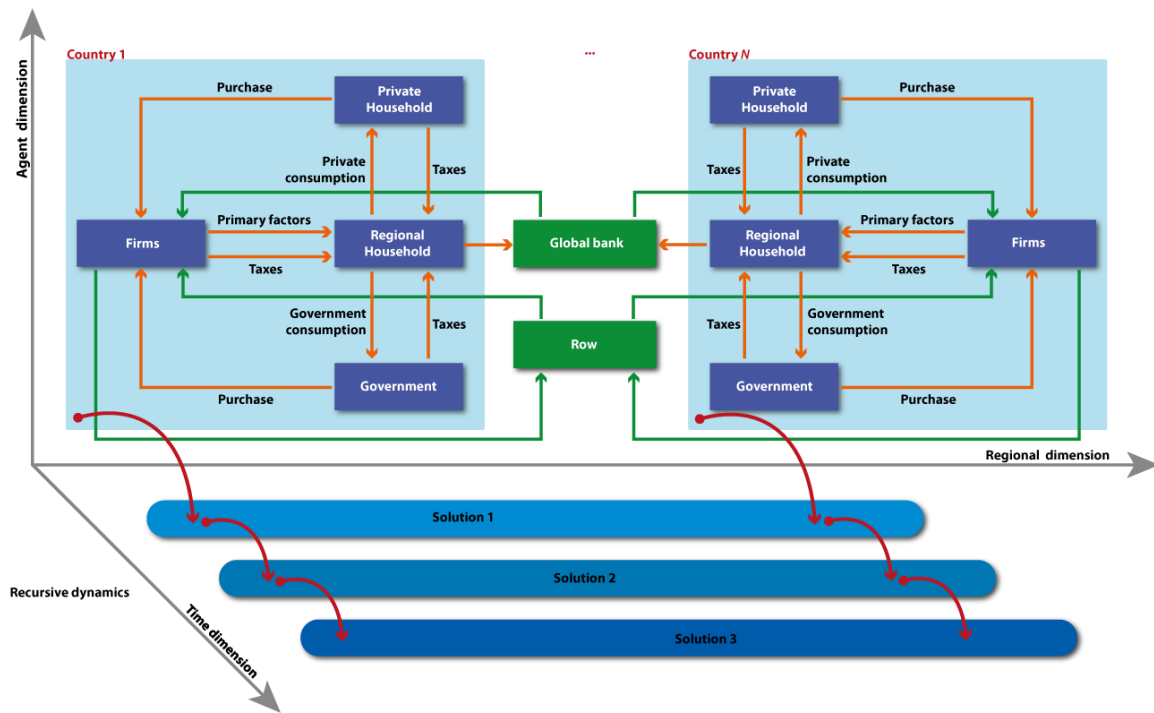


Figura 1: Le relazioni economiche rappresentate nel modello ICES

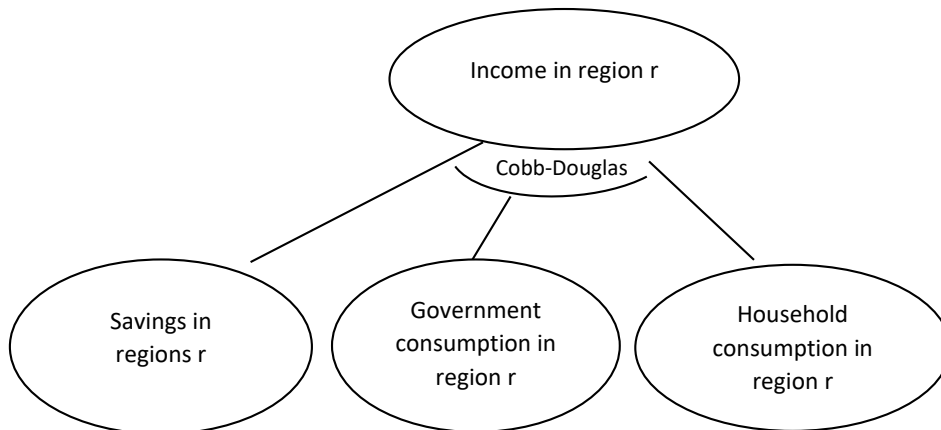


Figura 2: Impieghi del reddito nel modello ICES

La rappresentazione dell'offerta

L'offerta o produzione di beni e servizi in ICES è data dalle scelte dell'impresa rappresentativa che in ogni settore ed ogni regione massimizza i profitti dato un certo vincolo tecnologico. Nel processo produttivo l'impresa utilizza fattori produttivi primari, cioè lavoro, capitale, terra e risorse naturali ed input intermedi (ad esempio gli input energetici o altri beni intermedi specifici per un dato settore come i fertilizzanti per il settore agricolo). La **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** riporta il diagramma ad "albero" che rappresenta il processo produttivo. Al livello più alto, i fattori produttivi intermedi non energetici risultano perfettamente complementari (tecnologia Leontieff) ai fattori primari e agli input energetici. È ammessa sostituibilità, seppure imperfetta, tra capitale ed energia. A sua volta la produzione energetica deriva da diversi vettori tra loro parzialmente sostituiti: carbone, petrolio, gas naturale e elettricità. Il settore elettrico ammette la possibilità di sostituire la generazione da combustibili fossili con l'energia rinnovabile. Tutti gli input intermedi, energetici e non, possono essere importati da altre regioni in Europa e nel mondo. Tutte le possibilità di sostituzione tra fattori produttivi, espresse matematicamente da parametri chiamati elasticità di sostituzione, sono calibrate sulla base di studi empirici.

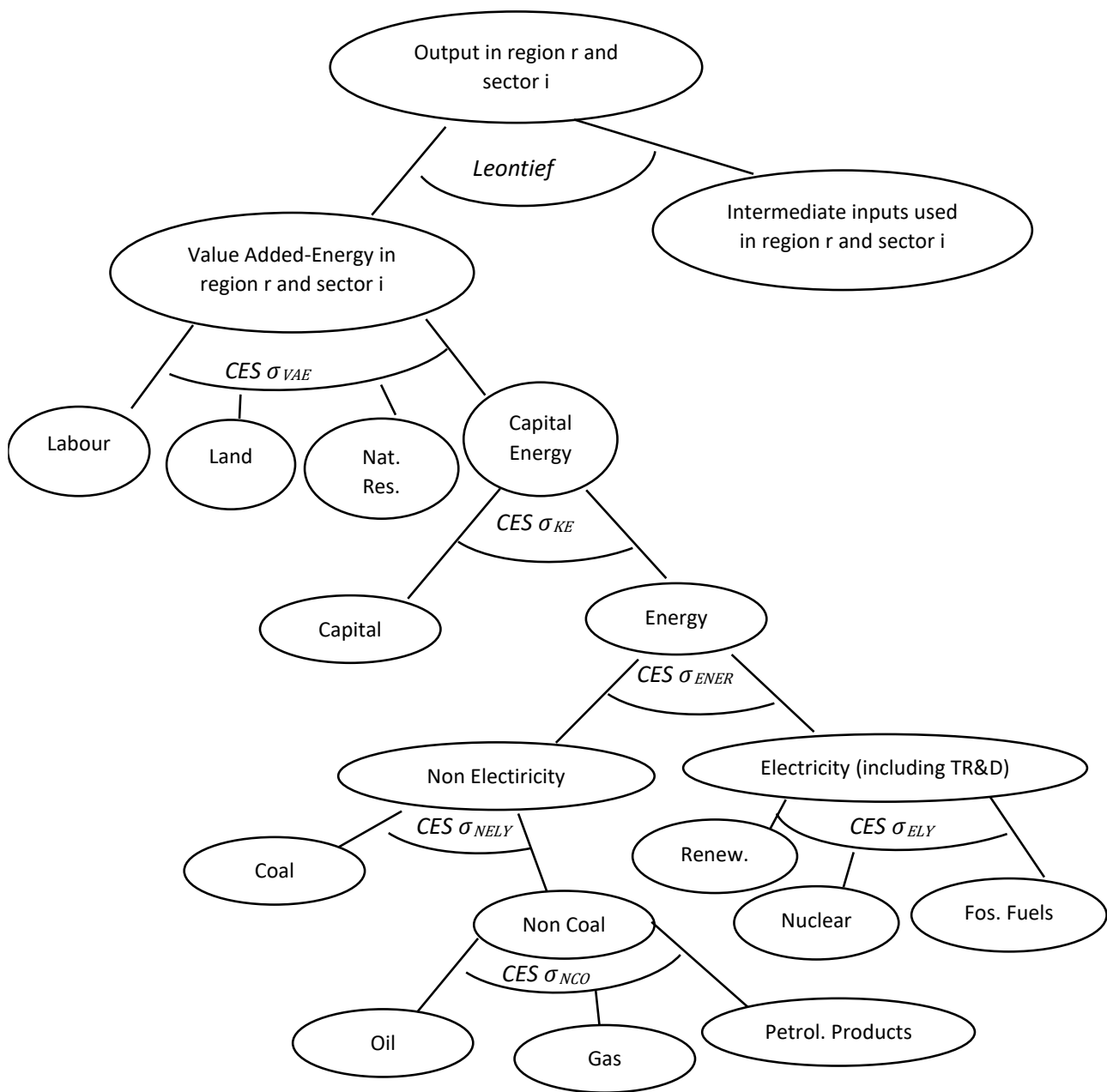


Figura 3: La produzione nel modello ICES

La dinamica nel modello ICES

ICES è un modello dinamico ricorsivo, simula cioè l'evoluzione dei sistemi economici nel tempo, secondo intervalli temporali la cui durata è flessibile. Per questo esercizio è stato scelto un intervallo quinquennale a partire dal 2025. Il primo step di simulazione è invece di sei anni dal 2019 al 2025. L'anno di partenza scelto è stato il 2019 anziché il 2020 per

avere a riferimento un anno non influenzato dalle dinamiche atipiche dovute agli shock economici derivanti dalla pandemia COVID-19.

Nel modello, i processi evolutivi sono determinati da elementi dinamici sia esogeni che endogeni.

Tra i trend esogeni si elencano la crescita della popolazione e della forza lavoro; i trend di crescita nella dotazione degli altri fattori produttivi primari (terra, capitale e risorse naturali) e i tassi di crescita della loro produttività. Questi sono i fattori che “tipicamente” vengono modificati nel processo di calibrazione del modello su scenari futuri.

Il trend endogeno è invece determinato dal processo di investimento ed accumulazione del capitale. Nel modello, lo stock di capitale cresce da un periodo al successivo in seguito a nuovi investimenti al netto del deprezzamento dello stock di capitale. Le risorse per gli investimenti derivano dal risparmio esogeno delle famiglie (vedi sezione 2.1). Ogni regione nel modello origina un flusso di risparmio che si trasforma in un pool di investimento complessivo che poi viene riallocato alle diverse regioni in base al tasso regionale di rendimento del capitale. In questo modo il modello consente che, alla fine del processo, l'investimento regionale possa non coincidere con il risparmio regionale.

Disaggregazione settoriale e regionale

Una delle caratteristiche distintive del modello ICES è la flessibilità nella rappresentazione regionale. L'economia europea è disaggregabile in 138 unità amministrative territoriali regioni a livello NUTS 2 e 1. L'economia italiana è rappresentabile nelle sue 20 regioni.

In questa sede si riassumono brevemente i principali passaggi del processo di regionalizzazione, rimandando i lettori interessati agli aspetti più tecnici a Bosello e Standardi (2018).

La regionalizzazione del modello ha comportato un intervento sul database originale, specificato con dettaglio di Paese o di macroregione, e sulla sua struttura.

Tre modifiche fondamentali hanno riguardato il database. Il primo passo è stato quello di dettagliare a livello prima regionale e poi settoriale il valore aggiunto, cioè il valore degli input primari, di ciascun sistema economico. Ciò è stato fatto in base ai dati forniti dagli

istituti statistici nazionali, integrati dai dati Eurostat Structural Business Statistics (Eurostat, 2018a), ed Economic Accounts for Agriculture per il settore agricolo (Eurostat, 2018b).

Il secondo passo è stato la ricostruzione dei flussi di domanda intra e interregionale tra regioni appartenenti allo stesso paese o a paesi diversi. I dati primari relativi sono spesso mancanti, per questo si è impiegata la tecnica ricostruttiva dei Simple Locations Quotients (SLQs) (Miller and Blair, 1985; Bonfiglio and Chelli, 2008; Bonfiglio, 2008).

Il terzo passo è consistito nella stima dei flussi di scambio bilaterali tra regioni. Anche in questo caso i dati sono spesso mancanti e devono essere ricostruiti. La tecnica utilizzata è stata il metodo gravitazionale (Horridge e Wittwer 2010; Dixon et al. 2012). Questo metodo considera la produzione settoriale nelle regioni di origine come fattore di attrazione e la distanza tra regioni come elemento di frizione. Il metodo gravitazionale è stato applicato con correzioni statistiche RAS (Deming and Stephan, 1940; Bacharach, 1970) per avere piena coerenza con i risultati del metodo SLQ.

Le modifiche strutturali hanno invece riguardato la specificazione del commercio internazionale.

Ipotesi standard nella versione originale del modello è quella di imperfetta sostituibilità nelle preferenze del consumatore tra beni nazionali ed importati (Armington 1969). Avendo il modello regionalizzato un livello geografico ulteriore, quello delle regioni, è stato aggiunto un “nodo” nell’albero della domanda per poter specificare diversi livelli di sostituibilità anche tra beni importati da regioni diverse, ma appartenenti alla stessa nazione. Il confronto tra specificazione originaria e modificata è riportato nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..** In pratica si assume una maggiore sostituibilità tra beni prodotti all’interno del paese ma in regioni diverse che per beni prodotti in paesi diversi.

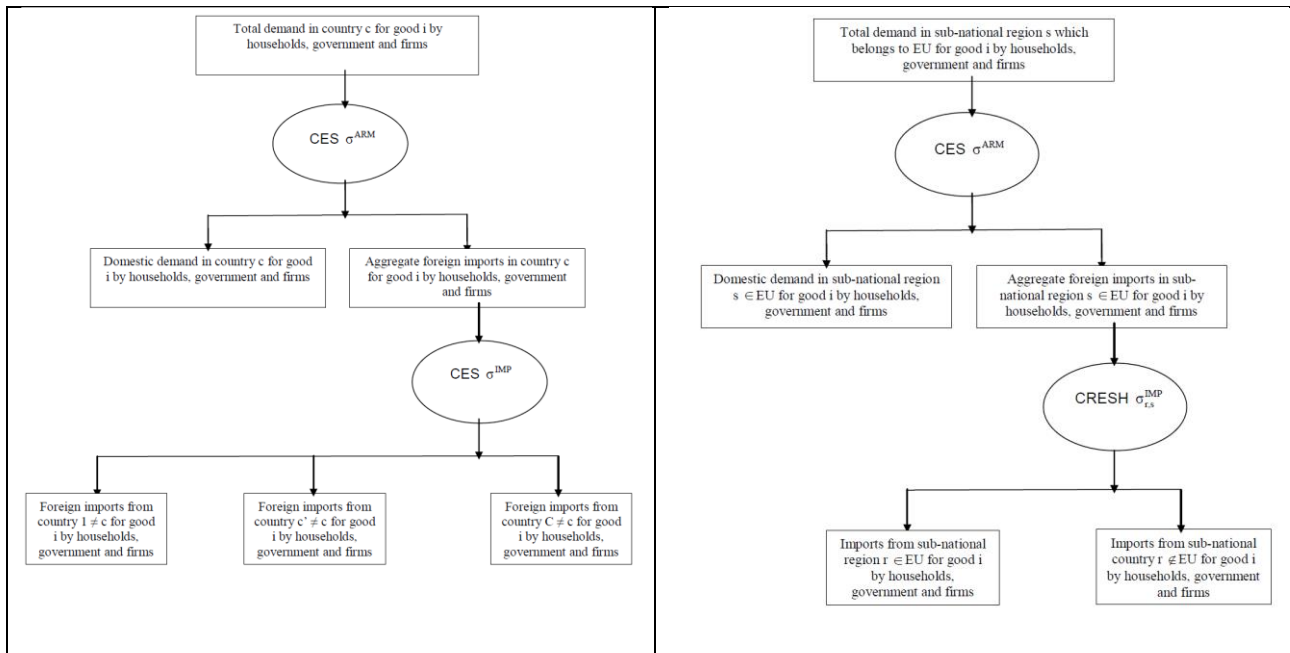


Figura 4: Specificazione della domanda di beni nazionali ed importati nel modello ICES, nazionale (DX) e ICES regionale (SX)

In questo studio si è scelto per ICES un dettaglio settoriale in grado di evidenziare i settori ad alta intensità energetica/carbonica che sono sia quelli ammessi al sistema di permessi negoziabili contemplato dall'EU ETS¹, sia quelli presumibilmente gravati in modo maggiore dai costi diretti e di competitività di una politica di contenimento delle emissioni.

Il dettaglio regionale del modello rappresenta, oltre la regione Emilia-Romagna, il resto dell'Italia, ed i maggiori paesi/blocchi geo-politici emettitori. Il contesto di azione politica energetico-climatica internazionale nel quale le politiche Fit-for-55 vanno ad inserirsi è elemento fondamentale nel determinare i costi e l'efficacia di queste ultime e devono quindi essere tenute in opportuna considerazione.

La Tabella 1 riporta il dettaglio settoriale e geografico usato.

¹ L'EU ETS, copre le emissioni di oltre 12.000 impianti del settore elettrico, principale attore in termini di volumi, e di settori industriali ad alte intensità emissiva ed energetica quali acciaio, cemento, calce, ceramica, vetro, carta e trasporto aereo.

Tabella 1. Dettaglio settoriale e regionale del modello ICES utilizzato per questo studio

SETTORI	REGIONI
Agricoltura	Emilia-Romagna
Carbone*	Resto d'Italia
Petrolio*	Francia
Gas*	Germania
Prodotti petroliferi	Resto dell'Europa 14
Distribuzione elettrica	Resto dell'Europa 13
Elettricità da nucleare**	Regno Unito
Elettricità da rinnovabili**	Stati Uniti d'America
Elettricità da fonte fossile**	Cina
Chimica	Resto del mondo
Altre industrie energy intensive	
Industria leggera	
Meccanica	
Manifattura Prodotti minerali non metallici (include la ceramica)	
Costruzioni	
Trasporto stradale/ferroviario	
Trasporto su acqua	
Aviazione	
Servizi e PA	

Note: * Il settore si riferisce all'attività estrattiva; **Il settore elettrico si riferisce alla produzione che viene separata per fonte. L'elettricità da nucleare si riferisce al nucleare importato.

Altra caratteristica di ICES rilevante per lo studio è la sua rappresentazione del mercato delle emissioni di CO₂. Nel modello, lo scambio di permessi può avvenire non solo a livello di paese, ma anche di settore. Questo consente una più realistica rappresentazione della strategia di riduzione delle emissioni perseguita dall'Unione Europea che prevede un sistema differenziato in settori, quelli ad alta intensità energetica, che possono accedere alla flessibilità consentita dallo scambio internazionale di emissioni attraverso il sistema europeo di emission trading (EU ETS), e settori cui vengono imposte riduzioni assegnate su base nazionale secondo la cosiddetta "Effort Sharing Decision".

Il modello utilizzato è particolarmente indicato per cogliere le interdipendenze settoriali e l'evoluzione del mix produttivo ed energetico innescate dalle politiche di decarbonizzazione. Riesce però a catturare in maniera parziale sia il potenziale espansivo degli investimenti in nuove tecnologie green che le capacità di decarbonizzazione che i settori economici possono sviluppare in seguito all'implementazione o all'emergere di nuovi processi produttivi, nuovi materiali o modelli di business. Questi aspetti sono di ovvia rilevanza nelle valutazioni degli effetti economici delle politiche di decarbonizzazione soprattutto se accompagnate da interventi di sostegno agli investimenti green o ad alta tecnologia che potrebbero essere finanziati con le risorse rese disponibili dalla vendita delle quote di emissione o del gettito delle tasse sul carbonio. Queste limitazioni devono essere considerate nell'interpretazione dei risultati.

A5.2. La calibrazione del modello ICES sullo scenario “a politiche correnti” al 2050.

Per l'Emilia-Romagna, come per l'Italia, sono stati calibrati, tassi di crescita di: prodotto interno lordo, popolazione, emissioni totali e per comparto ETS e non ETS, prezzo di carbone, petrolio e gas naturale, consumi di energia primaria ed elettrica, la penetrazione dell'elettrificazione nel sistema economico.

I tassi di crescita del PIL e della popolazione provengono da ARPAE (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). I dati emissivi per l'Italia sono derivati dalla versione aggiornata del PNIEC (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2023); per la regione Emilia Romagna da fonte ART-ER (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Ciò consente l'ulteriore calibrazione dell'intensità carbonica del PIL regionale e nazionale (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.). I consumi di energia primaria ed elettrica, la penetrazione dell'elettrificazione nel sistema economico, le emissioni relative al complesso dei settori partecipanti all'ETS e a quelli non-ETS derivano dal modello TIMES RSE (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Le previsioni sull'andamento del prezzo dei combustibili fossili nel periodo 2019-50 derivano dallo scenario EUREF2020 (EC, 2021) utilizzato per le analisi condotte con il modello bottom-up energetico TIMES sviluppato da RSE (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).



Allegato 7

Fattori di Emissione

Fattori di emissione per la stima dei gas serra nel settore Energy

Per la stima delle emissioni di gas serra, si sono utilizzati i fattori di emissione pubblicati dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE, ex MITE e MATTM) per quanto riguarda la CO₂ e quelli dell'inventario INEMAR e GHG 2020 di ARPAE per l'Emilia-Romagna per il CH₄ e l'N₂O.

Di seguito il dettaglio dei fattori di emissione considerati nei diversi settori.

Fonte / vettore energetico	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Biomasse solide	0,0	0,0	14,0
Rifiuti	47,3	0,0	4,0
Biogas	0,0	203,9	4,0
Bioliquidi*	0,0	12,0	14,0
Gas naturale	55,8	2,5	3,0
Olio combustibile	78,0	3,0	14,0
Altro**	74,0	0,8	9,0

* Nel caso dei bioliquidi si considerano i fattori di emissione del gasolio, ad eccezione della CO₂ che si considera pari a 0
 ** Nel termoelettrico tradizionale, per "altro" si considerano i fattori di emissione degli "Altri combustibili liquidi"

Tabella 1 – Fattori di emissione adottati nel settore della PRODUZIONE ELETTRICA (MS 1)

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati MASE ed ARPAE

Fonte / vettore energetico	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Combustibili solidi	108,3	15,0	14,0
GPL	66,0	2,0	14,0
Benzina	73,1	93,0	3,0
Kerosene	71,9	7,0	14,0
Gasolio	73,9	12,0	14,0
Olio combustibile	76,6	3,0	14,0
Pet coke	93,5	15,0	14,0
Gas naturale	56,2	2,5	3,0
Solare termico	0,0	0,0	0,0
Geotermico	0,0	0,0	0,0
Biomasse solide	0,0	30,0	14,0
Biogas/biometano	0,0	203,9	4,0
Rifiuti urbani rinnovabili	0,0	72,2	4,0
Calore ambientale (pompe di calore)	0,0	0,0	0,0
Rifiuti non rinnovabili	91,7	72,2	1,4
Calore derivato	0,0	0,0	0,0
Energia elettrica	0,0	0,0	0,0
Idrogeno	0,0	0,0	0,0

Tabella 2 – Fattori di emissione adottati nel settore INDUSTRIA (MS 3)

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati MASE ed ARPAE

Fonte / vettore energetico	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Combustibili solidi	108,3	200,0	14,0
GPL	66,0	5,6	2,0
Benzina	73,1	93,0	2,3
Kerosene	71,9	7,0	14,0
Gasolio	73,9	12,0	14,0
Olio combustibile	76,6	3,0	2,0
Pet coke	93,5	15,0	14,0
Gas naturale	56,2	21,1	3,3
Solare termico	0,0	0,0	0,0
Geotermico	0,0	0,0	0,0
Biomasse solide	0,0	400,0	14,0
Biogas/biometano	0,0	153,0	3,0
Rifiuti urbani rinnovabili	0,0	72,2	10,1
Calore ambientale (pompe di calore)	0,0	0,0	0,0
Rifiuti non rinnovabili	91,7	72,2	1,4
Calore derivato	0,0	0,0	0,0
Energia elettrica	0,0	0,0	0,0
Idrogeno	0,0	0,0	0,0

Tabella 3– Fattori di emissione adottati nei settori SERVIZI e RESIDENZIALE (MS 2)

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati MASE ed ARPAE

Fonte / vettore energetico	CO ₂ (kg/GJ)	CH ₄ (g/GJ)	N ₂ O (g/GJ)
Combustibili solidi	108,3	200,0	14,0
GPL	66,0	1,0	14,0
Benzina	73,1	202,3	2,0
Kerosene	71,9	3,9	30,2
Gasolio	73,9	7,0	3,2
Olio combustibile	76,6	41,0	14,0
Pet coke	93,5	15,0	14,0
Gas naturale	56,2	21,1	3,3
Solare termico	0,0	0,0	0,0
Geotermico	0,0	0,0	0,0
Biomasse solide	0,0	400,0	14,0
Biogas/biometano	0,0	153,0	3,0
Rifiuti urbani rinnovabili	0,0	72,2	10,1
Calore ambientale (pompe di calore)	0,0	0,0	0,0
Rifiuti non rinnovabili	91,7	72,2	1,4

Calore derivato	0,0	0,0	0,0
Energia elettrica	0,0	0,0	0,0
Idrogeno	0,0	0,0	0,0

Tabella 4 – Fattori di emissione adottati nei settori TRASPORTI NON STRADALI, AGRICOLTURA e PESCA (MS 8)

Fonte: elaborazioni ART-ER su dati MASE ed ARPAE

Fattori di emissione attività zootecniche

Questi fattori di emissione di N₂O e CH₄ (FE, [g/UBA]) sono stati aggiornati seguendo le linee guida IPCC del 2019.

Attività	Specie capo allevato	CH ₄	N ₂ O	
Gestione reflui	Vacche da latte	22.360	1.684	g/capo
	Altri bovini	10.060	866	g/capo
	Maiali da ingrasso	8.910	247	g/capo
	Scrofe	22.920	247	g/capo
	Ovini	211	34	g/capo
	Cavalli	1.634	420	g/capo
	Galline ovaiole	30	10	g/capo
	Pollastri	20	10	g/capo
	Altri avicoli (anatre oche ...)	90	10	g/capo
	Capre	156	34	g/capo
	Asini e muli	839	420	g/capo
	Bufalini	14.140	866	g/capo
	Conigli	80	21	g/capo
Fermentazione enterica	Vacche da latte	130.200		g/capo
	Altri bovini	48.100		g/capo
	Ovini	7.200		g/capo
	Maiali da ingrasso	1.500		g/capo
	Cavalli	18.000		g/capo
	Asini e muli	10.000		g/capo

	Capre	5.000		g/capo
	Scrofe	1.500		g/capo
	Bufalini	76.200		g/capo
	Conigli	80		g/capo

Tabella 5 FE (g/UBA) IPCC 2019

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Atti amministrativi

GIUNTA REGIONALE

Andrea Orlando, Capo di GABINETTO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA esprime, ai sensi dell'art. 37, quarto comma, della L.R. n. 43/2001 e della deliberazione della Giunta Regionale n. 468/2017 e s.m.i., parere di regolarità amministrativa di legittimità in relazione all'atto con numero di proposta GPG/2024/1450

IN FEDE

Andrea Orlando

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Atti amministrativi

GIUNTA REGIONALE

Andrea Orlando, Capo di GABINETTO DEL PRESIDENTE DELLA GIUNTA esprime, ai sensi dell'art. 37, quarto comma, della L.R. n. 43/2001 e della deliberazione della Giunta Regionale n. 468/2017 e s.m.i., parere di regolarità amministrativa di merito in relazione all'atto con numero di proposta GPG/2024/1450

IN FEDE

Andrea Orlando

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Atti amministrativi

GIUNTA REGIONALE

Delibera Num. 1610 del 08/07/2024

Seduta Num. 29

OMISSIS

L'assessore Segretario

Corsini Andrea

Servizi Affari della Presidenza

Firmato digitalmente dal Dirigente Incaricato Andrea Orlando