



SERVIZIO DI VALUTAZIONE IN ITINERE, INTERMEDIA ED EX-POST DEL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE (PSR) DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA 2014-2020



RAPPORTO ANNUALE DI VALUTAZIONE RELATIVO AL 2024

29 luglio 2025



Agriconsulting *Supporto Istituzionale S.r.l.*

INDICE

ACRONIMI	1
STRUTTURA E CONTENUTI DEL RAPPORTO ANNUALE DI VALUTAZIONE	4
1. AVANZAMENTO DELLA VALUTAZIONE IN ITINERE	5
1.1 L'organizzazione delle attività di valutazione	5
1.2 Il gruppo di valutazione	5
1.3 Principali attività di valutazione svolte durante l'anno	6
1.4 Principali dati utilizzati nelle attività di valutazione	6
1.5 Quadro di sintesi dei prodotti di valutazione elaborati	8
1.6 Attività di comunicazione svolte in relazione alla divulgazione dei risultati della valutazione	14
2. LA VALUTAZIONE DI OBIETTIVI E RISULTATI	16
2.1 Modifiche al PSR ed effetti sugli indicatori	16
2.2 Aggiornamento degli indicatori	17
2.3 La valutazione d'impatto	29
3. CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA MITIGAZIONE DELL'EROSIONE SUPERFICIALE DEL SUOLO	31
3.1 Introduzione e obiettivi dello studio	31
3.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi	31
3.3 Risultati	52
3.4 Conclusioni e raccomandazioni	62
4 GLI INTERVENTI DEL PSR 2014-2022 NEL SETTORE IRRIGUO: IL TO 4.3.02 "INFRASTRUTTURE IRRIGUE"	66
4.1 Introduzione e obiettivi dello studio	66
4.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi	67
4.3 Il TO 4.3.02 Infrastrutture irrigue: interventi realizzati e risultati ottenuti al dicembre 2024	67
4.4 Caso studio: il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale	69
4.5 L'opinione dei Consorzi di Bonifica	83
4.6 Conclusioni e raccomandazioni	86
5 CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA E AMMONIACA DAGLI ALLEVAMENTI: IL TO 4.1.04 "INVESTIMENTI PER LA RIDUZIONE DI GAS SERRA E AMMONIACA"	90
5.1 Introduzione e obiettivi dello studio	90
5.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi	90
5.3 Riduzioni delle emissioni di NH ₃ e GHG generate dal TO 4.1.04	92
5.4 Emissioni e riduzioni di gas serra e ammoniaca: approfondimento per bando	94
5.5 Bibliografia	94
6. CARBON FOOTPRINT DEI PROCESSI PRODUTTIVI AGRICOLI	95
6.1 Introduzione e obiettivi dell'indagine	95
6.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi	95



6.3	Analisi Carbon footprint per le colture selezionate.....	104
6.4	Territorializzazione.....	161
6.5	Analisi Carbon Footprint per l'agricoltura conservativa	168
6.6	Conclusioni e raccomandazioni	171
6.7	Bibliografia.....	174
7.	CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE.....	179
7.1	Introduzione e obiettivi dello studio	179
7.2	Fonti e metodi.....	181
7.3	Indicatore R15 - Stima dell'energia rinnovabile prodotta grazie ai progetti sovvenzionati dal PSR.....	182
7.4	Conclusioni	188
	ALLEGATI	189
	ALLEGATO 1 - QUESTIONARI INDAGINE TO 4.3.02.....	190
	ALLEGATO 2 - TABELLE DI DETTAGLIO PER IL CALCOLO DELLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA E AMMONIACA DAGLI ALLEVAMENTI: TO 4.1.04.....	201
	ALLEGATO 3 - STATO DELL'ARTE DELLA CARBON FOOTPRINT IN AGRICOLTURA.....	211
	ALLEGATO 4 - SCHEDE MONOGRAFICHE BUONE PRASSI LEADER.....	243

Indice tabelle

Tabella 1 - Comunicazioni effettuate dal Valutatore per argomento.....	14
Tabella 2 - Progetti segnalati per la disseminazione delle Buone prassi.....	14
Tabella 3 - Progetti segnalati per la disseminazione delle Buone prassi in ambito LEADER e rapporti in cui sono consegnate le schede monografiche relative.	15
Tabella 4 - Variazione della disponibilità delle risorse per Focus area, TO e indicatore modificato.....	16
Tabella 5 - Indicatore T22 Popolazione residente nei Comuni interessati dai progetti conclusi per TO.	19
Tabella 6 - Indicatore T23 Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (LEADER)	20
Tabella 7 - Indicatore T24 Quantificazione della popolazione interessata dal TO 7.3.01	21
Tabella 8 - Indicatori di obiettivo (target) e risultato.....	22
Tabella 9 - Indicatori di risultato complementari.....	26
Tabella 10 - Elenco degli indicatori specifici regionali quantificati	28
Tabella 11 - Indicatori di impatto del PSR	30
Tabella 12 - Distribuzione delle tipologie di copertura del suolo. CLC I livello	35
Tabella 13 - Sintesi delle superfici e particelle impegnate con i diversi Tipi di Operazione.....	44
Tabella 14 - Sintesi dei valori dei fattori RUSLE modificati per la valutazione del TO 10.1.01	48
Tabella 15 - Sintesi delle variazioni dei fattori della RUSLE per i diversi TO	51
Tabella 16 - Valutazione della riduzione dell'erosione attuale (EA) per ciascun TO o per ciascun impegno	53
Tabella 17 - Parametri calcolati per valutare l'effetto di mitigazione dell'erosione dovuto ai diversi tipi di operazione	54
Tabella 18 - Erosione Attuale (EA) ed efficacia nella riduzione dell'erosione per i diversi TO nelle Superfici Oggetto di Impegno nell'area RUSLE.....	61
Tabella 19 - Spesa concessa e realizzata al termine degli interventi	68
Tabella 20 - Capacità di invaso al termine degli interventi	68
Tabella 21 - Incremento della rete di distribuzione al termine degli interventi	68
Tabella 22 - Risparmio idrico potenziale stimato al termine degli investimenti realizzati con il sostegno del TO 4.3.02 ...	69
Tabella 23 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per gli interventi realizzati a valere sui diversi bandi del TO 4.1.04	93
Tabella 24 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per classe di intervento del TO 4.1.04.....	93
Tabella 25 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per classe di intervento per 49 interventi senza indicazione delle UBA	93
Tabella 26 - Riepilogo delle unità d'indagine - Numero di appezzamenti rilevati nei tre anni per coltura e regime	96
Tabella 27 - Dati relativi alle lavorazioni/operazioni colturali	97
Tabella 28 - Consumi medi di carburante in Emilia-Romagna per operazione colturale.....	99
Tabella 29 - Pro e Contro della metodologia applicata per il Carbon Footprint	102
Tabella 30 - Suddivisione degli appezzamenti per regime aziendale	104
Tabella 31 - Suddivisione degli appezzamenti per zona altimetrica.	105
Tabella 32 - Suddivisione degli appezzamenti per vulnerabilità ai nitrati	106
Tabella 33 - Dati raccolti - Frumento tenero	109
Tabella 34 - Fertilizzanti -Frumento tenero biologico.....	110
Tabella 35 - Fertilizzanti -Frumento tenero integrato	111
Tabella 36 - Fitofarmaci - Frumento tenero biologico.....	112

Tabella 37 - Fitofarmaci -Frumento tenero integrato.....	113
Tabella 38 - Energia, carburante e potenza trattrice - Frumento tenero biologico	114
Tabella 39 - Energia, carburante e potenza trattrice – Frumento tenero integrato	115
Tabella 40 - Carbon footprint -Frumento tenero biologico	116
Tabella 41 - Incidenza delle operazioni colturali - Frumento tenero biologico	116
Tabella 42 - Carbon footprint -Frumento tenero integrato.....	118
Tabella 43 - Incidenza operazioni colturali - Frumento tenero integrato.....	118
Tabella 44 - Dati raccolti - Erba medica	121
Tabella 45 - Fertilizzanti -Erba medica biologico	122
Tabella 46 - Fitofarmaci - Erba medica biologico	123
Tabella 47 - Energia, carburante e potenza trattrice – Erba medica biologico.....	124
Tabella 48 - Carbon footprint -Erba medica biologico.....	124
Tabella 49 - Incidenza delle operazioni colturali- Erba medica biologico.....	125
Tabella 50 - Dati raccolti -Mais	127
Tabella 51 - Fertilizzanti - Mais integrato	128
Tabella 52 - Fitofarmaci - Mais integrato	129
Tabella 53 - Energia, carburante e potenza trattrice – Mais integrato	130
Tabella 54 - Carbon footprint -Mais integrato.....	131
Tabella 55 - Incidenza delle operazioni colturali - Mais integrato.....	131
Tabella 56 - Dati raccolti - Pomodoro	134
Tabella 57 - Fertilizzanti - Pomodoro biologico	135
Tabella 58 - Fitofarmaci - Pomodoro biologico	136
Tabella 59 - Energia, carburante, potenza trattrice - Pomodoro biologico	136
Tabella 60 - Carbon footprint - Pomodoro biologico.....	137
Tabella 61 - Incidenza delle operazioni colturali -Pomodoro Biologico.....	137
Tabella 62 - Dati raccolti - Vite	141
Tabella 63 - Fertilizzanti - Vite biologico	142
Tabella 64 - Fertilizzazione - Vite integrato	143
Tabella 65 - Fitofarmaci -Vite biologico.....	144
Tabella 66 - Fitofarmaci - Vite integrato	145
Tabella 67 - Energia, carburante e potenza trattrice -Vite biologico.....	145
Tabella 68 - Energia, carburanti e macchine motrici – Vite integrato	146
Tabella 69 - Carbon footprint -Vite biologico	146
Tabella 70 - Incidenza delle operazioni colturali – Vite biologico	147
Tabella 71 - Carbon footprint - Vite integrato.....	149
Tabella 72 - Incidenza operazioni colturali - Vite integrato	149
Tabella 73 - Dati raccolti - Pero	152
Tabella 74 - Fertilizzanti - Pero integrato	153
Tabella 75 - Fitofarmaci - Pero integrato.	154

Tabella 76 - Energia, carburante e potenza trattrice - Pero integrato	155
Tabella 77 - Carbon footprint - Pero integrato.....	155
Tabella 78 - Incidenza operazioni colturali - Pero integrato	156
Tabella 79 - Riepilogo CFP per unità di prodotto e superficie.	158
Tabella 80 - Superfici per coltura - Regione Emilia-Romagna.....	161
Tabella 81 - Determinazione dei valori di CFP per tutti i regimi delle colture presenti a livello regionale.	163
Tabella 82 - Determinazione dei valori di CFP per tutti i regimi delle colture oggetto di indagine.....	164
Tabella 83 - Stima delle emissioni totali e per unità di superficie per regime e principali produzioni per la regione Emilia-Romagna	164
Tabella 84 - Differenze quantità di input tecnici tra conservativa e convenzionale	168
Tabella 85 - Differenze percentuali di input tecnici tra conservativa e convenzionale	168
Tabella 86 - Carbon footprint per coltura, regime e operazioni colturali	169
Tabella 87 - Carbon footprint per coltura e regime, ripartita per operazione colturale	170
Tabella 88 - Numerosità e potenza degli impianti FER in Emilia-Romagna ed energia elettrica prodotta nel 2023.	180
Tabella 89 - Dati tecnici ed Energia prodotta degli impianti da fonti rinnovabili realizzati entro il 31/12/2024.	181
Tabella 90 - Stima della produzione di energia da fonti rinnovabili per Tipo di operazione attuata dal PSR 2014-2022 .	182
Tabella 91 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera.....	182
Tabella 92 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 6.4.02).....	184
Tabella 93 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 7.2.01).....	184
Tabella 94 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 4.1.01).....	185
Tabella 95 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 4.1.02).....	186
Tabella 96 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 6.4.01).....	186
Tabella 97 - Confronto produzione energetica tra programmazione PSR 2007-2013 e PSR 2014-2020.....	187
Tabella 98 - Fattori di Emissione (FE) per la stabulazione.....	201
Tabella 99 - Fattori di Abbattimento (FA) per la stabulazione	201
Tabella 100 - Fattori di Emissione (FE) per lo stoccaggio.....	202
Tabella 101 - Fattori di Abbattimento (FA) per lo stoccaggio	202
Tabella 102 - Fattori di Abbattimento (FA) trattamento.....	203
Tabella 103 - Fattori di Emissione (FE) campo	204
Tabella 104 - Fattori di Abbattimento (FA) campo	204
Tabella 105 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per i ricoveri degli animali. Anno 2018 (ID bando 794).....	205
Tabella 106 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per le tecniche di trattamento degli effluenti. Anno 2018 (ID bando 794).....	205
Tabella 107 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche di stoccaggio di effluenti liquidi. Anno 2018 (ID bando 794).....	206

Tabella 108 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche di stoccaggio di effluenti palabili. Anno 2018 (ID bando 794).....	206
Tabella 109 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche di spandimento di effluenti liquidi. Anno 2018 (ID bando 794).....	206
Tabella 110 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per il trattamento degli effluenti. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969).....	207
Tabella 111 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969).....	207
Tabella 112 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969).....	207
Tabella 113 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo spandimento effluenti liquidi. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969).....	208
Tabella 114 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per i ricoveri. Anno 2022 (ID bando 2035).....	208
Tabella 115 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per il trattamento degli effluenti. Anno 2022 (ID bando 2035).....	208
Tabella 116 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi. Anno 2022 (ID bando 2035).....	209
Tabella 117 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili. Anno 2022 (ID bando 2035).....	209
Tabella 118 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo spandimento effluenti liquidi. Anno 2022 (ID bando 2035).....	209
Tabella 119 - Emissioni e relative riduzioni di NH ₃ e GHG relative alle 49 domande per le quali la stima è stata effettuata con diverso approccio metodologico.....	210
Tabella 120 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati	213
Tabella 121 - Frequenza delle prime 10 parole chiave.....	215
Tabella 122 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati	218
Tabella 123 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati	221
Tabella 124 - Panoramica degli studi rilevanti identificati	222
Tabella 125 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati	229
Tabella 126 - Frequenza delle prime 10 parole chiave.....	231
Tabella 127 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati	233
Tabella 128 - Panoramica degli studi rilevanti identificati	237

Indice figure

Figura 1 - Categorie di uso e copertura del suolo secondo la codifica Corine Land Cover (CLC) I livello anno 2020 per la Regione Emilia-Romagna. In azzurro la delimitazione dell'area maggiormente suscettibile di erosione (area RUSLE).	34
Figura 2 - Delimitazione delle zone agronomicamente omogenee	35
Figura 3 - Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna	38
Figura 4 - Erosione media annua. Aggiornamento 2025	39
Figura 5 - Erosione media annua calcolata sull'intero territorio su base comunale. Confronto 2019-2025	40
Figura 6 - Erosione media annua calcolata sulle superfici agricole su base comunale: Confronto 2019-2025	41
Figura 7 - Erosione media annua calcolata sull'intero territorio su base foglio catastale.	42
Figura 8 - Erosione media annua calcolata sulle sole superfici agricole su base foglio catastale.	42
Figura 9 - Superfici soggette ad erosione tollerabile < 6 Mg/ha/anno	43
Figura 10 - Rappresentazione dell'inserimento di solchi acquai di interruzione del pendio	47
Figura 11 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.01	55
Figura 12 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.03	56
Figura 13 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.04	57
Figura 14 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.07	58
Figura 15 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.10	59
Figura 16 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno dei TO 11.01.01 e 11.02.01	61
Figura 17 - Efficacia complessiva dei TO nelle SOI riferita al foglio catastale	62
Figura 18 - Ubicazione dell'area di intervento e inquadramento idrografico	70
Figura 19 - Schema di utilizzo del bacino esistente	71
Figura 20 - Schema di distribuzione ante e post intervento	71
Figura 21 - Rappresentazione dell'area al termine dell'intervento	72
Figura 22 - Valori medi di utilizzo delle fonti di approvvigionamento ante e post intervento (valori in %)	73
Figura 23 - Valori medi di utilizzo dei sistemi irrigui ante e post intervento (valori in %)	73
Figura 24 - risultati raggiunti in seguito alla realizzazione dell'intervento (valori % di aziende che hanno contrassegnato ciascun livello di importanza)	75
Figura 25 - Efficacia delle misure che contribuiscono al risparmio idrico e loro applicazione in azienda (valori %)	82
Figura 26 - Rilevanza del PSR nella gestione efficiente della risorsa idrica (valori %)	82
Figura 27 - Criticità riscontrate dai Consorzi di Bonifica nel presentare domanda per gli interventi finanziati con il TO 4.3.02 del PSR 2014-2020	86
Figura 28 - Flow chart del processo produttivo del frumento tenero.	108
Figura 29 - Valore CFP stimato (valore medio) per unità di superficie	117
Figura 30 - Valore CFP stimato per unità di prodotto	117
Figura 31 - Valore assoluto di CFP stimato (il valore medio) per unità di superficie	119
Figura 32 - Valore CFP stimato per unità di prodotto	119
Figura 33 - Flow chart del processo produttivo relativo alle colture foraggere annuali (es. erba medica)	120
Figura 34 - Valore assoluto CFP stimato (Valore medio) per unità di superficie	125
Figura 35 - Valori percentuali CFP stimato per unità di prodotto	126
Figura 36 - Flow chart del processo produttivo relativo al mais	127

Figura 37 - Valore assoluto di CFP stimato (valore medio) per unità di superficie	132
Figura 38 - Valore CFP stimato per unità di prodotto	132
Figura 39 - Flow chart del processo produttivo relativo al pomodoro	133
Figura 40 - Valore assoluto di CFP stimato (Valore medio) per unità di superficie	138
Figura 41 - Valori di CFP percentuale stimati per unità di prodotto	139
Figura 42 - Flow chart del processo produttivo relativo alla vite	140
Figura 43 - Valore assoluto di CFP stimato (valore medio) per unità di superficie	148
Figura 44 - Valori di CFP per unità di prodotto	148
Figura 45 - Valore assoluto di CFP stimato (Valore medio)	150
Figura 46 - Valori di CFP percentuali	150
Figura 47 - Flow chart del processo produttivo relativo al pero - Fase di coltivazione	151
Figura 48 - Valore assoluto CFP stimato (valore medio) per unità di superficie	156
Figura 49 - Valore CFP stimato per unità di prodotto	157
Figura 50 - Confronti tra le CFP delle diverse colture per regime e incidenza nelle operazioni colturali (per unità di superficie).	159
Figura 51 - Confronti tra le CFP delle diverse colture per regime e incidenza nelle operazioni colturali (per unità di prodotto)	160
Figura 52 - Distribuzione della SAU regionale tra convenzionale (controfattuale), integrato e biologico.	166
Figura 53 - Riduzione Emissioni (kg CO ₂ e) per effetto delle misure PSR considerate	167
Figura 54 - Differenze percentuali nella quantità di carburante (l ha ⁻¹) tra conservativa e convenzionale	169
Figura 55 - CFP per coltura, regime e operazioni colturali.....	170
Figura 56 - Evoluzione dei consumi finali rinnovabili in Emilia-Romagna	179
Figura 57 - PRISMA sviluppato per questa review della letteratura	212
Figura 58 - Stringa di ricerca utilizzata	213
Figura 59 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra 1995 e il 2024	214
Figura 60 - Numero di pubblicazioni suddiviso per tipologia di fonte.....	214
Figura 61 - Numero di pubblicazioni suddivise per paese (primi 20 paesi per pubblicazioni).....	215
Figura 62 - Cluster identificati.....	216
Figura 63 - Principali tendenze di ricerca negli ultimi anni (2018-2020)	217
Figura 64 - Stringa di ricerca utilizzata	218
Figura 65 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 1995 e il 2024.....	219
Figura 66 - Numero di pubblicazioni suddiviso per tipologia di fonte.....	219
Figura 67 - Numero di pubblicazioni suddiviso per paese (primi 20 paesi per pubblicazioni)	219
Figura 68 - Principali tendenze di ricerca negli ultimi anni (2017-2020)	220
Figura 69 - PRISMA sviluppato per questa review della letteratura sull'agricoltura conservativa e la CFP	228
Figura 70 - Stringa di ricerca utilizzata	229
Figura 71 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 1995 e il 2025.....	230
Figura 72 - Numero di pubblicazioni suddivise per paese (primi 10 paesi per pubblicazioni).....	230
Figura 73 - Cluster identificati.....	231
Figura 74 - Principali tendenze di ricerca negli ultimi anni (2018-2020)	232



Figura 75 - Stringa di ricerca utilizzata	233
Figura 76 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 2009 e il 2025.....	234
Figura 77 - Numero di pubblicazioni suddiviso per paese (primi 10 paesi per pubblicazioni)	234
Figura 78 - Principali tendenze di ricerca negli ultimi anni (2017-2020)	235



ACRONIMI

AdG	–	Autorità di Gestione
AGREA	–	Agenzia regionale per le erogazioni in agricoltura
ANBI	-	Associazione Nazionale Bonifiche Irrigazioni Miglioramenti Fondiari
AOP	-	Associazioni di Organizzazioni dei Produttori
ARPAE	–	Agenzia prevenzione ambiente energia Emilia-Romagna
AVN	–	Aree agricole ad alto valore naturale
ATECO	–	Attività Economiche
ATI	–	Associazione Temporanea d'Impresa
ATS	–	Associazione Temporanea di Scopo
BD	–	Banca dati
BUL	–	Banda Ultra larga
CAPI	–	Computer Assisted Personal Interviewing
CATI	–	Computer Assisted Telephone Interviewing
CAWI	–	Computer Assisted Web Interviewing
CCIAA	–	Camere di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura
CE	–	Commissione Europea
CEQ	–	Common evaluation question
CLC	–	<i>Corine Land Cover</i>
CRPA	–	Centro Regionale Produzioni Animali
CRPV	-	Centro Regionale Produzioni Vegetali
CTRN	–	Cartografia Tecnica Regionale Numerica
DGR	–	Deliberazione della Giunta Regionale
DTM	–	<i>Digital Terrain Model</i> – Modello digitale del terreno
EEA	-	European Environment Agency
EIP Agri	-	Partnership europea per la produttività e la sostenibilità in agricoltura
FA	–	Focus area
FEASR	–	Fondo europeo agricolo e per lo sviluppo rurale
FER	–	Energia da Fonti Rinnovabili
FBI	-	Farmland Bird Index
FDM	–	Fogli di Mappa catastali
GAL	–	Gruppo di Azione Locale
GDO	–	Grande Distribuzione Organizzata
GFS	–	Gestione Forestale Sostenibile
GHG	–	Green House Gases (gas serra)
GIS	–	Geographic Information System
GOI	–	Gruppi Operativi del PEI
GSE	–	Gestore Servizi Energetici
IAP	–	Imprenditore Agricolo Professionale
ICC	–	Indicatore comune di contesto
IGM	–	Istituto Geografico Militare

ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica
LEADER – Liaison Entre Actions de Développement de l’Economie Rurale
LPIS - Land Parcel Identification Systems
LULUCF - Land Use, Land Use Change and Forestry
M - Misura
OTE – Orientamento Tecnico Economico
OP – Organismo Pagatore
OP - Organizzazioni dei Produttori
PAC - Politica Agricola Comune
PEI – Partenariato Europeo per l’Innovazione
PF – Progetti di filiera
PG – Pacchetto Giovani
PIL – Prodotto interno lordo
PLV – Produzione Lorda Vendibile
PMI – Piccole e medie imprese
PAL – Piano di Azione Locale
PSR – Programma di Sviluppo Rurale
RAA – Relazione Annuale di Attuazione
RAV – Rapporto Annuale di Valutazione
RO – Reddito operativo
RICA – Rete d’Informazione Contabile Agricola
RIP – Risparmio Idrico Potenziale
RRN – Rete Rurale Nazionale
RVI – Rapporto di Valutazione Intermedia
SNAI – Strategia Nazionale Aree Interne
SAU – Superficie Agricola Utilizzata
SIAG – Sistema informativo AGREA
SIAN – Sistema Informativo Agricolo Nazionale
SM - Sottomisura
SOI –Superficie Oggetto di Impegno
SOS – Sostanza organica stoccata
SSL – Strategie di Sviluppo Locale
SSS - Smart Specialisation Strategy
TEP – Tonnellate Equivalenti di Petrolio
TiZAPo - Tipi di Zone Agronomiche Potenzialmente Omogenee
TS – Approfondimento Tematico Specifico
TO – Tipo di operazione
TIC – Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione
UBA – Unità bovino adulto
UDE – Unità di Dimensione Economica

ULA – Unità di lavoro annue
ULT – Unità di lavoro totali
ULF – Unità di lavoro familiare
UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change
VA – Valore aggiunto
VAS – Valutazione Ambientale Strategica
VIA – Valutazione di Impatto Ambientale
VINCA – Valutazione di Incidenza Ambientale
WAPI – Web Assisted Personal Interviewing
ZVN – Zone Vulnerabili ai Nitrati
ZO – Zone Ordinarie

STRUTTURA E CONTENUTI DEL RAPPORTO ANNUALE DI VALUTAZIONE

Il presente Rapporto Annuale di Valutazione (RAV 2023) è strutturato coerentemente con il Capitolato, con quanto definito nel Disegno di Valutazione e con le attività di valutazione pianificate e condivise con l'Autorità di Gestione (AdG).

Il Documento è articolato in 7 capitoli e 4 allegati:

Il capitolo 1 sintetizza le attività di valutazione svolte e fornisce le informazioni utili alla redazione del capitolo 2 della RAA *Progressi compiuti nell'attuazione del Piano di valutazione*.

Il capitolo 2 riguarda l'aggiornamento degli indicatori obiettivo (target) e risultato, degli indicatori di risultato complementari, degli indicatori specifici regionali e degli indicatori di impatto.

Il capitolo 3 riporta i risultati dell'analisi del contributo del PSR alla mitigazione dell'erosione superficiale del suolo.

Il capitolo 4 riporta i risultati dell'approfondimento effettuato sul TO 4.3.02 e volto a completare l'analisi del contributo del PSR ad un uso più sostenibile delle risorse a fini irrigui. Il capitolo si completa con gli Allegati con i questionari ai Consorzi di Bonifica e alle aziende.

Il capitolo 5 riporta i risultati dell'analisi del contributo del PSR alla riduzione delle emissioni di gas serra e ammoniacale dagli allevamenti (TO 4.1.01). Il capitolo si completa con un allegato per il dettaglio dei metodi applicati.

Il capitolo 6 riporta i risultati dell'analisi del contributo del PSR alla riduzione del carbon footprint dei processi produttivi agricoli e un caso studio sull'agricoltura conservativa. Il capitolo si completa con un allegato.

Il capitolo 7 riporta il calcolo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili (R15) disaggregato per Tipo di operazione e tipologia di fonte rinnovabile.

Infine, in allegato, sono riportate le schede monografiche dei due progetti di eccellenza, realizzati dal GAL Valli Marecchia e Conca e dal GAL Appennino Bolognese, selezionati per l'individuazione di Buone Prassi esemplificative del valore aggiunto LEADER

1. AVANZAMENTO DELLA VALUTAZIONE IN ITINERE

1.1 L'organizzazione delle attività di valutazione

(In riferimento al Punto 2a della RAA)

Le attività di valutazione del PSR dell'Emilia-Romagna 2014-2020 sono realizzate secondo quanto previsto dal Capitolato e dal Contratto di appalto per l'affidamento del servizio CIG 7404544701. CUP: E49G17000540009, che decorre dalla data di stipulazione (2016) e articola i compiti del Valutatore definendo le attività previste e i prodotti da consegnare entro la conclusione del contratto (31/12/2024).

La valutazione condotta è sviluppata in riferimento al Disegno di valutazione - oggetto di revisione nel corso del 2020 - in collaborazione con l'Autorità di Gestione (AdG) e lo Steering group che indirizzano le attività ed evidenziano le esigenze di integrazione e approfondimento del mandato valutativo.

Le attività sono realizzate da un Gruppo di valutazione (GdV) composto da valutatori ed esperti stabilmente coinvolti nell'attività di valutazione affiancati da un Gruppo di Coordinamento tecnico-scientifico (GCTS) formato da esperti con competenze nelle tematiche affrontate dalla Valutazione del PSR.

Nel 17/10/2023 il contratto è stato modificato con variante in corso d'opera posticipandone la conclusione al 30/11/2026 e prevedendo nuove attività e prodotti, allegati e specificati in allegato allo stesso.

La variante è stata richiesta dall'Amministrazione regionale a seguito del prolungamento del periodo di programmazione 2014-2020 sino al 31/12/2022 (Reg. UE 2020/2220) e del posticipo della trasmissione della relazione Ex post alla Commissione al 31/12/2026, che ha determinato la necessità di prorogare l'attività di valutazione del PSR di due anni.

Nel 13/12/2024 è stata richiesta dall'Amministrazione regionale una modifica del secondo prodotto del VII SAL che ha comportato la rimodulazione degli approfondimenti previsti nel presente rapporto di valutazione (VIII SAL) con alcune attività integrative. La modifica è stata richiesta dall'Amministrazione regionale a seguito della esclusione dell'attività di analisi dei "Costi di gestione del PSR 2014-2022" dall'ARVI 2014-2023¹.

Le attività integrative richieste riguardano gli approfondimenti afferenti al tema dell'adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici.

1.2 Il gruppo di valutazione

Il GdV, formato da 30 esperti complessivamente (senza doppi conteggi), conformemente a quanto proposto nell'offerta tecnica, è articolato in diversi sottogruppi, per tenere conto delle modalità di governance del PSR:

1. Nucleo di coordinamento tecnico-organizzativo (NCTO) che comprende il Responsabile del Servizio (RS), il coordinatore operativa (CO) e quattro responsabili di Priorità (P1, P2-P3; P4-P5; P6) che hanno il compito di definire di concerto con la RER l'impianto metodologico e il piano delle attività;
2. Gruppi operativi di valutazione (GOV) differenziati per le Priorità del PSR;
3. Gruppo specialistico di supporto (GSS) che assicura contributi finalizzati alla costruzione e manutenzione di un sistema informativo specifico per il PSR e alle attività di campionamento per le indagini;
4. Gruppo di Coordinamento tecnico-scientifico (GCTS) formato da esperti con competenze nelle tematiche affrontate dalla Valutazione del PSR.

Nel periodo di attività sono intercorse alcune modifiche al Gruppo di lavoro. La sostituzione delle risorse coinvolte è avvenuta, come previsto dal Contratto, art. 7, dandone comunicazione alla Regione, indicando i nominativi ed allegando i curricula delle risorse proposte in sostituzione per verificarne la qualità e la competenza. Le nuove risorse sono state esplicitamente accettate conformemente a quanto previsto al paragrafo 8 del Capitolato Tecnico.

¹ La richiesta di esclusione delle attività "Costi di gestione del PSR 2014-2022" è stata anticipata dall'Amministrazione regionale per le vie brevi e confermata con PEC Prot.20/11/2024.1286295.U.. Con successiva PEC (Prot. 13/12/2024.1363104.U) l'Amministrazione regionale ha proposto la modifica del prodotto del VII SAL che è stata accettata da ASI con PEC Prot. n.259bis/2024.

1.3 Principali attività di valutazione svolte durante l'anno

(In riferimento al punto 2.b) della RAA)

Le principali attività condotte nel secondo semestre del 2024 e primo trimestre 2025 sono state finalizzate alla redazione del RAV 2024, con particolare riferimento all'aggiornamento della quantificazione aggiornata al 31 dicembre 2024 degli indicatori comuni (target, complementari e di impatto) e specifici regionali (Cap. 2) e alla realizzazione di cinque specifici approfondimenti che riguardano:

1. L'analisi del contributo del PSR alla mitigazione dell'erosione superficiale del suolo (Cap. 3)
2. l'analisi del contributo del PSR ad un utilizzo più efficiente dell'acqua a fini irrigui (TO 4.3.02) (Cap.4)
3. l'analisi del contributo del PSR alla riduzione delle emissioni di gas serra e ammoniaca dagli allevamenti (TO 4.1.01) (Cap. 5);
4. l'analisi del contributo del PSR alla riduzione del carbon footprint dei processi produttivi agricoli che include uno specifico approfondimento sull'agricoltura conservativa (Cap. 6);
5. l'aggiornamento dell'indicatore R15 disaggregando le varie tipologie di fonte rinnovabile per Tipo di operazione e con l'integrazione dei valori di CO₂e (Cap. 7).

Infine, sono stati condotti due casi di studio sui progetti di eccellenza del GAL Valli Marecchia e Conca e del GAL Appennino Bolognese finalizzati ad individuare buone prassi esemplificative del valore aggiunto LEADER i cui risultati sono riportati nelle schede monografiche allegate.

1.4 Principali dati utilizzati nelle attività di valutazione

(In riferimento al punto 2.c) della RAA)

Per l'aggiornamento degli indicatori nella RAV 2024 il valutatore ha utilizzato dati e informazioni estratte dal Sistema di monitoraggio regionale aggiornate al 31/12/2024 e fornite al valutatore tra febbraio e marzo 2025 (base dati trasversale al 31/12/2024) nella quale sono rappresentate le diverse fasi procedurali e attuative delle domande di aiuto e pagamento per tutti i TO e Focus area (vedi elenco seguente).

Nome file	Data ricezione
PSR - Database Bandi Misura Leader_GAL.xlsx	20/02/2025
Stato Attuazione_Leader_ alla data.xlsx	20/02/2025
DET - Dettaglio Informazioni 8_5_01.xlsx	20/02/2025
DET - Dettaglio Informazioni Misura 8_8.3_01 pagamenti.xlsx	20/02/2025
Tabelle finanziarie.xlsx	20/02/2025
Scheda di notifica_marzo 2024_Post rinvio tecnico.pdf	20/02/2025
Testo incontro_2024_ultima.doc	20/02/2025
Dettaglio Corsi Misura 1 alla data 28_01_2025.xlsx	20/02/2025
Report dettaglio 4_1_01_IRRIGAZIONE.xlsx	21/02/2025
DET e Stato attuazione - 4_1_03 e 4_3_02.xlsx	21/02/2025
DET - Misure a Superficie - Dettaglio Particelle 8_1_03.xlsx	21/02/2025
Stato attuazione 8_1_03.xlsx	21/02/2025
Refresh 2023 (shapefile)	26/02/2025
Particelle (shapefile)	06/03/2025

Per l'analisi del contributo del PSR a mitigare l'erosione superficiale dei suoli, il valutatore ha utilizzato dati secondari tratti dal sistema di monitoraggio regionale come descritto in dettaglio nel Capitolo 3.

Per le elaborazioni cartografiche, il Valutatore ha utilizzato i layer cartografici (formato shapefile) forniti dalla Regione Emilia-Romagna relativi a:

- dati di copertura e uso del suolo del Refresh 2023 in formato vettoriale.
- limiti delle particelle catastali 2019 e 2024

Sono stati inoltre utilizzati i seguenti layer cartografici reperiti sul sito della Regione Emilia-Romagna e ARPA Emilia-Romagna:

- cartografia di base relativa al fattore R di aggressività climatica;
- Modello Digitale del Terreno (DTM) con risoluzione 5 m per la determinazione del fattore LS (lunghezza e pendenza);
- strato vettoriale delle unità di suolo, strato raster del contenuto di Sostanza Organica e strati raster dei principali gruppi tessiturali per la cartografia del fattore K di erodibilità dei suoli;

- Carta d'Uso del Suolo in formato vettoriale nella versione più recente relativa al 2020 e pubblicata nel 2023;
- Dati NDVI ricavati da Satellite Sentinel 3 per affinare il calcolo del valore del fattore C.

Per completare l'analisi del contributo del PSR ad un consumo più efficiente delle risorse a fini irrigui, il valutatore ha utilizzato le informazioni primarie rilevate attraverso questionari inviati alle aziende e ai consorzi di bonifica beneficiari del TO 4.3.02, come descritto in dettaglio nel capitolo 4.

Per il calcolo dell'indicatore Carbon Footprint dei processi produttivi agricoli sono stati utilizzati, oltre ai dati secondari del sistema di monitoraggio e ai dati di letteratura, i dati primari raccolti tra il 2017 e il 2019 attraverso l'indagine campionaria svolta in Emilia-Romagna sui beneficiari dei TO 10.1.01 e 11.2.01 tramite intervista condotta presso le aziende agricole. Per dettagli si rimanda al Capitolo 6.

1.5 Quadro di sintesi dei prodotti di valutazione elaborati

(In riferimento ai punti 2.d) e 2.e) della RAA)

Nella tabella seguente sono riportati i prodotti elaborati dalla stipula del Contratto, con una breve sintesi dei principali risultati.

Gli elaborati di valutazione sono disponibili sul portale regionale all'indirizzo <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/psr-2014-2020/monitoraggio-e-valutazione/documenti-valutazione>

Titolo	Sintesi dei contenuti
Le Condizioni di valutabilità e Disegno di valutazione (2018 / 2019)	Il Rapporto è stato elaborato nella fase di strutturazione finalizzata a impostare le successive attività da svolgere per rispondere alle domande di valutazione comuni e specifiche del PSR e aggiuntive proposte dal Valutatore. Realizzato in collaborazione con l'AdG e lo <i>Steering group</i> comprende 36 Domande valutative - di cui 29 di valutazione comuni (CEQ - Allegato V Reg. 808/2014), 7 aggiuntive proposte dal Valutatore (DA) - e 6 approfondimenti tematici specifici (Ts) che riguardano le priorità regionali trasversali e la strategia di comunicazione.
Rapporto annuale di valutazione 2017 Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2016 (novembre 2018)	Il Rapporto annuale di valutazione relativo al 2017 e il Rapporto di Valutazione Intermedia relativo al periodo 2014-2016 hanno analizzato il processo di attuazione del Programma, il conseguimento dei suoi obiettivi al 2017 con la finalità di fornire suggerimenti utili a migliorare la qualità dell'esecuzione del PSR. I Rapporti hanno esaminato le modifiche al PSR e gli effetti sul quadro degli indicatori, i bandi emanati e la coerenza ed efficacia dei criteri di selezione. L'analisi della selezione (TO 4.1.01, 4.1.02, 4.2.01, 4.4.02, 7.2.01, 7.4.01, 7.4.02, 8.5.01, 10.1.01) ha evidenziato la coerenza dei criteri con obiettivi e fabbisogni di ciascun TO e l'efficacia degli stessi a migliorare la qualità delle domande ammesse a finanziamento. Il Rapporto ha messo in evidenza il tempestivo avvio degli interventi con l'emanazione dei Bandi a partire dal 2015. I bandi hanno riguardato la maggioranza dei TO (62 su 71 totali) in sostanziale concordanza con il "cronoprogramma" definito dalla AdG. Alcuni elementi di criticità sono stati riscontrati sulla capacità della soglia minima di punteggio prevista dai bandi di costituire una barriera selettiva efficace e allo scorrimento delle graduatorie (TO 4.1.01) che ha portato al finanziamento, in alcuni settori (Cerealicolo e "Altri settori") di progetti caratterizzati da un punteggio prossimo o uguale alla soglia minima prevista dal bando.
Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2018 (agosto 2019)	Il Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2018 contiene le risposte a tutte le pertinenti Domande comuni di valutazione (Common evaluation question, CEQ) definite nell'Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) n.808/2014 e ai tematismi introdotti dalla Regione Emilia-Romagna. Il PSR ha contribuito all'obiettivo della crescita della conoscenza e l'innovazione attraverso interventi di formazione e cooperazione. I partecipanti alla formazione sono stati oltre 11mila, i formati oltre 7.000. Le risposte fornite nell'ambito della indagine campionaria confermano che la maggioranza degli operatori ha giudicato le informazioni ricevute adeguate e, anche per questo, le nozioni acquisite sono state applicate successivamente in azienda. Nell'ambito della Misura 16 sono stati avviati progetti con approccio partenariale che potranno contribuire all'incremento delle dinamiche di collaborazione tra soggetti di natura diversa. Il PSR nelle Priorità 2 e 3 ha sostenuto la competitività delle imprese attraverso il rafforzamento dell'integrazione di filiera, il sostegno all'introduzione di innovazioni di prodotto e di processo, i processi di adeguamento strutturale, favorendo la diversificazione e il ricambio generazionale in agricoltura. Complessivamente il PSR presenta un alto livello di impegno delle risorse programmate e la maggior parte dei progetti ha iniziato a concludersi a partire dal 2018. I risultati socioeconomici raggiunti dal programma, seppur da confermare in quanto basati su stime condotte a partire dai risultati raggiunti nella passata programmazione, evidenziano un impatto positivo del PSR sugli indicatori di impatto. I 55 progetti di filiera finanziati hanno coinvolto 11.773 beneficiari diretti e indiretti favorendo la realizzazione di investimenti sia nelle aziende agricole (n. 1.161 aziende) che nelle imprese di trasformazione e commercializzazione dei prodotti (n. 94 imprese). Nell'ambito dei progetti di filiera sono stati inoltre finanziati 51 progetti per la sperimentazione e lo sviluppo di innovazioni. Le aziende che hanno realizzato investimenti con approccio individuale rappresentano il 0,86% delle aziende agricole attive iscritte alla CC.I. AA dell'Emilia-Romagna. L'importo medio per azienda degli investimenti risulta più alto rispetto al PSR 2007-2013. I giovani neoinsediati rappresentano l'11,4% delle nuove iscrizioni avvenute tra il 2015 e il 2017 alla CC.I.AA. I risultati positivi ottenuti dal PSR sono determinati in particolare dalle modalità di attuazione integrate sia a livello aziendale (Pacchetto giovani) che di filiera (PF) di cui si raccomanda la riproposizione. Il PSR ha sostenuto nelle Priorità 4 e 5 la gestione sostenibile delle risorse naturali in agricoltura, sia con il rafforzamento di normative ambientali obbligatorie, sia attraverso pagamenti agli agricoltori volti a ridurre le externalità negative del settore e a rafforzare quelle positive. Gli impegni assunti dagli agricoltori nell'ambito della FA 4A hanno interessato il 34% dei terreni agricoli, superando gli obiettivi programmati. Nel complesso il PSR ha migliorato le condizioni ecologiche e la capacità degli agroecosistemi di fornire beni e servizi ecosistemici e la sostenibilità dell'agricoltura, grazie soprattutto al sostegno fornito alla diffusione e al mantenimento dell'agricoltura biologica; si raccomanda la prosecuzione e l'ampliamento degli interventi che favoriscono la riduzione di input chimici (in particolare l'agricoltura biologica) e migliorano il grado di connettività e diversità biologica negli agroecosistemi. I primi risultati delle indagini

	mostrano gli effetti evidenti dell'agricoltura biologica nel ridurre i carichi lordi e netti (bilancio) di nutrienti potenzialmente inquinanti le acque rispetto alla gestione convenzionale sebbene si assista ad una utilizzazione sempre più oculata e complessivamente in diminuzione degli input agricoli anche nella agricoltura convenzionale. Il PSR ha sostenuto lo sviluppo dei territori rurali e la diversificazione della loro economia nella Priorità 6. L'intervento sui territori rurali è stato guidato dal sostegno specifico per la diversificazione e lo sviluppo delle piccole imprese, per la riduzione del digital divide nelle aree bianche e lo sviluppo di servizi socioassistenziali e da Leader (Misura 19) oltre che favorito dalla presenza di priorità territoriali negli interventi a vantaggio delle imprese. Il 63% degli aiuti concessi dal PSR interessa beneficiari provenienti dai Comuni rurali C e D. Le scelte programmatiche e le priorità territoriali sono da confermare. La stima sulla crescita delle posizioni lavorative (795 ULA create) evidenzia un modesto impatto del PSR (+0,03%) sul tasso di occupazione regionale (I.14).
Sintesi non tecnica (in italiano e in inglese) (ottobre 2019)	La Sintesi fornisce un riepilogo delle principali evidenze emerse per ciascuna Priorità e Focus Area del PSR utilizzando un linguaggio non tecnico fruibile anche ai non addetti ai lavori.
Documento divulgativo (ottobre 2019)	Il Documento descrive, con immagini esplicative e un linguaggio adatto al vasto pubblico, i principali output della valutazione relativi alla prima fase di applicazione del PSR con riferimento agli obiettivi generali dell'Unione Europea ("Stimolare la competitività del settore agricolo"; "Garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali e l'azione per il clima" e "Promuovere uno sviluppo territoriale equilibrato delle economie e comunità rurali"). Il Documento si focalizza in particolare sugli effetti degli interventi finanziati su: la crescita delle competenze e l'innovazione; la competitività del settore agricolo, i giovani agricoltori, la progettazione di filiera, la biodiversità, la tutela delle risorse idriche e del suolo, il cambiamento climatico e le energie da fonti rinnovabili; le aree rurali, le aree interne e le zone montane, lo sviluppo locale (LEADER)
Rapporto annuale di valutazione 2019 (settembre 2020)	Il Rapporto annuale 2019 contiene undici specifici approfondimenti tematici che rappresentano l'avanzamento di temi di valutazione affrontati già nel Rapporto di valutazione Intermedia 2014-2018 e/o affrontano aspetti problematici messe in evidenza dall' AdG e concordati con Valutatore nella fase di pianificazione delle attività. Di seguito i principali risultati di alcuni. L'analisi dei GOI (TO 16.1.01 conferma partenariati ampi e differenziati, con elevato coinvolgimento delle imprese del settore primario e enti di ricerca. Le relazioni tra il mondo della ricerca e le imprese sono stabili e consolidate e generano innovazioni di tipo incrementale su tendenze innovative già in essere. Le principali problematiche/sfide che i GOI finanziati affrontano sono quelle di nuove forme di gestione delle risorse naturali, sostenibilità socioeconomica e competitività, benessere e salute animale. Le raccomandazioni attengono il rafforzamento della disseminazione dei risultati; il potenziamento delle azioni di consulenza La Progettazione di filiera conferma i risultati positivi raggiunti con il PSR 2007-2013. sono stati finanziati n. 54 PF che hanno coinvolto 1.157 aziende agricole e 93 imprese di trasformazione come beneficiari diretti e ben 10.453 imprese come beneficiari indiretti di cui 10.217 aziende agricole e 172 imprese di trasformazione e/o commercializzazione. Il PF si conferma uno strumento in grado di orientare gli investimenti nelle aziende agricole per renderli più coerenti con le esigenze della filiera nel suo complesso. Le raccomandazioni attengono la semplificazione dell'iter burocratico e il maggior sostegno agli interventi di formazione/informazione. Il contributo del PSR, mediante il TO 6.1.01 anche nel Pacchetto giovani, al rinnovamento generazionale agricolo è determinante con una riduzione pari a 28,8 anni tra cedente e neo insediato. Il PSR risulta determinante nella decisione di insediarsi per il 71% dei beneficiari. I nuovi insediati provengono anche da settori diversi dall'agricoltura. I giovani introducono innovazioni culturali, nuovi processi di trasformazione nuove pratiche green. Circa la metà dei neo insediati ha partecipato a corsi di formazione. Si raccomanda di rafforzare gli strumenti finanziari a sostegno dell'insediamento in agricoltura e rafforzare l'attività formativa prevedendo corsi mirati ad accompagnare la crescita professionale dei giovani. L'indagine sulle differenze nell'impiego di fitofarmaci tra aziende agricole aderenti ai TO 10.1.01) e 11.2.01 e le aziende "convenzionali" ha evidenziato una positiva differenza tra aziende biologiche e convenzionali e una ridotta differenza tra aziende integrate e convenzionali in quanto queste ultime hanno adottato itinerari tecnici sostanzialmente simili a quelli dell'agricoltura integrata. L'indagine ha rilevato un ridotto impiego di prodotti ad elevata tossicità (GHS06) ma ancora un rilevante impiego di prodotti potenzialmente pericolosi per la salute (GHS08) soprattutto nei fruttiferi. Si raccomanda di proseguire il sostegno offerto dal PSR alla diffusione dell'agricoltura biologica e integrata, alla diffusione di marchi di qualità e consorzi di produttori che promuovono pratiche agricole rispettose dell'ambiente e della salute, a progetti di ricerca e innovazione nel campo della lotta alle avversità privilegiando tecniche a basso impatto ambientale. L'analisi per verificare il contributo del PSR a rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura ha interessato i TO 4.1.03 e 4.3.02. A seguito dei due bandi sono stati finanziati complessivamente 15 progetti. Gli interventi permetteranno il raggiungimento di una capacità di invaso circa 1,9 mln di metri cubi a servizio di circa 16.000 ettari di superficie coltivata ripartiti su quasi 974 aziende agricole. Dalla realizzazione dei bacini di accumulo interaziendale, sono attesi effetti sul risparmio idrico sul sistema infrastrutturale (RI diretto) e a livello aziendale (RI indiretto). La stima effettuata sulla base delle informazioni fornite a livello progettuale evidenzia un Risparmio idrico (RI) diretto potenziale pari a 3,5 milioni di metri cubi anno e ad

	una riduzione media del 15,30% rispetto ai volumi totali considerati nei progetti (23,14 milioni di m3/anno). Il risparmio indiretto a livello aziendale rappresenta invece l'effetto relativo all'utilizzo del sistema IRRINET, obbligatorio da parte degli agricoltori nelle superfici servite dalle infrastrutture realizzate con il sostegno dei TO 4.1.03 e 4.3.02. L'applicazione di tale sistema che, tenendo conto di vari parametri fornisce all'agricoltore "consigli" in grado di ottimizzare le tecniche di irrigazione, interessa 19.057 ettari di superficie irrigua, una superficie ben più ampia di quanto stimato nel PSR, e determina una riduzione stimata dei consumi totali pari a 11,35 milioni di m3/anno, corrispondente ad un valore unitario medio di 596 m3/anno e ad una riduzione media del 22,45%. L'adozione del sistema IRRINET favorito dal PSR determina quindi positivi i risultati rispetto all'obiettivo della tutela quantitativa della risorsa. Le attività di analisi hanno utilizzato informazioni fornite dal sistema di monitoraggio regionale e informazioni primarie rilevate attraverso specifiche indagini. <table><tr><th>Modalità di acquisizione dei dati primari</th><th>Priorità/FA</th><th>Tematismo</th></tr><tr><td rowspan="2">Indagini dirette CAPI</td><td>FA 2B</td><td>Insediamento dei Giovani (TO 6.1.01; 4.1.02)</td></tr><tr><td>P4</td><td>Produzione integrata e biologica (TO 11.2.01; 10.1.01)</td></tr><tr><td rowspan="3">Indagini dirette CAWI</td><td>P1</td><td>Partenariati per l'innovazione (TO 16.1.01)</td></tr><tr><td>FA 3A</td><td>Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)</td></tr><tr><td>FA 5E</td><td>Forestazione (TO 8.1.01; 8.1.02)</td></tr><tr><td>Interviste telefoniche</td><td>FA 6B</td><td>LEADER M. 19</td></tr><tr><td>Focus Group</td><td>FA 3A</td><td>Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)</td></tr></table>	Modalità di acquisizione dei dati primari	Priorità/FA	Tematismo	Indagini dirette CAPI	FA 2B	Insediamento dei Giovani (TO 6.1.01; 4.1.02)	P4	Produzione integrata e biologica (TO 11.2.01; 10.1.01)	Indagini dirette CAWI	P1	Partenariati per l'innovazione (TO 16.1.01)	FA 3A	Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)	FA 5E	Forestazione (TO 8.1.01; 8.1.02)	Interviste telefoniche	FA 6B	LEADER M. 19	Focus Group	FA 3A	Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)
Modalità di acquisizione dei dati primari	Priorità/FA	Tematismo																				
Indagini dirette CAPI	FA 2B	Insediamento dei Giovani (TO 6.1.01; 4.1.02)																				
	P4	Produzione integrata e biologica (TO 11.2.01; 10.1.01)																				
Indagini dirette CAWI	P1	Partenariati per l'innovazione (TO 16.1.01)																				
	FA 3A	Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)																				
	FA 5E	Forestazione (TO 8.1.01; 8.1.02)																				
Interviste telefoniche	FA 6B	LEADER M. 19																				
Focus Group	FA 3A	Progetti di Filiera (TO 4.1.01; 4.2.01; 16.2.01; 1.1.01)																				
Aggiornamento operativo del Disegno di valutazione (novembre 2020)	Finalità dell'aggiornamento operativo del Disegno è impostare le attività di valutazione intermedia 2014-2020. L'Aggiornamento operativo ha fornito informazioni relative allo stato di ogni indicatore (quantificato/da quantificare e in quale documento) e le eventuali modifiche da apportare al Disegno di valutazione per tenere conto di elementi derivanti da variazioni interne o esterne al Programma.																					
Rapporto annuale di valutazione 2020 (giugno 2021)	L'approfondimento condotto nel Rapporto annuale 2020 riguarda i risultati finali dell'indagine campionaria sugli impieghi di fertilizzanti e fitofarmaci nelle aziende aderenti ai sistemi di produzione integrata e biologica, conclusa nel 2019/2020. L'indagine ha analizzato le differenze quali-quantitative tra aziende agricole aderenti ai TO 10.1.01 (Produzione Integrata, AI) e 11.2.01 (Produzione Biologica, AB) del PSR 2014-20 (Reg. UE 1305/2013) e in aziende "convenzionali" aventi caratteristiche simili alle precedenti, ma non aderenti a tali TO per quanto attiene la fertilizzazione (tipi e livelli impiegati di fertilizzanti, determinazione dei "carichi" dei nutrienti azoto e fosforo e di carbonio organico) e la difesa fitosanitaria e diserbo (quantità dei prodotti utilizzati classificati per livello di pericolo e tossicità). I dati raccolti sono relativi alle annualità agrarie 2017, 2018 e 2019. Il Rapporto annuale ha inoltre condiviso gli aspetti metodologici e gli strumenti di indagine messi a punto (questionari) per quantificare gli indicatori e rispondere alle CEQ di valutazione dell'aggiornamento del Rapporto di valutazione intermedia 2014-2020 che hanno riguardato: le ricadute dei corsi di formazione sui formati (TO 1.1.01); l'applicazione e sostenibilità dell'innovazione sperimentata a livello aziendale (TO 16.1.01); le performance socioeconomiche e le ricadute qualitative degli investimenti realizzati, (TO 4.1.01) anche in ambito LEADER; le performance socioeconomiche e le ricadute qualitative degli investimenti realizzati nelle imprese agroalimentari (TO 4.2.01); la quantificazione degli indicatori relativi alle emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura (FA 5D); gli effetti degli interventi sui servizi essenziali nelle aree rurali realizzati con bandi regionali (SM 7.4) e con bandi GAL (TO 19.2.01 e TO 19.2.02); l'attuazione della Misura 19 e sull'emersione del valore aggiunto LEADER.																					
Aggiornamento del Rapporto di valutazione Intermedia 2014- 2020 (novembre 2021-marzo 2022)	Il Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2020 contiene le risposte alle Domande comuni di valutazione definite nell'Allegato V del Regolamento di esecuzione (UE) n.808/2014 e agli approfondimenti tematici relativi alle priorità regionali trasversali specifiche del Programma di Sviluppo Rurale e fornisce conclusioni e raccomandazioni utilizzabili nella impostazione del nuovo periodo di programmazione. La valutazione effettuata sugli interventi finanziati dal PSR Emilia-Romagna entro la fine del 2021 evidenzia ottimi risultati e buone prospettive. Nelle P2 e P3 la partecipazione al PSR da parte degli operatori regionali è stata elevata; grazie al sistema di incentivi anche molti giovani si avvicinano all'agricoltura contribuendo al rinnovamento generazionale. La propensione all'investimento degli agricoltori, più alta che nel PSR 2007/2013, evidenzia un tessuto imprenditoriale attivo. Gli investimenti contribuiscono alla crescita del valore aggiunto e della competitività. Le aziende beneficiarie conseguentemente agli investimenti di ammodernamento hanno incrementato la PLV (+ 26,0%) e le unità di lavoro (+ 12,9%) in misura maggiore delle aziende non beneficiarie (fonte RICA). I giovani neoinsediati rappresentano il 2,9% del totale delle aziende iscritte nel 2020 alla sezione agricoltura della CCIAA. Più positive le performance economiche dei giovani che hanno attivato il Pacchetto giovani. Gli interventi del PSR a sostegno dell'ambiente e del clima (P4 e P5) interessano un terzo della SAU regionale e determinano effetti positivi sugli indicatori relativi alla salvaguardia della biodiversità, delle risorse idriche, alla riduzione delle emissioni di gas serra e di ammoniaca e mitigazione del cambiamento climatico. La superficie sotto impegno con la Misura 11 rappresenta l'83% della superficie regionale in biologico al 2020 e il 14% della superficie agricola totale dell'Emilia-Romagna. Grazie al PSR si riducono gli apporti di fertilizzanti rispetto alla conduzione con metodi ordinari, (azoto - 12,6 kg/ha/anno fosforo - 5 kg/ha/anno). Anche gli indicatori "bilancio dell'azoto" e "bilancio del fosforo" mostrano nelle superfici																					

	condotte ad agricoltura biologica e a produzione integrata un valore del bilancio inferiore alla gestione convenzionale. Gli interventi negli allevamenti per ridurre le emissioni di GHG e di ammoniaca determinano una riduzione delle emissioni pari a 2.078 tonnellate di CO₂ per anno, mentre le minori fertilizzazioni operate grazie agli impegni del PSR hanno determinato una riduzione complessiva delle emissioni di gas serra che equivale a 16.652 tonnellate per anno di CO₂. Lo sviluppo equilibrato del territorio (P6) si avvale di una pluralità di interventi che vedono coinvolti enti pubblici e soggetti privati e trovano nei PAL dei GAL una risposta efficace ai fabbisogni locali, come testimoniato dal 79% dei beneficiari intervistati. Il PSR nella P1 ha dato grande rilievo alla formazione e allo sviluppo delle innovazioni tecnologiche, gestionali e organizzative all'interno del sistema produttivo regionale attraverso i GOI e i progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti. L'ampia adesione alle misure rese disponibili supporta la crescita delle competenze e la diffusione dell'innovazione. Le modalità attuative, i tipi di operazione, le modalità integrate di accesso al sostegno, il sistema di criteri di priorità territoriali presenti nei bandi hanno favorito il raggiungimento delle priorità strategiche regionali e la concentrazione degli interventi nelle aree a maggior fabbisogno. In tale quadro di risultati positivi, le principali raccomandazioni riguardano la riproposizione e il rafforzamento degli interventi, nell'ambito della crescita della competitività, della sostenibilità ambientale e dello sviluppo equilibrato del territorio. Ciò alla luce dei fabbisogni del contesto, che sul piano economico e occupazionale sconta gli effetti della pandemia e su quello ambientale presenta esigenze di ulteriori e più ampi margini di contenimento delle problematiche. Per aumentare l'applicazione delle innovazioni sperimentate dai GOI si raccomanda di assicurare assistenza tecnica e formazione specifica anche "on job" nel percorso di sperimentazione applicativa. Le raccomandazioni riguardano anche il sistema di monitoraggio, al fine di una più efficace e tempestiva valutazione degli impatti.
Valutazione trasversale degli effetti dei programmi regionali in termini di riduzione delle emissioni di gas effetto serra (marzo 2022)	La valutazione trasversale ha analizzato il contributo congiunto degli interventi realizzati con Fondi SIE (FESR, FSE e FEASR) alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG). Il POR FESR 2014-2020 promuove l'efficienza energetica e l'uso dell'energia rinnovabile nelle imprese e nelle infrastrutture pubbliche e strategie di bassa emissione di carbonio in particolare nelle aree urbane. Il PSR 2014-2020 interviene con 24 diversi tipi di operazione nell'ottica di ridurre le emissioni di gas climalteranti (mitigazione) e di limitare gli effetti negativi derivati dalla variabilità climatica in atto (adattamento). Il PO FSE 2014/2020 sostiene azioni rivolte all'acquisizione di nuove conoscenze. Complessivamente la riduzione dei gas serra determinata annualmente dagli interventi del POR FESR e del PSR ammonta a oltre 200 Gg di CO₂e, di cui il 59% quantificato sugli interventi conclusi del PSR e il 41% derivante dagli interventi in corso di completamento del POR. Le stime effettuate corrispondono a circa lo 0,5% del livello emissivo regionale del 2019. Grazie ai Fondi SIE l'incremento emissivo regionale tra gli anni 1990 e 2019 (+1,46%) è contenuto (+0,96%). Si raccomanda di rafforzare il sostegno a questo tipo di politiche.
Sintesi non tecnica (in italiano e in inglese) (maggio 2022)	La Sintesi fornisce un riepilogo delle principali evidenze emerse dall'ARVI 2014-2020 per ciascuna Priorità e Focus Area del PSR utilizzando un linguaggio non tecnico fruibile anche ai non addetti ai lavori.
Documento divulgativo (maggio 2022)	Il Documento, in continuità con quello presentato nel 2019, aggiorna i principali risultati messi a segno dal PSR ed emersi dal Rapporto di valutazione intermedia 2014-2020. Il Documento mantiene la stessa impostazione del Documento divulgativo precedente e si focalizza in particolare sugli effetti degli interventi finanziati su: la crescita delle competenze e l'innovazione; la competitività del settore agricolo, i giovani agricoltori, la progettazione di filiera, la biodiversità, la tutela delle risorse idriche e del suolo, il cambiamento climatico e le energie da fonti rinnovabili; le aree rurali, le aree interne e le zone montane, lo sviluppo locale (LEADER).
Archivio dei dati primari (maggio 2022)	I dati utilizzati per il Rapporto di Valutazione 2014-2020 sono stati organizzati e consegnati unitamente ad un documento descrittivo che illustra l'origine dei dati, gli strumenti di raccolta e descrive la logica di archiviazione (formato dei dati, cartelle e loro contenuto).
Rapporto annuale di valutazione 2021 (giugno 2022)	Il Rapporto annuale 2021 comprende l'analisi degli effetti determinati dalle modifiche apportate al PSR dall'estensione del periodo di programmazione prevista dal Regolamento (UE) n. 2220 e dalle nuove risorse disponibili (+35%) sul sistema degli indicatori. L'incremento di risorse riguarda in particolare il tema della competitività (priorità P2 e P3) con interventi per le aziende agricole, l'insediamento giovani, e quello dell'ambiente e clima (priorità P4 e P5) con un nuovo bando per il biologico, potenziando la misura 13 e nuovi bandi in tema di riduzione delle emissioni di ammoniaca. Il Rapporto contiene la quantificazione aggiornata al 31/12/2021 degli indicatori Target (con i relativi indicatori di risultato) e del grado di conseguimento (efficacia) del valore obiettivo aggiornato nel PSR ver. 11. L'aggiornamento degli indicatori è stato effettuato sulla base dei dati quantificati nell'ARVI 2014-2020 applicati ai progetti conclusi al 2021 estratti dal monitoraggio regionale fornite dalla Regione Emilia-Romagna (File trasversale) condividendo con la Regione le modalità di calcolo. L'approfondimento tematico riguarda l'applicazione sperimentale dell'indice di rischio armonizzato HRI (Harmonised Risk Indicator – HRI, DIR 2019/782), applicato ai dati dell'indagine campionaria relativa alle annualità agrarie 2017, 2018 e 2019 sugli impieghi di fitofarmaci nelle aziende aderenti ai sistemi di produzione integrata e biologica. L'analisi effettuata ha permesso di evidenziare degli effetti positivi delle applicazioni dei tipi di operazione previsti sul carico pesato di fitofarmaci. I valori ottenuti vanno considerati come prime approssimazioni al valore ottenibile a livello regionale.

Rapporto annuale di valutazione 2022 (giugno 2023)	Il Rapporto contiene la quantificazione aggiornata al 31/12/2022 degli indicatori Target (con i relativi indicatori di risultato) e del grado di conseguimento (efficacia) del valore obiettivo aggiornato nel PSR ver. 11.1. L'aggiornamento degli indicatori è stato effettuato sulla base dei dati estratti dal monitoraggio regionale fornite dalla Regione Emilia-Romagna (File trasversale) condividendo con la Regione le modalità di calcolo. Il rapporto comprende anche due approfondimenti tematici. Un approfondimento riguarda l'analisi della propensione e del grado di diffusione dell'innovazione realizzate dai GOI (TO 16.1.01) presso gli agricoltori regionali. L'analisi, realizzata sulla base di informazioni rilevate attraverso un questionario pubblicato sul Portale regionale del PSR, ha consentito di evidenziare primi elementi di riflessione su fattori predisponenti o limitanti la propensione all'innovazione. L'indagine ha inoltre messo in luce alcuni limiti del metodo di somministrazione del questionario e di impostazione delle domande; è stato quindi previsto un secondo round di indagine, realizzato nel 2023, i cui risultati confluiranno nell'ARVI 2014-2023. Un secondo approfondimento tematico riguarda l'analisi del contributo del PSR alla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dagli allevamenti zootecnici e dall'utilizzo di fertilizzanti azotati nei terreni agricoli. Per tale analisi il Valutatore ha utilizzato i dati tratti dal sistema di monitoraggio relativi agli investimenti (TO 4.1.04 e 4.1.01) e alle misure a superficie (SM 10 e M 11); per le analisi relative agli effluenti di allevamento ha utilizzato inoltre i dati delle comunicazioni di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento redatte ai sensi della Direttiva Nitrati. Le analisi hanno consentito di stimare l'impatto mitigante dei diversi interventi in esame; è stato inoltre definito un indicatore che fornisce informazioni sull'efficienza degli investimenti analizzati, rapportando la spesa finanziata alla riduzione delle emissioni ottenuta. Nel caso degli allevamenti zootecnici, oltre alla stima dei fattori di emissione e abbattimento delle tecniche impiegate nelle fasi di ricovero degli animali, trattamento e stoccaggio, distribuzione degli effluenti di allevamento, è stata analizzata la propensione all'investimento da parte dei beneficiari in rapporto all'entità del contributo pubblico.
Rapporto annuale di valutazione 2023 (aprile-giugno 2024)	Il Rapporto contiene la quantificazione aggiornata al 31/12/2023 degli indicatori Target (con i relativi indicatori di risultato) e del grado di conseguimento (efficacia) del valore obiettivo aggiornato nel PSR ver. 13.1. L'aggiornamento degli indicatori è stato effettuato sulla base dei dati estratti dal monitoraggio regionale fornite dalla Regione Emilia-Romagna (File trasversale) condividendo con la Regione le modalità di calcolo. Il rapporto comprende anche due approfondimenti tematici. Un approfondimento riguarda l'analisi del contributo del PSR ad un uso più sostenibile delle risorse idriche a fini irrigui. L'approfondimento è stato condotto mediante uno studio di casi che ha previsto l'utilizzo di informazioni rilevate con questionari alle aziende e ai consorzi di scopo irrigui beneficiari del TO 4.1.03. Gli interventi hanno incrementato dell'81% la capacità di accumulo della risorsa idrica, assicurando alle aziende un miglior sussidio idrico nei periodi siccitosi, e hanno più che raddoppiato la rete di distribuzione, che in molti casi ha permesso di raggiungere aziende e terreni che precedentemente non erano serviti dall'acqua consortile. La realizzazione degli impianti fotovoltaici galleggianti ha permesso di ridurre i consumi energetici legati al funzionamento dell'impianto della rete in pressione e i costi della pratica irrigua. Il secondo approfondimento riguarda l'analisi del contributo del PSR al contrasto ai danni da alluvione. Il PSR, con il TO 5.1.1, è riuscito con successo a intervenire nelle aree a maggior rischio di frana, finanziando interventi mirati a prevenire o limitare i danni causati da fenomeni franosi, specialmente in seguito agli eventi alluvionali straordinari del maggio 2023. Le indagini svolte tra i beneficiari hanno rilevato una piena soddisfazione circa gli interventi ma insoddisfazione circa le procedure di accesso al sostegno. Gli intervistati segnalano inoltre la necessità di proteggere non solo le aziende agricole, ma anche le vie di collegamento tra di esse.
Aggiornamento del Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2023 (settembre 2024-febbraio 2025)	L'aggiornamento del Rapporto di Valutazione Intermedia 2014-2023 contiene le risposte alle Domande comuni di valutazione (All. V del Reg. di esecuzione UE n. 808/2014) attinenti ai temi di interesse indicati dall'Amministrazione regionale nella variante al contratto previste per l'ARVI 2014-2023. Si tratta di 8 CEQ, di cui 7 relative alla valutazione degli obiettivi specifici assunti dal PSR per 7 Focus area e una trasversale relativa agli obiettivi della PAC. Le risposte alle CEQ vengono raggruppate in funzione dei macrotemi e degli obiettivi strategici del PSR Emilia-Romagna. Per quanto riguarda l'innovazione e alla conoscenza (P1), l'Emilia-Romagna si conferma la regione con il maggior numero di GOI finanziati dal PSR in Italia (234 GOI) coinvolgendo tutti i comparti del sistema agricolo, con particolare attenzione ai settori ortofrutticolo e zootecnico (bovino e suinicolo) e 1.526 partner, soprattutto aziende agricole (58%). L'indagine sulla diffusione della conoscenza per le innovazioni realizzate dai GOI, condotta su un campione ragionato di 794 aziende agricole emiliano-romagnole, ha rilevato che il 75% degli intervistati conosce almeno una delle 99 innovazioni realizzate dai GOI, e oltre un terzo le ha adottate. I settori più ricettivi sono quelli della zootecnia e delle coltivazioni permanenti. Tuttavia, solo il 19% sa che le innovazioni provengono dai GOI, segnalando la necessità di rafforzare la comunicazione sul loro ruolo. La stessa indagine ha inoltre consentito di rilevare che ben il 68% degli intervistati o innovano o sono propense a innovare. Fra gli innovatori, l'incidenza dei beneficiari del PSR cresce, così come la presenza di giovani agricoltori e l'adozione del metodo integrato e del metodo biologico. La Regione, dopo le associazioni di categoria, rappresenta il secondo canale scelto per acquisire informazioni sulle innovazioni. Sul campione indagato, i fattori che incidono sulla propensione a innovare, individuati tramite un modello econometrico Probit, sono la giovane età, l'essere beneficiari del PSR e l'avere un'azienda con SAU particolarmente estesa (>20 ettari). Mentre, i fattori limitanti l'adozione di

innovazioni, rilevati tramite domande poste tramite il questionario, sono soprattutto la mancanza di risorse economiche.

Alla luce di tali risultati, che mettono in luce numerosi GOI basati su partenariati ampi e diversificati, è essenziale continuare a incentivare la ricerca collaborativa e favorire la creazione di reti tra diversi soggetti, per individuare problematiche specifiche e sviluppare soluzioni innovative evitando ridondanze. Infine, valorizzare i GOI che promuovono il coinvolgimento attivo e adottano meccanismi di feedback.

In considerazione di quanto emerso sui fattori predisponenti l'introduzione di innovazioni, si raccomanda, oltre al mantenimento del sostegno ai giovani e all'agricoltura biologica e integrata, di potenziare i canali informativi regionali per consentire una sempre più ampia diffusione delle informazioni sulle innovazioni e promuovere al tempo stesso le attività dimostrative, di *mentoring* e didattiche ad esse dedicate.

Per il macrotema della competitività (P2), il bando 2022 del TO 4.1.01 ha confermato la sua attrattività, finanziando 854 domande, pari al 60% del totale. Questo strumento incentiva investimenti nelle aziende beneficiarie, l'81% delle quali ha continuato a investire anche dopo il supporto ricevuto, con l'intenzione di proseguire in futuro. Il PSR ha dimostrato di rafforzare la competitività e la resilienza delle aziende: nonostante il contesto sfavorevole (COVID-19, guerra in Ucraina e alluvioni del 2023), le aziende beneficiarie hanno registrato risultati economici positivi tra il 2018-19 e il 2023, con un aumento del valore aggiunto del 13,2% e della produttività del lavoro del 27%. L'indicatore R2 è cresciuto da 21.466 a 41.016 euro/ULA, evidenziando una maggiore crescita rispetto ad altre aziende regionali. Allo stesso tempo, con il TO 6.1.01, il PSR ha sostenuto 1.869 aziende agricole guidate da giovani, pari al 2,5% delle aziende regionali e al 3,9% di quelle attive, superando l'obiettivo prefissato con un'efficacia del 114%. Il ricambio generazionale è stato favorito con un aumento del rapporto tra conduttori under 35 e over 55 del 76,9%, passando da 3,8 nel 2016 a 6,7 nel 2020. Anche in questo caso, nonostante le recenti crisi abbiano ridotto la crescita del valore aggiunto, il PSR ha migliorato la competitività delle aziende, con un incremento medio di 22.388,40 euro di valore aggiunto e 26.689 euro/ULA di produttività. Infine, il PSR, con il TO 5.1.1, è riuscito a intervenire nelle aree a maggior rischio di frana, con interventi mirati a prevenire o limitare i danni causati da fenomeni franosi, specialmente in seguito agli eventi alluvionali straordinari del maggio 2023. Le indagini sui beneficiari confermano tale successo ma evidenziano la necessità di proteggere non solo le aziende agricole, ma anche le vie di collegamento tra di esse. In tutti i casi, i beneficiari esprimono un giudizio positivo sull'efficacia degli interventi ma negativo sulle procedure di accesso ai contributi, il che suggerisce la necessità di semplificare l'iter burocratico.

Nel macrotema Ambiente (P5), gli interventi sostenuti dal PSR (TO 4.1.03 e 4.3.02) sugli invasi di accumulo, le reti di distribuzione, gli impianti di irrigazione e l'adozione di sistemi di consiglio irriguo, hanno ottenuto risultati superiori alle aspettative: gli invasi hanno aumentato la capacità di accumulo del 156% e raddoppiato la rete di distribuzione (+115%), generando un risparmio idrico medio del 17,5%. Gli investimenti del TO 4.1.01 hanno modernizzato oltre 1.600 ettari di impianti, con un potenziale risparmio del 53%. Nonostante le condizioni meteo avverse del 2023 (alluvioni, gelate, grandinate), l'uso di IRRINET ha mostrato un buon potenziale di risparmio. Le interviste ai beneficiari del TO 4.1.03 confermano una riduzione del prelievo di acqua da fonti naturali e un miglioramento delle rese produttive. Oltre l'80% degli utenti riconosce il contributo positivo del PSR nell'efficienza irrigua. Le raccomandazioni intercettano gli elementi di debolezza rilevati e vertono su: rafforzare gli investimenti per il risparmio idrico, promuovendo informazione, formazione e sistemi di consiglio irriguo personalizzati; migliorare l'automazione degli impianti, aumentare lo stoccaggio idrico e sfruttare gli impianti fotovoltaici galleggianti.

Per quanto riguarda la stabilizzazione e qualificazione del lavoro, il PSR ha favorito la diversificazione e il rinnovamento delle imprese nelle aree rurali tramite bandi regionali e LEADER, con maggiore successo per questi ultimi grazie a criteri di selezione più mirati ai bisogni locali (turismo, sociale, commercio), anche se con limitata innovazione. Tuttavia, anche in LEADER, gli incentivi per le start-up rappresentano una quota ridotta rispetto a quelli per le imprese già esistenti che si riqualificano, con un apprezzamento per le attività informative svolte dai GAL. Le PMI intervistate hanno segnalato benefici in termini di redditività e occupazione, soprattutto per le nuove imprese. Nonostante l'incertezza futura, il 60% delle aziende prevede ulteriori investimenti, rafforzando l'efficacia del PSR/LEADER nel creare occupazione stabile. Il 67% delle imprese riconosce il sostegno ricevuto come decisivo per investire. Gli incentivi PSR hanno generato 1.946 nuovi posti di lavoro, soprattutto grazie agli investimenti in aziende agricole e agroindustriali, con un impatto occupazionale significativo anche in ambito LEADER, dove sono state create 158 ULA, soprattutto nel settore extra agricolo. Gli aiuti alle start-up, pur limitati, sono percepiti come fortemente rilevanti dai beneficiari.

Infine, in merito allo sviluppo equilibrato del territorio, i contributi concessi alla SM 19.2 ammontano a oltre 67,3 milioni di euro (5,5% del totale), destinati principalmente allo sviluppo territoriale e alla competitività. I beneficiari LEADER rappresentano il 9% del totale PSR, con una partecipazione favorita dall'azione locale dei GAL. Le imprese, soprattutto extra agricole, sono particolarmente rappresentate grazie ai bandi specifici per le start-up e le imprese esistenti. Gli interventi pubblici hanno avuto un impatto su infrastrutture e servizi turistici, interessando l'11,5% della popolazione nelle aree GAL. La conoscenza del programma è aumentata, con il 30% della popolazione intervistata a conoscenza di LEADER, rispetto al 6,3% del 2005. Gli investimenti LEADER, pari al 65% del totale, hanno portato alla creazione di 158 nuove ULA, superando del 142% il target previsto, grazie al sostegno per nuove microimprese. I progetti di eccellenza dei GAL Delta 2000 e Antico Frignano consentono di rilevare valore aggiunto LEADER in termini di miglioramento del capitale sociale, della governance locale e della collaborazione tra scuola e imprese, favorendo lo sviluppo imprenditoriale e la pianificazione territoriale.

1.6 Attività di comunicazione svolte in relazione alla divulgazione dei risultati della valutazione

(In riferimento al punto 2F) della RAA)

1.6.1 Comunicazioni effettuate nel Comitato di Sorveglianza

Il Valutatore ha collaborato alla disseminazione dei risultati della valutazione redigendo le relazioni di sintesi e documenti divulgativi (cfr, capitolo precedente) ed effettuando presentazioni ad hoc riferendo dei risultati delle indagini sviluppate, in occasione dei Comitati di sorveglianza e degli incontri annuali, come sintetizzato in tabella.

Tabella 1 - Comunicazioni effettuate dal Valutatore per argomento

Evento	Data	Argomento	Rapporto di riferimento
Comitato di Sorveglianza	18/06/2019	Aspetti metodologici generali Innovazione (GOI) Insediamento giovani Ambiente: indagini previste e primi risultati	Disegno di valutazione RVI 2014-2018
Comitato di Sorveglianza	10/12/2020	Innovazione - Indagine capofila GOI Insediamento giovani - Indagine su giovani neo insediati Progetti di filiera - Indagine capofila PF	RAV 2019
Incontro annuale 2021	15/05/2022	Risultati conclusioni e raccomandazioni della Valutazione Intermedia 2014-2020	RAV 2020 ARVI 2014-2020
Comitato di Sorveglianza	24/06/2022	Risultati conclusioni e raccomandazioni della Valutazione Intermedia 2014-2020 Risultati dell'indagine su effetti delle riduzioni degli input chimici	RAV 2021
Incontro annuale	01/02/2023	Illustrazione delle attività valutarie in corso e da avviare per il RAV 2022	RAV 2022
Comitato di Sorveglianza	19/06/2023	Risultati dell'indagine sul contributo del PSR alla riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura. Risultati dell'indagine su propensione all'innovazione e diffusione della conoscenza delle innovazioni realizzate dai GOI nelle aziende agricole dell'E-R	
Incontro annuale	17/11/2023	Illustrazione delle attività valutarie in corso e da avviare per il RAV 2023	
Comitato di Sorveglianza	13-14/6/2024	Risultati dell'indagine sul contributo del PSR alla prevenzione di danni da fenomeni franosi al potenziale produttivo agricolo: analisi di un campione di aziende dell'Emilia-Romagna. Risultati di uno studio dei casi su invasi e reti di distribuzione collettiva realizzati con il PSR, volti a indagare il contributo del PSR ad un uso più sostenibile delle risorse a fini irrigui.	RAV 2023
Incontro annuale	21/11/2024	Risultati dell'indagine sulle ricadute degli investimenti nelle aziende agricole e la sostenibilità degli investimenti realizzati dai giovani alla luce dei cambiamenti del contesto (COVID, guerra e alluvione). Risultati dell'indagine sulla diffusione della conoscenza e interesse per le innovazioni realizzate dai GOI da parte delle aziende agricole emiliano-romagnole e sui fattori predisponenti o ostacolanti la propensione a innovare.	ARVI 2014-2023

1.6.2 Collaborazione alla individuazione delle Buone prassi e supporto alla redazione dei relativi prodotti editoriali

Dai primi mesi del 2021 il Valutatore sta contribuendo all'attività editoriale della Regione sulle buone prassi del PSR 2014-2020. Il supporto ha previsto la segnalazione di progetti qualità per modalità attuative, risultati e elementi di innovazione tra gli interventi finanziati con il PSR 2014-2020.

Per ogni progetto è stata redatta una scheda monografica.

Tabella 2 - Progetti segnalati per la disseminazione delle Buone prassi

Progetto	Argomento	Parole chiave			Rapporto
Progetti di filiera	Progetto Filiera Grandi Riso	riso del delta del Po	regime biologico/IGP	ammodernamento tecnologico	RAV 2020
Progetto di Filiera	Consorzio Terre di Montagna	parmigiano reggiano di montagna	miglioramento processi produttivi e qualità	adattamento cambiamenti climatici (progetto pilota)	RAV 2020
Insediamento giovani in agricoltura	Società Agricola Careggiana	zootecnica da carne	benessere animale	ottimizzazione gestionale e del lavoro	RAV 2020

Gruppi operativi Innovazione (GOI)	SOS Frutta - Frutticoltura sostenibile	ortofrutta	innovazione tecnologica applicazione prototipo	controllo avversità a basso impatto e razionalizzazione uso dell'acqua	RAV 2020
Insediamiento giovani in agricoltura	Azienda Agricola Cerreto	zootecnia biologica (capre da latte)	ricambio generazionale/ imprenditoria femminile	diversificazione produttiva e ottimizzazione del lavoro	RAV 2022
Insediamiento giovani in agricoltura	Moizo & Scotti Produttori Agricoli S.S. Agricola	viticoltura montana	ricambio generazionale	controllo avversità a basso impatto e razionalizzazione uso dell'acqua	RAV 2022

Nel 2023, l'attività sulle buone prassi ha riguardato LEADER ed è stata finalizzata a individuare la progettualità di eccellenza su cui realizzare approfondimenti per fare emergere gli aspetti che maggiormente qualificano il lavoro del GAL e favoriscono la manifestazione del valore aggiunto LEADER. I sei progetti selezionati, elencati nella tabella successiva, comprendono un insieme di azioni complementari programmate nei PAL per il raggiungimento di uno specifico obiettivo comune. Gli approfondimenti sui progetti sono condotti come "casi di studio" e descritti in schede monografiche.

Nel 2024 sono stati condotti i primi due "casi di studio" su progetti di eccellenza del GAL Antico frignano e Appennino reggiano e del GAL Delta 2000. Le schede monografiche sono riportate nell'ARVI 2014-2023 e hanno contribuito a fornire elementi per la risposta alla CEQ 17 in relazione al manifestarsi del valore aggiunto LEADER.

Tra l'ultimo trimestre 2024 e il primo trimestre 2025, sono stati condotti due ulteriori casi di studio sui progetti di eccellenza del GAL Valli Marecchia e Conca e del GAL Appennino bolognese. Le schede monografiche sono consegnate nel presente Rapporto di valutazione.

Tabella 3 - Progetti segnalati per la disseminazione delle Buone prassi in ambito LEADER e rapporti in cui sono consegnate le schede monografiche relative.

GAL	Progettualità selezionata	Parole chiave	Rapporto
Antico frignano e Appennino reggiano	Percorsi formativi per l'avvio di startup e azioni a sostegno agli investimenti delle nuove imprese.	Formazione; Start-up; Rinnovo del tessuto imprenditoriale; Innovazione; Occupazione giovanile.	ARVI 2014-2023
Delta 2000	Azioni di indirizzo e accompagnamento per organizzare un sistema a rete intermodale (bici-barca-treno-bus) e realizzazione delle "porte del Delta".	Approccio dal basso e di sistema; Infrastrutture e servizi turistici; Attrattività e identità territoriale; Capacità e competenze dei soggetti locali.	ARVI 2014-2023
Valli Marecchia e Conca	Azioni di tutela e valorizzazione del patrimonio paesaggistico con la realizzazione di sentieri e percorsi naturalistici e valorizzazione dei centri storici.	Attrattività e identità territoriale; itinerari storico-paesaggistici; restauro di beni e riqualificazione dei centri storici; progettazione integrata fra pubblico e privati.	RAV 2024
Appennino Bolognese	Biodistretto dell'Appennino Bolognese.	Distretto biologico; identità territoriale; governance.	RAV 2024
Ducato	"Dal bosco lavori green" filiera di vendita di carne da selvaggina.		
L'altra Romagna	Azioni per l'innovazione e la valorizzazione del patrimonio forestale locale.		

Gli ultimi due casi di studio saranno realizzati tra il 2025 e il 2026 e le schede monografiche confluiranno nel Rapporto annuale di valutazione 2025.

2. LA VALUTAZIONE DI OBIETTIVI E RISULTATI

2.1 Modifiche al PSR ed effetti sugli indicatori

Il PSR versione 13.1 (marzo 2024) è stato modificato per rispondere all'esigenza di garantire il pieno utilizzo delle risorse entro il 31 dicembre 2025 allontanando il rischio del disimpegno.

La modifica della strategia mira a riallocare le economie maturate dai bandi chiusi e le economie attese nel corso della realizzazione dei progetti in esecuzione verso *linee di intervento che diano garanzia di spesa entro la data limite citata*.

Le azioni previste sono:

- coprire le maggiori esigenze finanziarie emerse in attuazione per motivi quali: errori di imputazione delle spese da parte del sistema gestionale; conclusioni di contenziosi e impegno di risorse che si ritenevano libere; richieste superiori alla dotazione del bando per la prevenzione dei danni da gelate tardive;
- incrementare le risorse per i pagamenti dell'annualità 2024 di taluni TO con impegni poliennali, precedentemente previsti con le risorse della programmazione 2023-2027;
- attivare per l'annualità 2024 i bandi relativi ai TO 13.1.01 e 13.2.01, con pagamento dei saldi nel 2025 precedentemente previsti con le risorse della programmazione 2023-2027.

Le risorse sono riassegnate principalmente alla Misura 13 e alla Misura 11 determinando un incremento del 9% della disponibilità finanziaria per la FA 4A e del 3% per la FA 4B.

I target modificati sono il T4, il T5 e il T16 che vengono ridotti in conseguenza della liberazione delle risorse dalle Misure 4 e 6 nelle FA 2A, 2B e 5C, così come si riducono i target T1 e T3 in conseguenza della liberazione di risorse dalle Misure 1, 2 e 16 (FA 1A e 1C).

Tabella 4 - Variazione della disponibilità delle risorse per Focus area, TO e indicatore modificato

P	FA	Misura (TO con modifiche rilevanti)	Variazione risorse (€)	Variazione risorse (%)	Variazione FA (€)	Variazione FA (%)	Disponibilità totale PSR 14.1 (€)	Indicatore target (T) modificato
2	2A	1	-100.901	-2%	-13.020.604	-7%	169.596.339	T4
		2	-283.771	-14%				
		4 (4.1.01)	-13.351.177	-9%				
		6 (6.4.01)	1.292.530	8%				
		8	-21.259	-1%				
		16	-556.026	-5%				
		21	0	0%				
	2B	1	-361.805	-22%	-7.479.470	-4%	174.710.424	T5
		4 (4.1.02)	-4.346.677	-4%				
		6 (6.1.01)	-2.770.988	-3%				
3	3A	1	29.884	1%	-5.287.679	-2%	286.766.857	
		3	-125.258	-2%				
		4	-3.892.856	-2%				
		14	-227.731	-3%				
		16	-1.071.717	-5%				
	3B	1	0	0%	-4.852.011	-6%	70.352.546	
		5 (5.1.04-5.2.01)	-4.493.936	-7%				
		8	-358.075	-3%				
4	4A	1	9.997	2%	22.922.476	9%	273.683.107	
		2	-8.680	-7%				
		4 (4.4.02)	-1.382.683	-19%				
		7	0	0%				
		8 (8.5.1)	-1.442.180	-11%				
		10	268.016	0%				
		13 (13.1.01-13.2.01)	25.478.288	19%				
		16	-282	0%				
	4B	1	-225.062	-4%	12.719.870	3%	387.513.082	
		2	-15.376	-1%				
		10	172.560	0%				
		11	13.203.436	5%				
		16	-415.688	-2%				
	4C	1	-26.071	-2%	-79.438	-1%	13.492.455	
		10	-53.367	0%				
		16	0	0%				
5	5A	1	-190.724	-40%	-1.630.885	-9%	16.071.815	
		2	-135.167	-61%				

P	FA	Misura (TO con modifiche rilevanti)	Variazione risorse (€)	Variazione risorse (%)	Variazione FA (€)	Variazione FA (%)	Disponibilità totale PSR 14.1 (€)	Indicatore target (T) modificato
		4 (4.1.03 - 4.3.02)	-1.278.389	-8%				
		16	-26.605	-2%				
	5C	1	-32.879	-20%				
		6 (6.4.02)	-597.299	-7%	-644.577	-6%	9.555.745	T16
		16	-14.399	-1%				
	5D	1	-362.675	-75%				
		2	-109.958	-24%				
		4 (4.1.04)	- 483.297	-1%	-991.119	-4%	48.935.362	
		10	-30.682	-1%				
		16	-4.508	0%				
	5E	1	-39.022	-3%				
		8	-25.426	0%	-140.343	-1%	13.850.978	
		16	-75.895	-1%				
	6A	6	-400	0%	0	0%	224.600	
		1	-6.491	-3%				
	6B	7	-71.598	0%	-1.168.503	-1%	102.695.744	
		19	-1.090.414	-1%				
	6C	7 (7.3.01)	-386.450	-1%	-386.450	-1%	50.867.686	

Fonte: elaborazione ASI Srl da Scheda di notifica Modifiche al PSR 13.1 marzo 2024, per le variazioni, e da PSR 14.1 Tabella § 5.4. per "Disponibilità totale PSR".

2.2 Aggiornamento degli indicatori

Nella **Priorità 1** l'aggiornamento degli indicatori, sulla base di quanto realizzato al 31/12/2024, evidenzia importanti avanzamenti per tutti i target rispetto a quanto realizzato all'annualità 2023.

Nella **FA 1A** l'aggiornamento della spesa pubblica complessivamente concessa ed erogata² per le Misure 1, 2 e 16 (oltre 76,7 milioni di euro) porta un grado di conseguimento dell'indicatore **T1** "percentuale di spesa a norma degli articoli 14, 15 e 35 del Reg (UE) n. 1305/2013 in relazione alla spesa totale per il PSR", target ridotto a seguito della liberazione di risorse dalle Misure 1, 2 e 16, pari al 89,9%, 26 punti percentuale in più rispetto al 2023.

In crescita nella **FA 1B** anche il numero degli "interventi di cooperazione sovvenzionati nel quadro della misura di cooperazione" [articolo 35 del regolamento (UE) n. 1305/2013] (Indicatore **T2**) che al 31/12/2024 sono complessivamente 317, di cui 223 GOI, 58 GOI in più rispetto al 2023. Il grado di conseguimento del target (334) del PSR si attesta al 95%.

Nella **FA 1C** il valore dell'indicatore **T3** "numero totale di partecipanti formati a norma dell'articolo 14 del Reg (UE) n. 1305/2013" al 31/12/2024 ammonta a n. 29.779 formati, 782 in più rispetto al 2023. Tale valore considera i soggetti che hanno partecipato a più corsi e che alla data del 31/12/2024 sono stati liquidati e hanno esito positivo alla formazione. Tali formati rappresentano il 147% del valore obiettivo del PSR, valore ridotto anche esso a seguito della liberazione di risorse dalla Misura 1.

Nella **Priorità 2** si registrano netti avanzamenti degli interventi rispetto alla annualità 2023. Nella **FA 2A** il valore dell'indicatore **T4** "Percentuale di aziende agricole che fruiscono del sostegno del PSR per investimenti di ristrutturazione e ammodernamento" realizzato (1,18%) mostra un importante incremento rispetto al dato rilevato alla fine del 2023, sono infatti 867 le aziende agricole che fruiscono del sostegno, 253 in più rispetto al 2023. Il grado di conseguimento dell'obiettivo è del 65,9%, oltre 20 punti percentuale in più.

Anche nella **FA 2B** l'indicatore **T5** "Percentuale di aziende agricole che attuano un piano di sviluppo/investimenti per i giovani agricoltori con il sostegno del PSR" mostra un avanzamento passando da 2,54% a 2,64% con un grado di conseguimento dell'obiettivo che supera di gran lunga il valore target (119,1%), anche a seguito della riduzione del target apportata con le ultime modifiche al PSR.

Nella **Priorità 3** l'indicatore **T6** "Percentuale di aziende agricole che ricevono un sostegno per la partecipazione a regimi di qualità, mercati locali e filiere corte, nonché a gruppi/organizzazioni di produttori" connesso alla

² Considerando le domande con Stato Domanda Monitoraggio concessa ed erogata.

FA 3A si attesta al 2,23% con il raggiungimento dell'obiettivo programmato (101,34%); tale risultato è determinato dalle 1.638³ aziende sostenute con il TO 3.1.01.

Nella **FA 3B** l'indicatore **T7** "percentuale di aziende agricole che partecipano a regimi di gestione del rischio (aspetto specifico 3B) raggiunge lo 0,75% determinato da 550 beneficiari finanziati, con un grado di conseguimento dell'obiettivo che raggiunge l'82,3%.

Per quanto riguarda la **Priorità 4**, si osserva l'atteso avvicinamento al valore obiettivo della percentuale di foreste oggetto di contratti di gestione a sostegno della biodiversità (**R6/T8, FA 4A**); questo indicatore, che raggiunge un totale di 1.320,59 ha (72,3% del valore obiettivo), si compone di due quote: la prima (699,01 ha) si riferisce agli interventi selvicolturali, la seconda (621,58 ha) agli altri interventi di miglioramento e valorizzazione delle aree boscate.

Nella **Priorità 5**, si registra un ulteriore avanzamento dell'indicatore **R12/T14 (FA 5A)**, che oltrepassa il valore obiettivo programmato grazie sia agli interventi finalizzati al risparmio idrico realizzati dalle imprese agricole consorziate con il contributo del TO 4.1.03, sia degli interventi finanziati con il TO 4.3.02 realizzati dai Consorzi di Bonifica. Si precisa che nel caso del TO 4.3.02 sono stati considerati gli interventi con domanda di pagamento presentata a saldo, per i quali risulta conclusa l'istruttoria tecnica ed è stato effettuato il riallineamento delle superfici asservite. Il bando 2022 del TO 4.1.03 ha registrato invece una scarsa adesione (su 4 domande ammesse, 2 finanziabili per un investimento di circa 911.000 euro e una superficie asservita di **381,47** ettari), liberando risorse riallocabili.

Nella **FA 5C** gli investimenti totali (risorse pubbliche e private) attivati dalle domande concluse nell'ambito del TO 6.4.02 a 31/12/2024 raggiungono il 105,5% del target **T16** (totale degli investimenti nella produzione di energia rinnovabile), 14 punti percentuale in più rispetto al 2023, anche in virtù della riduzione del valore obiettivo, con un importo pari a 17.901.460 euro.

Gli indicatori relativi alla **FA 5D** sono stati parzialmente aggiornati sulla base delle specifiche analisi effettuate e riportate nel successivo Capitolo 5. Si segnala che, coerentemente con le modalità di calcolo del relativo target, l'indicatore **R16** è stato valorizzato escludendo il totale delle UBA finanziate con risorse EURI (non solo proporzionalmente, come effettuato in precedenza). Nonostante la diversa modalità di calcolo, si conferma l'ampio superamento del target definito per la percentuale di UBA interessata da investimenti nella gestione dell'allevamento miranti a ridurre le emissioni di gas serra e ammoniaca (Indicatore **T17**).

Nella **FA 5E**, si consolida il superamento del valore obiettivo dell'indicatore **R20/T19**, relativo alla percentuale di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione miranti al sequestro e alla conservazione del carbonio.

Nella **Priorità 6**, relativamente alla **FA 6A** è stato aggiornato l'indicatore **T20** - Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati: dal sistema di monitoraggio regionale al 31/12/2024 risultano 11 domande concesse⁴, di cui 10 concluse e saldate e con contributi erogati (netto) pari a 169.600 euro, con un incremento di due domande concluse rispetto al dicembre 2023.

L'indagine effettuata nel 2023 su un campione di beneficiari di nuove imprese extra agricole convalida il postulato della Regione che dall'aiuto erogato si avvia una nuova impresa e si crea una posizione lavorativa. Pertanto, da 10 progetti conclusi si generano **10 ULA** che rappresentano il **77%** del valore del target **T20** (13 posti di lavoro) del PSR.

Nella **FA 6B**, l'efficacia dell'indicatore **T21** rimane stabile al 100% sulla base della popolazione residente nei territori dei sei GAL selezionati.

L'aggiornamento dell'indicatore **T22** al 31/12/2024 è effettuato sulla base della popolazione residente nei Comuni nei quali sono ubicati gli interventi conclusi, evitando i doppi conteggi (popolazione netta)⁵. All'indicatore contribuiscono tre TO destinati a Comuni e altri Enti, quali Enti Parco, AUSL e ASP: TO 7.2.01

³ Si segnala che, per errore materiale, nel RAV 2023 è riportato il valore di 1.665 al posto di 1.618.

⁴ Nel 2023 le domande concesse erano 13; due domande risultano revocate/rinunciate post concessione.

⁵ Come suggerito anche dal documento redatto dal Gruppo di Lavoro tematico n.8 nell'ambito del Working Package "Ex post evaluation of RDPs 2014-2020: Learning from practice".

Realizzazione di impianti pubblici per la produzione di energia da fonti rinnovabili; TO 7.4.01 Strutture polifunzionali socioassistenziali per la popolazione e TO 7.4.02 Strutture per i servizi pubblici. I progetti conclusi al 31/12/2024 sono 46 (4 in più rispetto al 2023) di cui 15 nel TO 7.2.01, 12 nel TO 7.4.01, 19 nel TO 7.4.02. La quantificazione del T22 riconduce a 166.802 unità, mediamente poco più di 4.000 abitanti per comune. Tale valore rappresenta il 177% della popolazione obiettivo del PSR (O15=94.425 abitanti) quantificato dal PSR sulla base della stima del numero medio di abitanti in un comune zona D (3.200 abitanti) e della stima degli abitanti serviti da ciascun impianto pubblico per la produzione di energia da fonti rinnovabili (500 abitanti). Il valore realizzato di T22 è pari al 5,8% della popolazione rurale regionale, superando il valore obiettivo (T22=3,29%).

Tabella 5 - Indicatore T22 Popolazione residente nei Comuni interessati dai progetti conclusi per TO.

Domande	Comuni	Popolazione (ISTAT 2024)	TO 7.2.01	TO 7.4.01	TO 7.4.02	Totale progetti
5020194;5016043	BAISO	3.227	1	1		2
5020345	BOBBIO	3.412	1			1
5016191	BRISIGHELLA (1)	7.172		1		1
5027908	CANOSSA (2)	3.759			1	1
5016302; 5016305	CASINA	4.555	1		1	2
5020064	CASOLA VALSENIO (3)	2.504	1			1
5025765;	CASTELNOVO NE' MONTI (4)	10.345			1	1
5016126	CASTIGLIONE DEI PEPOLI	5.462		1		1
5020371; 5016100	CERIGNALE	123	1	1		2
5022648	CODIGORO	11.037			1	1
5016241	COLLECCHIO (5)	14.774			1	1
5027333	CORNIGLIO	1.755			1	1
5016415; 5027457	CORTE BRUGNATELLA	519	1		1	2
5016212	FANANO	2.980		1		1
5020189	FARINI	1.036	1			1
5020138	FERRIERE	1.115	1			1
5020315	FISCAGLIA	8.461	1			1
5025970	GAZZOLA	2.141			1	1
5016203; 5028038	GUIGLIA	4.174		1	1	2
5027700	JOLANDA DI SAVOIA	2.618			1	1
5025904	MAIOLO	799			1	1
5020139	MESOLA	6.417			1	1
5020241	MONGHIDORO	3.873	1			1
5020043	MONZUNO	6.414	1			1
5020329	MORFASSO	862	1			1
5016118	OTTONE	430		1		1
5026007	PENNABILLI	2.640			1	1
5016127	PIEVEPELAGO	2.147		1		1
5022987	PONTE DELL'OLIO	4.672			1	1
5020235	SOLIGNANO	1.681	1			1
5016211	TIZZANO VAL PARMA	2.164		1		1
5016199	TOANO	4.173		1		1
5020327; 5028212	TRAVO	2.205	1		1	2
5016366	VALMOZZOLA	536	1			1
5025773	VENTASSO	3.898			1	1
5020652	VERNASCA	2.014			1	1
5027512	VILLA MINOZZO	3.519			1	1
5016079	BAGNO DI ROMAGNA; MERCATO SARACENO; SARSINA; VERGHERETO (6)	17.494			1	1
5015957	BORGIO TOSSIGNANO; CASALFIUMANESE; CASTEL DEL RIO; FONTANELICE (7)	9.695		1		1
5016051	CIVITELLA DI ROMAGNA; GALEATA; PREMILCUORE; SANTA SOFIA (8)	10.836		1		1
Tot		166.802	15	12	19	46

Fonte Elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale e popolazione ISTAT 1 gen 2024.

Di seguito i progetti che hanno per beneficiari Enti diversi dai Comuni:

- (1) progetto (TO 7.4.01) della AUSL della Romagna (sede legale a Ravenna);
- (2) progetto (TO 7.4.02) dell'Unione Val d'Enza (sede legale a Montecchio Emilia);
- (3) progetto (TO 7.2.01) dell'ASP della Romagna faentina (sede legale a Faenza);
- (4) progetto (TO 7.4.02) dell'Ente Parco Naz App Tosco-Emiliano (sede legale a Fivizzano);
- (5) progetto dell'Ente parchi Emilia Occidentale (sede a Langhirano)
- (6) il progetto (TO 7.4.02), che ha come beneficiario l'Unione dei Comuni Valle del Savio (sede legale a Cesena), ha previsto la riqualificazione e rifunzionalizzazione di quattro immobili di alto valore storico, culturale, architettonico con la realizzazione di: Museo e sacrario per la conservazione dei martiri

dell'ultimo conflitto mondiale presso San Piero in Bagno, nel Comune di Bagno di Romagna; centro polivalente per servizi culturali, centro di aggregazione per il tempo libero e museo presso l'edificio storico annesso al palazzo comunale di Mercato Saraceno; bivacco e area attrezzata presso l'Abbazia di San Salvatore in Summano situata a Montalto, frazione del Comune di Sarsina; Casa-Museo di Tavollicci presso il Comune di Verghereto.

(7) il progetto (TO 7.4.01), che ha come beneficiario l'AUSL di Imola, ha previsto la realizzazione di una Casa della Salute Piccola, ampliando e migliorando l'erogazione dei servizi socioassistenziali a tutta la vallata del Santerno.

(8) Il progetto (TO 7.4.01), che ha come beneficiario l'Azienda Servizi alla Persona (ASP) San Vincenzo de' Paoli (sede legale a Santa Sofia), ha previsto la realizzazione di quattro nuovi servizi con sede a Santa Sofia ma accessibili ai residenti di tutti i comuni facenti parte dell'ambito territoriale di intervento dell'ASP: un polo unico medici di base; un servizio sociale territoriale; un centro di ascolto ed emporio solidale; uno sportello centro famiglie e informagiovani.

Nota: Si segnala che nel RAV 2023 era stata erroneamente stimata una popolazione di 157.376 al posto di 156.762. L'errore dipende da una stima errata della popolazione interessata dal progetto della AUSL di Imola e da un doppio conteggio della popolazione di Castelnuovo ne Monti.

Nella **FA 6B**, l'aggiornamento dell'indicatore **T23** Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (LEADER) effettuato applicando il parametro relativo all'investimento necessario per creare una nuova unità lavorativa agli investimenti ammessi⁶ - pari a oltre 57 milioni di euro di 858 progetti saldati nei TO rivolti alle aziende agricole/extra agricole al 31/12/2024, riconduce a 213 ULA create, 192% del target T23 (111 posti di lavoro), pari a 0,25 ULA/domanda conclusa.

Rispetto al 2023 (ARVI 2014-2022) si assiste alla crescita dei progetti conclusi (+33%), degli investimenti ad essi relativi (+25%) e delle ULA create (+35%) in particolare per l'incremento dei progetti conclusi nell'ambito degli aiuti specifici all'avviamento delle imprese extra agricole (80%).

Tabella 6 - Indicatore T23 Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (LEADER)

TO	Focus area secondaria	Investimento per occupato	Interventi conclusi	Volume investimenti ammessi	ULA create (2024)	ULA/domanda
		(€/ULA)	numero	euro	numero	numero
4.1.01 Investimenti in aziende agricole – az. ordinaria	2A, 3A	607.757	473	29.982.660	49	0,10
4.2.01 Investimenti rivolti a imprese agroalimentari – az. ordinaria	3A	503.569	20	3.196.850	6	0,32
6.4.01 Creazione e sviluppo di agriturismi e fattorie didattiche – az. ordinaria	2A 5C 6A	474.233	30	4.447.686	9	0,31
6.4.02 Diversificazione attività agricole con impianti per la produzione di energia da fonti alternative - az. ordinaria						
Azione specifica ⁷						
6.2.01 - Aiuto all'avviamento di imprese extra agricole (start up) - az. ordinaria e azione specifica ⁸	6A	45.093	70	2.683.643	60	0,85
19.2.02 Qualificazione delle PMI extra-agricole esistenti - az. specifica ⁹	6A	193.937	264	17.121.356	88	0,33
Totale			858	57.497.195	213	0,25

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio, indagini PSR 2014-2020 e indagini PSR 2007-2013

Nella **FA 6C**, l'Indicatore **T24** - percentuale di popolazione rurale che beneficia di servizi/infrastrutture nuovi o migliorati (TIC) non mostra avanzamenti. Le 27 domande relative a interventi conclusi riguardano la

⁶Il parametro investimento/ULA per il TO 4.1.01 è stato quantificato sulla base di indagini CAPI condotte nel 2020 su un campione di progetti conclusi nel 2019. Il parametro investimento/ULA per il TO 4.1.02 è stato desunto dal Rapporto ex post del PSR 2007-2013.

Il parametro investimento/ULA per il TO 6.4.01 (azioni ordinarie) è stato desunto dal Rapporto ex post del PSR 2007-2013. Il parametro investimento/ULA per il sostegno all'avviamento (azioni ordinarie e specifiche) è stato quantificato sulla base delle indagini CATI eseguite nel 2023 su un campione di progetti conclusi al 31/2/2022. Il parametro investimento/ULA per il sostegno alla qualificazione delle imprese (azioni specifiche) è stato quantificato sulla base delle indagini CATI eseguite nel 2023 su un campione di progetti conclusi al 31/2/2022.

⁷Sono stati considerati gli interventi saldati da: GAL Delta 2.02.A41 Azione di innovazione sociale: integrazione tra agricoltura e inclusione sociale; GAL Ducato 2.02.A22 Creare nuove opportunità per vivere il bosco; GAL Val Marecchia 2.02.A21: Imprenditoria agricola e valorizzazione patrimonio culturale, in collaborazione con MIBACT.

⁸Sono stati considerati gli interventi saldati da: GAL Appennino Bolognese, AB.2.02. A21 Azione N° 11C - Aiuto all'avviamento di imprese extra-agricole in zone rurali; GAL Antico Frignano 2.02.A12.c A.1.2.3 - Sostegno a investimenti di nuove imprese (start-up); GAL Val Marecchia 2.02.B22 e 2.02.B23 Modelli per incentivare la nascita e lo sviluppo di start-up; GAL Aiuto all'avviamento e investimenti in neoimprese extra agricole in zone rurali.

⁹GAL Appennino Bolognese 2.02.A23, Appennino Bolognese.2.02.A21 Antico Frignano 2.02.A13, AF 2.02.B11.a; AF.2.02.B11.b; AF.2.02.B11.c; Appennino Reggiano .2.02.A23; Delta 2.02.A31; Ducato.2.02.B26; Val Marecchia .2.01.B16, VM.2.02.B24

realizzazione di infrastrutture a gestione diretta Regione Emilia-Romagna, a vantaggio di 45 Comuni. La popolazione residente in tali Comuni è pari a 210.693 unità¹⁰ a fronte di una popolazione obiettivo del PSR ver 11.1 (O15) stimata pari a 299.904 abitanti. L'indicatore **T24** realizzato nel 2024 è pari al 7% della popolazione rurale regionale, il 70% del valore obiettivo, determinato dal 18% delle risorse erogate del complessivo disponibile.

Tabella 7 - Indicatore T24 Quantificazione della popolazione interessata dal TO 7.3.01

Domande	Comune	Popolazione (ISTAT 2024)	Contributo liquidato (€)
5013746	Calestano	2.107	25.244
5013762	Bedonia	3.122	433.462
	Compiano	1.047	
	Predappio	6.284	
	Ventasso	3.898	
5028937; 5029065; 5020428	Ventasso	3.898	1.273.746
5015444	Tornolo	888	416.782
5015449	Casina	4.555	14.596
5020464	Castelnuovo ne Monti	10.345	93.546
	Pellegrino Parmense	968	
5046121	Bettola	2.646	348.182
	Bore	632	
	Fontanelice	1.912	
	Langhirano	10.889	
	Marzabotto	6.871	
5046256	Carpineti	3.901	84.076
	Tresignana	6.986	
5048991	Toano	4.173	1.335.516
	Villa Minozzo	3.519	
5048998	Monterenzio	6.110	607.384
	Sarsina	3.337	
5054039	Vernasca	2.014	221.873
5054083	Varano de Melegari	2.567	82.473
5054333	Casteldelci	364	486.291
5054413	Pennabilli	2.640	276.421
	San Leo	2.815	
	Talamello	1.064	
5054417	Maiolo	799	148.519
5054434	Goro	3.436	87.669
	Montese	3.307	
5056845	Serramazzoni	8.813	191.277
5056990	Terenzo	1.152	290.607
	Vergato	7.645	
5103156	Mercato Saraceno	6.837	384.788
	Valsamoggia	31.925	
5103887	Castiglione dei Pepoli	5.462	414.276
	Monchio delle Corti	825	
5104129	Berceto	1.968	405.270
	Gaggio Montano	4.835	
5104243	Bagno di Romagna	5.579	507.650
	Guiglia	4.174	
	Loiano	4.510	
	Monzuno	6.414	
5104246	Baiso	3.227	380.354
	Canossa	3.759	
5111465	Alto Reno Terme	7.050	89.536
	Castel di Casio	3.322	
5057147	Alto Reno Terme	7.050	470.944
Totale	45	210.693	9.070.483

Fonte Elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale e popolazione ISTAT 1 gen 2024, senza doppi conteggi.

¹⁰I 1.757 abitanti in più rispetto al 2023 sono da attribuirsi all'incremento del dato ISTAT al 2024 e non a un avanzamento progettuale.

Gli indicatori aggiornati sono riportati nella seguente tabella nella colonna "Obiettivi (target) realizzati al 2024". Le modalità di calcolo sono descritte in nota.

Tabella 8 - Indicatori di obiettivo (target) e risultato

P	FA	Denominazione dell'indicatore obiettivo (target)	M/TO che contribuiscono all'obiettivo	Dati di base (indicatori) utilizzati per il calcolo degli obiettivi realizzati				Obiettivi (target) realizzati al 2024	Obiettivi (target) del PSR al 2025 (v. 14.1)	Grado di conseguimento al 2024
				Output	Realizzato al 2024 ¹¹ (a)	Denominatore (eventuale)	Valore (b)	(c)	(d)	(c)/(d)
1	1A	T1 Percentuale di spesa a norma degli articoli 14, 15 e 35 del regolamento (UE) n. 1305/2013 in relazione alla spesa totale per il PSR (aspetto specifico 1A)	M01, M02, M16	Spesa pubblica totale (da 1.1 a 1.3) + Spesa pubblica totale (da 2.1 a 2.3) + Spesa pubblica totale (da 16.1 a 16.9) in euro	76.772.431 ¹²	Totale spese pubbliche preventivate per il PSR	1.598.120.163	4,8%	5,34%	89,9%
	1B	T2 Numero totale di interventi di cooperazione sovvenzionati nel quadro della misura di cooperazione (articolo 35 del regolamento (UE) n. 1305/2013) (aspetto specifico 1B)	M16	N. di gruppi operativi del PEI da finanziare (costituzione e gestione) (16.1) + N. di interventi di cooperazione di altro tipo (da 16.2 a 16.9)	-	-	-	317 ¹³	334	95%
	1C	T3 Numero totale di partecipanti formati a norma dell'articolo 14 del regolamento (UE) n. 1305/2013 (aspetto specifico 1C)	TO 1.1.01	N. di partecipanti ad azioni di Formazione	31.705 ¹⁴	-	-	29.779 ¹⁵	20.205	147%
2	2A	R1/T4 Percentuale di aziende agricole che fruiscono del sostegno del PSR per investimenti di ristrutturazione	TO 4.1.01	Numero di aziende agricole che fruiscono del sostegno del PSR per investimenti di ristrutturazione e	867 ¹⁶	C 17 Aziende agricole (fattorie) - totale	73.470	1,18 %	1,79%	65,9%

¹¹ Le "operazioni realizzate" fanno riferimento a domande finanziate che hanno ricevuto almeno un acconto per gli interventi finanziati dal PSR.

¹² Per il calcolo dell'indicatore di output O1 "Spesa pubblica totale (da 1.1 a 1.3) + Spesa pubblica totale (da 2.1 a 2.3) + Spesa pubblica totale (da 16.1 a 16.9) in euro" sono state selezionate le domande delle Misure 1,2,16 selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse e/o erogate, includendo i trascinamenti ("Flag Trascinamento" S/N). Gli importi sono calcolati sommando i valori diversi da 0 e da nullo dal campo Contributo Liquidato Netto (da SOC).

¹³ Per il calcolo degli indicatori di output O16 "N. di gruppi operativi del PEI da finanziare (costituzione e gestione) (16.1)" e O17 "N. di interventi di cooperazione di altro tipo (da 16.2 a 16.9)" sono state conteggiate le domande (Id Domanda SOP SIAG, senza ripetizioni) della Misura 16 selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse e dal campo "Contributo liquidato Netto da SOC" valori >0 e non nulli.

¹⁴ Per il calcolo dell'indicatore di output (O12) che comprende i partecipanti alle azioni di formazione, sono stati utilizzati i dati relativi al Dettaglio corsi e Dettaglio Partecipanti fornito da Regione all'anno 2024, conteggiando le domande (con ripetizioni) del TO 1.1.01 con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda DWH" le domande Erogate.

¹⁵ Per il calcolo dell'indicatore obiettivo (target) che comprende i formati con successo dalle azioni di formazione, sono stati utilizzati i dati relativi al Dettaglio corsi e Dettaglio Partecipanti fornito da Regione all'anno 2024, conteggiando le domande (con ripetizioni) del TO 1.1.01 con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda DWH" le domande Erogate e dal campo Test le "S".

¹⁶ Per il calcolo dell'indicatore di output O4 "Numero di aziende agricole che fruiscono del sostegno del PSR per investimenti di ristrutturazione e ammodernamento (aspetto specifico 2A)" sono state selezionate le aziende beneficiarie (CUAA) del TO 4.1.01 (FA 2A) con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse, dal campo "Flag is liquidato a saldo" le domande S e dal campo Contributo Liquidato Netto (da SOC) valori diversi da 0 e da nullo.

P	FA	Denominazione dell'indicatore obiettivo (target)	M/TO che contribuiscono all'obiettivo	Dati di base (indicatori) utilizzati per il calcolo degli obiettivi realizzati				Obiettivi (target) realizzati al 2024	Obiettivi (target) del PSR al 2025 (v. 14.1)	Grado di conseguimento al 2024
				Output	Realizzato al 2024 ¹¹ (a)	Denominatore (eventuale)	Valore (b)	(c)	(d)	(c)/(d)
		e ammodernamento (aspetto specifico 2A)		ammodernamento (aspetto specifico 2A)						
	2B	R3/T5 Percentuale di aziende agricole che attuano un piano di sviluppo/investimenti per i giovani agricoltori con il sostegno del PSR (aspetto specifico 2B)	TO 6.1.01	Numero di aziende agricole che attuano un piano di sviluppo/investimenti per i giovani agricoltori con il sostegno del PSR (aspetto specifico 2B)	1.943 ¹⁷	C 17 Aziende agricole (fattorie) - totale	73.470	2,64%	2,22%	119,1%
3	3A	R4/T6 Percentuale di aziende agricole che ricevono un sostegno per la partecipazione a regimi di qualità, mercati locali e filiere corte, nonché a gruppi/organizzazioni di produttori (aspetto specifico 3A)	TO 3.1.01	Numero di aziende agricole che ricevono un sostegno per la partecipazione a regimi di qualità, mercati locali e filiere corte, nonché a associazioni/organizzazioni di produttori (aspetto specifico 3A)	1.638 ¹⁸	C 17 Aziende agricole (fattorie) - totale	73.470	2,23%	2,20%	101,34%
	3B	R5/T7 Percentuale di aziende agricole che partecipano a regimi di gestione del rischio (aspetto specifico 3B)	TO 5.1.01 TO 5.1.03 TO 5.1.04	N. di beneficiari per azioni di prevenzione (5.1) - aziende agricole	550 ¹⁹	C 17 Aziende agricole (fattorie) - totale	73.470	0,75 %	0,91%	82,3 %
4	4A	R7/T9 Percentuale di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione a sostegno della biodiversità e/o dei paesaggi (aspetto specifico 4A)	TO 8.1.01, 8.1.02, 10.1.01, 10.1.06, 10.1.07, 10.1.09, 10.1.10, 11.1.01, 11.2.01, 13.1.01, 13.2.01	Terreni agricoli oggetto di contratti di gestione a sostegno della biodiversità e/o dei paesaggi (ha)	479.838	C 18 Superficie agricola - SAU totale	1.064.210	45,09%	42,61%	105,8%
		R6/T8 Percentuale di foreste/altre superfici boschive oggetto di contratti di gestione	TO 8.5.01	Foreste/altre superfici boschive oggetto di contratti di gestione in	1.320,59	C 29 Foreste e altre superfici boschive (FOWL) - totale	611.000	0,22%	0,30%	72,3%

¹⁷ Per il calcolo dell'indicatore di output O4 "Numero di aziende agricole che attuano un piano di sviluppo/investimenti per i giovani agricoltori con il sostegno del PSR (aspetto specifico 2B)" sono state selezionate le aziende beneficiarie (CUAA) del TO 6.1.01 con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse, dal campo "Anno liquidazione" le domande diverse da nullo e dal campo Contributo Liquidato Netto (da SOC) valori diversi da 0 e da nullo.

¹⁸ Per il calcolo dell'indicatore di output O4 "Numero di aziende agricole che ricevono un sostegno per la partecipazione a regimi di qualità, mercati locali e filiere corte, nonché a associazioni/organizzazioni di produttori (aspetto specifico 3A)" sono state selezionate le aziende beneficiarie (CUAA) del TO 3.1.01 con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse o Ammissibili alla concessione, dal campo "Flag is liquidato a saldo" le domande S e dal campo "Anno Liquidazione" le domande diverse da nullo. Per il TO 16.4.01 non risultano domande ammissibili.

¹⁹ Per il calcolo dell'indicatore di output O4 "N. di beneficiari per azioni di prevenzione (5.1) - aziende agricole" sono state selezionate le aziende beneficiarie (CUAA) del TO 5.1.01, 5.1.03 e 5.1.04 (FA 3B) inclusi i trascinamenti con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda Monitoraggio" le domande concesse e dal campo Contributo Liquidato Lordo (da SOC) valori diversi da 0 e da nullo e dal campo "Anno liquidazione" le domande diverse da nullo. Dalla selezione sono stati quantificati i CUAA senza doppi conteggi. Il TO 5.1.02 è finanziato con fondi Inail.

P	FA	Denominazione dell'indicatore obiettivo (target)	M/TO che contribuiscono all'obiettivo	Dati di base (indicatori) utilizzati per il calcolo degli obiettivi realizzati				Obiettivi (target) realizzati al 2024	Obiettivi (target) del PSR al 2025 (v. 14.1)	Grado di conseguimento al 2024
				Output	Realizzato al 2024 ¹¹ (a)	Denominatore (eventuale)	Valore (b)	(c)	(d)	(c)/(d)
		a sostegno della biodiversità (aspetto specifico 4A)		sostegno della biodiversità (ha)						
	4B	R8/T10 Percentuale di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione volti a migliorare la gestione idrica (aspetto specifico 4B)	TO 8.1.01, 8.1.02, 8.1.03, 10.1.1, 10.1.7, 10.1.9, 10.1.10, 11.1.1, 11.2.1	Terreni agricoli oggetto di contratti di gestione volti a migliorare la gestione idrica (ha)	297.431	C 18 Superficie agricola - SAU totale	1.064.210	27,95%	27,8%	100,5%
	4C	R10/T12 Percentuale di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione volti a migliorare la gestione del suolo e/o a prevenire l'erosione del suolo (aspetto specifico 4C)	TO 8.1.01, 8.1.02, 8.1.03, 10.1.1, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.10, 11.1.1, 11.1.2	Terreni agricoli oggetto di contratti di gestione volti a migliorare la gestione del suolo e/o a prevenire l'erosione del suolo (ha)	291.753	C 18 Superficie agricola - SAU totale	1.064.210	27,42%	27,99%	97,9%
	5A	R12/T14 Percentuale di terreni irrigui che passano a sistemi di irrigazione più efficienti (aspetto specifico 5A)	TO 4.1.03, 4.3.02	Superficie (ha) interessata da investimenti finalizzati al risparmio idrico	13.244,73 ²⁰	C 20 Terreni irrigui - totale	256.980	5,15%	1,62%	318%
5	5C	T16 Totale degli investimenti nella produzione di energia rinnovabile (aspetto specifico 5C)	TO 6.4.02	Totale investimenti (pubblici e privati) in EUR	17.901.460 ²¹	-	-	17.901.460	16.960.895,21	105,5%
	5D	R16/T17 Percentuale di UBA interessata da investimenti nella gestione dell'allevamento miranti a ridurre le emissioni di GHG e ammoniaca (aspetto specifico 5D)	TO 4.1.04	UBA interessati da investimenti nella gestione dell'allevamento miranti a ridurre le emissioni di GHG e ammoniaca	119.686 ²²	C 21 Capi di bestiame - totale	1.203.660	9,9%	2,95%	337,2%
		R17/T18 Percentuale di terreni agricoli oggetto di contratti di gestione miranti a ridurre le emissioni di GHG e/o ammoniaca (aspetto specifico 5D)	TO 10.1.01, 10.1.02, 10.1.04	Terreni agricoli oggetto di contratti di gestione miranti a ridurre le emissioni di GHG e/o ammoniaca (ha)	119.238	C 18 Superficie agricola - SAU totale	1.064.210	11,20%	11,25%	99,6%

²⁰ Il valore realizzato considera le superfici interessate dalle 4 operazioni "in trascinamento" approvate nel precedente periodo di programmazione e concluse entro il 2018.

²¹ Per il calcolo dell'indicatore T16 è stato considerato il totale del "Costo Investimento Ammesso" relativo alle domande afferenti al TO 6.4.02 selezionate dal "trasversale" con le seguenti modalità: selezionando dal campo "Stato Domanda" le domande concesse e dal campo "Flag is liquidato a saldo" le domande con S. Il TO 6.4.03 non è stato attivato.

²² Per il calcolo dell'indicatore R16 sono state considerate unicamente le UBA finanziate con risorse FEASR o Top-up, in coerenza con le modalità di calcolo del target. Si tratta di 119.686 UBA su 198.876 UBA complessivamente finanziate (incluso EURI) e di 197 aziende su un totale di 346. Il valore dell'indicatore risulta inferiore rispetto a quanto riportato nel RAV 2023 poiché non è stato calcolato proporzionalmente ma in modo più preciso.

P	FA	Denominazione dell'indicatore obiettivo (target)	M/TO che contribuiscono all'obiettivo	Dati di base (indicatori) utilizzati per il calcolo degli obiettivi realizzati				Obiettivi (target) realizzati al 2024	Obiettivi (target) del PSR al 2025 (v. 14.1)	Grado di conseguimento al 2024
				Output	Realizzato al 2024 ¹¹ (a)	Denominatore (eventuale)	Valore (b)	(c)	(d)	(c)/(d)
	5E	R20/T19 Percentuale di terreni agricoli e forestali oggetto di contratti di gestione che contribuiscono al sequestro e alla conservazione del carbonio (aspetto specifico 5E)	TO 8.1.01, 8.1.02, 8.1.03, 10.1.01, 10.1.03, 10.1.04, 10.1.07, 10.1.09, 10.1.10	Terreni agricoli e forestali gestiti in maniera tale da promuovere il sequestro e la conservazione del carbonio (ha)	137.357	C 18 Superficie agricola - SAU totale + C 29 Foreste e altre superfici boschive (FOWL) - totale	1.675.210	8,20%	7,53%	108,9%
6	6A	R21/T20 Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (aspetto specifico 6A)	TO 6.2.01	N. posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati	10	-	-	10	13	77%
	6B	R22/T21 Percentuale di popolazione rurale interessata da strategie di sviluppo locale (aspetto specifico 6B)	SM 19.1, 19.2, 19.3, 19.4	Popolazione coperta dai GAL	714.332 ²³	C 1 Popolazione rurale e intermedia	2.866.849	24,9%	24,9%	100%
		R23/T22 Percentuale di popolazione rurale che beneficia di migliori servizi/infrastrutture (aspetto specifico 6B)	SM 7.2, 7.4	Popolazione netta che beneficia di migliori servizi/infrastrutture	166.802 ²⁴	C 1 Popolazione rurale e intermedia	2.866.849	5,8%	3,29%	177%
		R24/T23 Posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (LEADER) (aspetto specifico 6B)	SM 19.2, 19.3	N. posti di lavoro creati nell'ambito dei progetti finanziati (LEADER)	213 ²⁵	-	-	213	111	192%
	6C	R25/T24 percentuale di popolazione rurale che beneficia di servizi/infrastrutture nuovi o migliorati (TIC) (aspetto specifico 6C)	SM 7.3	Popolazione che beneficia di infrastrutture TI nuove o migliorate	210.693 ²⁶	C 1 Popolazione rurale e intermedia	2.866.849	7,35%	10,46%	70%

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale al 31/12/2024 e altre Fonti

²³ Popolazione residente (ISTAT anno 2021) nei Comuni compresi nei territori dei GAL.

²⁴ Popolazione residente (ISTAT al 1 gen 2024) nei Comuni in cui sono presenti interventi conclusi, con saldo liquidato.

²⁵ L'aggiornamento è stato effettuato applicando il parametro relativo all'investimento necessario per creare una nuova unità lavorativa (euro/ULA), agli investimenti ammessi nei progetti saldati nei TO rivolti alle imprese agricole ed extra agricole al 31/12/2024.

²⁶ Popolazione residente (ISTAT al 1 gen 2024) nei Comuni in cui sono presenti interventi conclusi. Il valore obiettivo dell'indicatore è 299.904 abitanti, il 10,46% della popolazione rurale.

➤ Indicatori di risultato complementari

Gli Indicatori di risultato complementari non vengono comparati con un valore target. Nella tabella seguente sono riportati questi indicatori distinti per Focus Area. Come si può osservare, per ogni indicatore di risultato complementare sono riportati i valori dei contributi primari e secondari²⁷ derivanti dai TI programmati nel PSR e i valori totali ottenuti dalla somma o media ponderata di entrambe le tipologie di contributo.

Tabella 9 - Indicatori di risultato complementari

FA	Indicatori di risultato complementari	Valore totale realizzato	Ultimo aggiornamento	TO programmati nella FA che hanno fornito contributi primari	Contributi primari	TO programmati in altre FA che hanno fornito contributi secondari	Contributi secondari
2A	R2 Cambiamento della produzione agricola nelle aziende agricole sovvenzionate/ULA (unità di lavoro annuo) valore netto	16.028 €/ULA	2020	4.1.01 (FA 2A)	22.466	4.1.02 (FA 2B)	8.265
5A	R13 Aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua nel settore agricolo nell'ambito di progetti sovvenzionati dal PSR: Risparmio idrico per unità di superficie (proxy)	1.217 m ³ /ha/anno	2023	4.1.03, 4.3.02	1.072 m ³ /ha/anno	4.1.01, 10.1.01, M 11	1.476 m ³ /ha/anno
5C	R15 Energia rinnovabile prodotta attraverso progetti sovvenzionati	2.692 TEP	2024	6.4.02	1.783 TEP	7.2.01, 6.4.01, 4.1.01., 4.1.02	909 TEP
5D	R18 Riduzione delle emissioni di metano e protossido di azoto	36.069 Mg CO ₂ e/anno	2022, 2024*	4.1.04, 10.1.01, 10.1.02, 10.1.04	18.953 Mg CO ₂ e/anno	4.1.01, 10.1.07, 10.1.09, 10.1.10, M 11	17.116 Mg CO ₂ e/anno
	R19 Riduzione delle emissioni di ammoniaca	5.224 Mg NH ₃ /anno	2022, 2024*	4.1.04, 10.1.01, 10.1.02	4.434 Mg NH ₃ /anno	4.1.01, 10.1.07, 10.1.09, 10.1.10, M 11	790 Mg NH ₃ /anno

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati indagini dirette e altre fonti. *Aggiornato al 2024 solo il contributo primario (cfr. Cap. 5)

L'indicatore **R2** Cambiamento della produzione agricola nelle aziende agricole sovvenzionate/ULA (unità di lavoro annuo) (FA 2A), misura la variazione della produzione agricola (PLV) nelle aziende agricole sovvenzionate, rispetto alle unità di lavoro annuo (ULA) impiegate nelle stesse. La stima dell'indicatore R2 è stata condotta utilizzando le informazioni economiche rilevate direttamente presso le aziende agricole beneficiarie degli interventi TI 4.1.01 (FA 2A e 2B) conclusi entro il 31/12/2019 e i dati disponibili nella RICA elaborati per la stima dei contributi primari e secondari al netto delle variazioni intervenute in assenza dell'intervento. Come già rilevato nella RAV 2022, non essendoci ulteriori dati di natura primaria disponibili sugli interventi conclusi dopo il 2019 l'ultimo aggiornamento dell'indicatore è relativo all'anno contabile 2020. Come si vede nella tabella per il TI 4.1.1 (FA 2A) il valore dell'indicatore R2 è pari a 22.466 €/ULA); mentre

²⁷ Seguendo le indicazioni della tabella degli indicatori di risultato riportata nel "Working Document – SFC 2014 EAFRD AIR technical guidance" (versione 23 luglio 2018): i contributi primari sono quelli generati da misure programmate nella focus area di riferimento per l'indicatore; i contributi secondari sono generati da misure programmate in altre focus area e che non concorrono alla quantificazione degli indicatori target; i contributi secondari non sono applicabili (N/A) agli indicatori di risultato/target (R/T) ma sono quantificabili con gli indicatori di risultato complementari.

per il TI 4.1.1 (FA 2B), che fornisce un contributo secondario, il valore dello stesso è pari a 8.265 €/ULA). Sommando (in maniera ponderata) i due contributi il contributo complessivo del PSR all'indicatore R2 è pari a 16.028 €/ULA.

La stima dell'indicatore complementare **R13** è stata aggiornata nel RVI 2014-2023 utilizzando quale indicatore di efficienza "proxy" la variazione dei consumi annuali di acqua per l'irrigazione riferiti all'unità di superficie agricola irrigata. Per la stima del suddetto indicatore sono stati considerati separatamente: gli interventi per il risparmio della risorsa idrica attivati nella FA 5A (contributo primario dei TO 4.1.03 e 4.3.02); gli impegni programmati in altre Focus area che hanno fornito contributi secondari alla riduzione dei consumi irrigui (TO 4.1.01, TO 10.1.01, M 11).

Sono inoltre stati considerati 3 principali passaggi entro i quali si realizzano le azioni di efficientamento, producendo un risparmio idrico potenziale:

- 1) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di accumulo e distribuzione interaziendali (RIP-1), realizzato con i TO 4.1.03 e 4.3.02;
- 2) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di distribuzione al campo (RIP-2), realizzato con il TO 4.1.01;
- 3) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di previsione dei volumi irrigui da distribuire attraverso l'impiego di sistemi di consulenza all'irrigazione (IRRINET) (RIP-3) applicati nei terreni serviti dagli invasi, realizzato con i TO 4.1.03 e 4.3.02 e con gli impegni aggiuntivi facoltativi (IAF 25) nell'ambito del TO 10.1.01 e della M 11.

Considerando unicamente i contributi primari determinati dagli investimenti realizzati con i TO 4.1.03 e 4.3.02, è stato ottenuto un valore di risparmio idrico potenziale pari a $1.072 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$, a cui si aggiunge il contributo secondario determinato dagli investimenti realizzati con il TO 4.1.01 e con gli impegni aggiuntivi facoltativi adottati nell'ambito della produzione integrata e biologica ($1.476 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$).

La riduzione dei consumi unitari ha raggiunto un valore totale²⁸ di $1.217 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$, con un avanzamento rispetto a quanto ipotizzato nel precedente rapporto di valutazione intermedia (RVI 2014-2020) quando lo stesso indicatore, ricalcolato con lo stesso metodo utilizzato nel RVI 2014-2023, avrebbe assunto il valore di $1.017 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$. Questo valore appare ancora più significativo se si considera che nell'attuale analisi, basata sulle domande di pagamento, le superfici asservite agli interventi realizzati risultano per lo più inferiori a quanto stimato in fase di concessione, in quanto tengono conto delle domande rinunciate, in variante o escluse a seguito di violazioni specifiche.

Nel complesso si stima che il PSR sia in grado di determinare una riduzione potenziale dei consumi d'acqua di poco inferiore ai 23,9 mln di metri cubi per anno, ben oltre il valore stimato a inizio programma (3,33 mln $\text{m}^3 \cdot \text{anno}^{-1}$, cfr. Disegno di valutazione).

Nel Capitolo 4 sono illustrati i risultati di una ulteriore indagine realizzata al fine di completare il quadro di approfondimento dell'attuazione e delle ricadute degli investimenti del PSR nelle infrastrutture irrigue, esaminando gli interventi conclusi dai Consorzi di Bonifica a valere sul TO 4.3.02 "Infrastrutture irrigue" e i punti di vista dei Consorzi stessi e delle Aziende di uno di questi, scelto quale "caso studio".

L'indicatore **R15** è stato aggiornato dettagliando i contributi per TO e tipo di fonte energetica come riportato nel **Capitolo 7**. L'aggiornamento mostra un ulteriore aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili confermando la tendenza rilevata negli ultimi rapporti valutativi (RAV 2022 e RAV 2023). L'energia stimata prodotta grazie ai progetti sovvenzionati dal PSR è di 2.692 TEP, in crescita di oltre il 25% rispetto al 2023, ma ancora lontana dall'obiettivo di 9.963 TEP (27%). L'energia rinnovabile proviene da 354 impianti, con il 66% (1.783 TEP) attribuito ai progetti del TO 6.4.02, contributo primario, e il restante 34% (909 TEP) ad altri tipi di operazione con contributo secondario (7.2.01, 4.1.01, 4.1.02 e 6.4.01). Tra questi, spicca il TO 7.2.01, con 403 TEP (15% del totale), legato a impianti realizzati da Enti pubblici.

²⁸ Il valore totale è calcolato come media ponderata sulla superficie dei contributi primari e secondari

Per la stima degli indicatori **R18** (riduzione delle emissioni di gas serra) e **R19** (riduzioni delle emissioni di ammoniaca) vengono esaminate separatamente: 1) la componente dovuta al miglioramento delle pratiche di coltivazione dei terreni; 2) la componente dovuta agli investimenti realizzati dalle aziende zootecniche nelle diverse fasi di trattamento, stoccaggio e spandimento dei reflui. La prima componente non subisce variazioni significative tra il 2022 e il 2024. La stima della componente dovuta agli investimenti realizzati negli allevamenti con il contributo primario del TO 4.1.04 (contributo primario) è stata aggiornata al 2024, come descritto nel successivo Capitolo 5. Restano aggiornati al 2022 i valori di emissione e riduzione dovuti ai contributi secondari del TO 4.1.01; anche questi valori verranno ricalcolati nell'ambito della Valutazione ex-post sulla base dei coefficienti e della metodologia messi a punto nell'analisi 2022.

➤ Indicatori specifici regionali

Tabella 10 - Elenco degli indicatori specifici regionali quantificati

Codice	Definizione	Unità di misura	Valore realizzato	Ultimo aggiornamento
IS1	Aumento di valore aggiunto	euro	470.651.790	2023
IS2	Superfici agricole ad elevata valenza naturale	ha	313.244	2020
IS3	SAU ad agricoltura biologica	% SOI/SAU	15,75%	2022
IS4	Estensione interventi di connessione degli habitat naturali	ha	7.981	2022
IS5	Variazione dei carichi di azoto nelle aree di intervento	kg/ha	-12,6	2020
	Variazione dei carichi di fosforo nelle aree di intervento	kg/ha	-5,0	2020
	Variazione dei bilanci di azoto nelle aree di intervento	kg/ha	-6,8	2020
	Variazione dei bilanci di fosforo nelle aree di intervento	kg/ha	-2,3	2020
IS6	Variazione dell'uso dei prodotti fitosanitari di cui prodotti a tossicità acuta elevata (GHS06)	%	2,28	2020
	prodotti a tossicità cronica elevata (GHS08)	%	3,09	2020
	prodotti a sospetta o comprovata cancerogenicità o teratogenicità (GHS8 ex R40 e R63)	%	-1,86	2020
	prodotti a medio-bassa tossicità (GHS07)	%	-32,07	2020
	prodotti non pericolosi (ALTRO NON GSH 06,07,08)	%	-4	2020
	RAME	%	17,35	2020
	p.a. ammessi dal Reg. 834	%	2,75	2020
		%	17,35	2020
IS7	Variazione (incremento) degli apporti di sostanza organica stoccata o "stabile" (SOS) nelle aree agricole di intervento	kg/ha	110	2022
		Gg/anno	34,12	2022
IS8	SAU coltivata con tecniche conservative	ha	1.221	2020*
IS11	Incremento del carbonio sequestrato annualmente nella biomassa forestale	Mg CO ₂ e/anno	26.833	2024
IS13	Produttori che allevano almeno una specie con il metodo biologico	n	602	2022

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati indagini dirette e altre fonti. * anno di picco

L'aggiornamento degli indicatori specifici regionali è stato condotto per:

- l'indicatore **IS11**, ricalcolato al 2024 in modo da tener conto di una lieve variazione della superficie degli impianti realizzati con il TO 8.1.03.

2.3 La valutazione d'impatto

L'aggiornamento degli indicatori di impatto al 2024 è stato condotto ove possibile. Per gli indicatori in cui non è stato possibile l'aggiornamento restano i valori quantificati al 2020 (ARVI 2014-2020).

L'aggiornamento degli indicatori d'impatto socioeconomico mostra dinamiche positive relativamente agli effetti del PSR sul tessuto imprenditoriale e sul mercato del lavoro regionale. Tali effetti rimangono perlopiù invariati rispetto allo scorso aggiornamento, sebbene alcune positive variazioni del contesto regionale riducano proporzionalmente l'impatto del PSR sulle medesime variabili, in particolare nel caso degli indicatori I.02 e I.03.

La redditività delle imprese agricole (indicatore C26 Reddito da impresa agricola²⁹) misurata a livello regionale come remunerazione dei fattori apportati dall'imprenditore (terra, capitale e lavoro) è aumentata tra il 2014 e il 2022 del 32%: i dati RICA mostrano infatti un aumento consistente del valore del reddito delle imprese è passato da 32.327 euro/ULA familiari (2014) a 42.671 euro/ULA (2022); da notare che quest'ultimo valore è leggermente inferiore a quanto registrato nel 2021 (43.885 euro/ULA) indicando una leggera flessione dei redditi familiari. In tale contesto l'intervento del PSR ha sostenuto il reddito delle aziende agricole beneficiarie producendo un impatto a livello regionale di 3.891 euro/ULA familiari (indicatore d'impatto **I.01**).

Il PSR ha contribuito all'aumento del reddito dei fattori produttivi in agricoltura, calcolato come rapporto tra valore aggiunto e unità di lavoro impiegate nei processi produttivi, producendo un impatto (indicatore d'impatto **I.02**) a livello regionale 2.676 euro/ULA. Tale valore è leggermente superiore (+8,8%) a quello stimato nel RAV 2022 (2.459 euro/ULA), segno della maggiore crescita del valore aggiunto agricolo, rispetto alle unità di lavoro impiegate, registrata nelle aziende beneficiarie rispetto al contesto regionale nel 2022.

Il PSR ha favorito l'aumento della produttività del lavoro nelle aziende beneficiarie, sostenendo la crescita della produzione aziendale e una meno proporzionale crescita dei costi; a fronte di un contesto regionale in cui nel 2022 la PLV aumenta più che proporzionalmente rispetto ai costi, l'indicatore proxy dell'indicatore d'impatto **I.03**, pari a 3,37%, aumenta leggermente rispetto al valore riportato nel RAV 2022 (3,08%) mostrando una capacità delle aziende agricole beneficiarie di ottimizzare i costi di produzione grazie agli investimenti aumentando al contempo la produzione.

Il PSR ha promosso la creazione d'imprese e fornito il sostegno per la diversificazione dell'economia rurale e la crescita delle opportunità occupazionali nei territori rurali. Gli interventi realizzati nelle FA 6A e 6B (LEADER) e nelle FA 2A, 2B e 3A, hanno generato rispettivamente 163 e 1.780 unità di lavoro annue (ULA). Il numero di posti di lavoro creati grazie agli interventi del PSR è stimato quindi in 1.943 ULA (in crescita del 20% rispetto all'anno precedente) con un impatto dello 0,075% sulla variazione del tasso di occupazione regionale nella fascia 20-64 anni (indicatore d'impatto **I.14**), che nel 2022 si è attestato al 74,4%, valore in aumento rispetto all'anno precedente.

Per quanto riguarda gli effetti del PSR sul contesto ambientale, le modifiche apportate al programma nel 2021 hanno rafforzato e prolungato la durata dei benefici già evidenziati nell'ARVI 2014-2020, potenziando il contributo del programma al raggiungimento degli obiettivi europei in tema di protezione della biodiversità, clima, energia, riduzione degli inquinanti e risparmio idrico in agricoltura, in coerenza con gli orientamenti europei e con i vincoli imposti da NGEU. Alcuni di questi effetti si sono consolidati in seguito all'emissione dei nuovi bandi, nonché alla conclusione degli investimenti ancora in corso. Si evidenzia in particolare il contributo del PSR alla riduzione delle emissioni di gas serra e ammoniaca dovute all'agricoltura, che nel 2024 interessa rispettivamente il 4% (-135.463 Mg CO₂e) e il 13% (-5.224 Mg NH₃) delle emissioni regionali del macrosettore.

²⁹ L'indicatore è stato calcolato dal Valutatore sulla base dei dati disponibili dalla RICA; infatti, per tale indicatore non sono disponibili dati ufficiali dal sito della Rete Rurale Nazionale (dati non disponibili).

Tabella 11 - Indicatori di impatto del PSR

Indicatore d'impatto		Unità di misura	Indicatore di contesto corrispondente		Contributo PSR (Valore)	Ultimo aggiornamento
			Codice	Valore aggiornato		
I.01. Reddito da impresa agricola		Euro/ULA (non salariate)	ICC26 Reddito da impresa agricola (RN/ULF)	42.671 euro/ULA (anno 2022)	3.891	2023
I.02. Reddito dei fattori in agricoltura		Euro/ULA	ICC25 Reddito dei fattori in agricoltura	44.740 euro/ULA (anno 2022)	2.676	2023
I.03. Produttività totale dei fattori in agricoltura		PLV/COSTI (proxy)	-	-	3,37	2023
I.07. Emissioni dall'agricoltura	Emissioni di gas serra dovute all'agricoltura	t di CO ₂ equivalente	C45. Emissioni di GHG dovute all'agricoltura	3.302.000 (2019)	-135.463	2024*, 2022
	Emissioni di ammoniaca dovute all'agricoltura	t di NH ₃	-	41.316 (2019)	-5.224	2024*, 2022
I.08. Indice dell'avifauna in habitat agricolo (FBI)		Indice 2000 = 100	C35. Indice dell'avifauna in habitat agricolo (FBI)	58,15 (2022)	NQ	-
I.09. Agricoltura ad elevata valenza naturale		% AVN sul totale della SAU	C37. Agricoltura ad elevata valenza naturale	41,3	30	2020
I.10. Estrazione di acqua in agricoltura		1 000 m³/anno	C39. Estrazione di acqua in agricoltura	1.090	-1,2	2023
I.11.	Potenziale eccedenza di azoto sui terreni agricoli	kg di N/ha/anno	C40. Qualità dell'acqua	NA	- 1,7	2020
	Potenziale eccedenza di fosforo sui terreni agricoli	kg di P/ha/anno		NA	-1,5	2020
	Nitrati nelle acque dolci - Acque di superficie	% siti di monitoraggio – qualità elevata		NA	NQ	-
		% siti di monitoraggio – qualità discreta		NA	NQ	-
		% siti di monitoraggio – qualità scarsa		NA	NQ	-
	Nitrati nelle acque dolci - Acque sotterranee	% siti di monitoraggio – qualità elevata		75 (2016-2019)	NQ	-
		% siti di monitoraggio – qualità discreta		17 (2016-2019)	NQ	-
		% siti di monitoraggio – qualità scarsa		8 (2016-2019)	NQ	-
	I.12. Materia organica del suolo nei seminativi	Totale Corg		Mt/anno	C41. Materia organica del suolo nei seminativi	134 (2020)
Contenuto medio di carbonio organico		Gg/kg	NA	0,02		2022
I.13. Erosione del suolo per azione dell'acqua	Perdita di suolo dovuta a erosione idrica	t/ha/anno	C42. Erosione del suolo per azione dell'acqua	9,9 (2019)	-10%	2020
	Superficie agricola interessata da elevata erosione	1000 ha		393.671 (2016)	NQ	-
		% della superficie agricola totale			25,7 (2016)	NQ
I.14. Tasso di occupazione rurale 20-64 anni		%	ICC5 Tasso di occupazione	74,4 (anno 2022)	0,075	2023

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati indagini dirette e altre fonti. *Aggiornato al 2024 solo il contributo primario (cfr. Cap. 5)

3. CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA MITIGAZIONE DELL'EROSIONE SUPERFICIALE DEL SUOLO

3.1 Introduzione e obiettivi dello studio

L'obiettivo di prevenzione dell'erosione e migliore gestione della risorsa suolo (FA 4C) è perseguito dal PSR Emilia-Romagna attraverso diverse tipologie d'intervento tra le quali di grande rilevanza è l'adozione da parte degli agricoltori di veri e propri sistemi produttivi (produzione integrata, agricoltura biologica, agricoltura conservativa) o specifiche pratiche/tecniche favorevoli ai suddetti obiettivi e oggetto di incentivazione. Tra questi si segnalano:

- Il TO 10.1.01 (produzione integrata) e i TO 11.1.01/11.1.02 (conversione/mantenimento a pratiche e metodi biologici) che prevedono vincoli alle lavorazioni in funzione della pendenza delle superfici e gli impegni aggiuntivi volontari relativi alle *cover crops*; oltre ai benefici sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo derivanti dai più stringenti vincoli di avvicendamento colturale;
- il TO 10.1.03 (incremento di sostanza organica) che incoraggia le imprese agricole con indirizzo produttivo vegetale e con terreni caratterizzati da un contenuto di sostanza organica ricadente nelle classi di dotazione scarsa o normale ad effettuare l'apporto al suolo di letami o di altre frazioni "palabili" dei reflui zootecnici e di ammendanti commerciali, limitando allo stesso tempo l'impiego di concimi minerali o di sintesi;
- i diversi impegni previsti nel TO 10.1.04 (agricoltura conservativa e incremento di sostanza organica) tra i quali la non lavorazione e la semina su sodo, la non asportazione dei residui colturali e gli avvicendamenti colturali, che riducono sia la mineralizzazione della sostanza organica, sia la perdita di suolo per erosione superficiale;
- gli impegni previsti dal TO 10.1.07 (gestione sostenibile della praticoltura estensiva) e dal TO 10.1.10 (ritiro dei seminativi dalla produzione per scopi ambientali e gestione dei collegamenti ecologici dei siti Natura 2000) per il mantenimento e la gestione migliorativa di prati, pascoli e ambienti variamente strutturati.

L'indagine presentata nei capitoli che seguono ha l'intento di valutare gli effetti del PSR Emilia-Romagna in termini di mitigazione dell'erosione del suolo, attraverso un'analisi quantitativa dei dati relativi agli impegni delle aziende che hanno aderito ai suddetti TO. Tale analisi si è avvalsa del modello di simulazione RUSLE, già impiegato in precedenza dal Valutatore (cfr. ARVI 2012, Allegato 8) e indicato dalla Commissione Europea nell'ambito del Quadro di Monitoraggio e Valutazione della PAC 2014-2020 per la stima dell'indicatore di impatto I.13 "Erosione del suolo per azione dell'acqua".

3.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi

3.2.1 L'aggiornamento della Carta dell'Erosione Attuale

Il primo passo dell'indagine è consistito nell'elaborazione di un aggiornamento della Carta dell'erosione attuale della Regione Emilia-Romagna tramite applicazione del modello RUSLE.

La RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*) è un modello empirico utilizzato per stimare la perdita media annua di suolo dovuta all'erosione idrica e rappresenta una versione aggiornata e migliorata del modello USLE (*Universal Soil Loss Equation*). La formula generale di entrambi i modelli è:

$$A=R \times K \times LS \times C \times P$$

dove:

- A = perdita media annua di suolo per unità di superficie (Mg/ha/anno)
- R = fattore della pioggia erosiva (erosività climatica): quantifica l'impatto della pioggia sulla capacità di smuovere il suolo.
- K = fattore di erodibilità del suolo: indica la vulnerabilità del suolo all'erosione in base alle sue proprietà fisiche e chimiche.
- LS = fattore pendenza e lunghezza del versante: descrive l'influenza della topografia, con pendii più lunghi e ripidi che favoriscono l'erosione.
- C = fattore di copertura e gestione del suolo: riflette l'effetto della vegetazione o delle colture sulla protezione del suolo.

- P = fattore di pratiche di conservazione: misura l'efficacia delle tecniche di gestione del territorio (es. terrazzamenti, colture in contorno) nel ridurre l'erosione.

BOX 1 – I modelli USLE e RUSLE: principali differenze

Le principali differenze tra RUSLE e USLE riguardano:

Calcolo dei fattori L e S: RUSLE introduce formule più accurate per il calcolo del fattore pendenza, soprattutto per pendenze elevate, sostituendo le espressioni quadratiche usate in USLE con funzioni più adatte.

Considerazione della copertura del suolo: RUSLE attribuisce maggiore importanza alla capacità dei residui superficiali e incorporati nel suolo di ridurre l'erosione, migliorando la stima del fattore C rispetto a USLE.

Gestione del deflusso: mentre USLE assumeva un deflusso uniforme su tutta l'area, RUSLE considera meglio il deflusso concentrato in solchi e canalizzazioni, e tiene conto di fenomeni come la saturazione del suolo durante piogge prolungate.

Adattabilità a terreni complessi: RUSLE è più flessibile e può essere applicato a terreni con morfologie complesse, inclusi terreni con convergenze e divergenze del flusso superficiale, e considera anche aree con sedimentazione netta.

Integrazione di frammenti rocciosi: RUSLE include l'effetto dei frammenti rocciosi sia sulla superficie (come pacciamatura nel fattore C) sia nel profilo del suolo (modificando il fattore K per la permeabilità).

Aggiornamenti tecnologici: RUSLE è stato sviluppato con un approccio più computerizzato, eliminando la necessità di tabelle e grafici manuali tipici dell'USLE.

In sintesi, la RUSLE rappresenta un'evoluzione dell'USLE, con miglioramenti nei calcoli dei fattori di erosione e una maggiore capacità di adattamento a condizioni diverse e più complesse, offrendo stime più precise della perdita di suolo.

Il modello trova un'ampia applicazione poiché è replicabile, estendibile a diversi contesti territoriali e comparabile, consentendo il confronto tra di versi scenari tant'è che è stato utilizzato da JRC (*Joint Research Center* della Commissione Europea) nell'ambito delle attività dell'ESDAC (*European Soil Data Center*).

Il modello è stato adottato anche dalla Regione Emilia-Romagna (ER) con riferimento agli anni 2005, 2006 finalizzati alla valutazione dell'efficacia delle misure previste dal PSR. La RUSLE 2019, i cui dati e la relativa relazione illustrativa sono stati consultati nello svolgimento del presente lavoro, rappresenta la terza edizione della carta dell'erosione idrica dei suoli che, come riportato nello stesso documento, rispondeva "*all'esigenza di procedere ad aggiornamenti periodici della carta dell'erosione idrica dovuta al miglioramento delle basi informative disponibili che sono alla base del modello, alle variazioni di fattori ambientali e antropici che incidono sul fenomeno quali ad esempio clima, uso del suolo, pratiche agricole*".

Queste considerazioni sono alla base della proposta di aggiornamento della carta dell'erosione attuale con il modello RUSLE prodotta nel presente documento sottolineando che il miglioramento delle basi informative impiegate, pur consentendo un miglioramento dei risultati ottenuti, implicitamente comporta una limitazione nella confrontabilità dei nuovi risultati con i precedenti. Le differenze riscontrabili non sempre possono essere ricondotte alle variazioni ambientali o antropiche ma possono essere determinate da variazioni legati alla scala di acquisizione o al dettaglio delle informazioni impiegate. Per questi motivi sebbene il calcolo della nuova RUSLE si fondi sulle medesime procedure/algoritmi per aggiornare i singoli quattro fattori, si raccomanda cautela nel confronto con le versioni precedenti.

Pur non essendo un obiettivo del presente studio, la revisione della RUSLE ha rappresentato una base di partenza per la valutazione dell'efficacia delle misure PSR ai fini della riduzione dell'erosione dei suoli in Emilia-Romagna.

Tutte le elaborazioni, comprese quelle finali di trattamento dei dati tabellari sono state realizzate utilizzando il software GIS ArcGIS pro 3.4.3 della ESRI.

3.2.2 L'area di indagine RUSLE

La Regione Emilia-Romagna presenta una divisione netta tra la vasta area pianeggiante a nord nord-est ed il sistema collinare-montano concentrato a sud e sud-est. Per favorire le elaborazioni si è delineata un'area ristretta dell'intera regione che comprende tutto il settore montano-collinare comprendente le superfici suscettibili di erosione (denominata "area RUSLE"). L'individuazione di queste superfici è stata ottenuta a partire dal DTM utilizzando una rappresentazione 3D della morfologia e adeguando le delimitazioni coerentemente con il confine catastale, dato che le elaborazioni saranno effettuate alla scala della particella catastale considerando i CUAA che hanno aderito alle misure PSR. Per la delimitazione dell'area RUSLE sono stati selezionati tutti i fogli catastali che nella RUSLE 2019 mostravano un valore medio di Erosione Attuale (EA valore medio per ha) superiore a 6, valore stimato al di sotto del quale l'erosione viene ritenuta "fisiologica" (OECD 2001, *Environmental indicators for agriculture: Methods and results (Vol. 3)*. Organisation for Economic Co-operation and Development.).

Nel calcolo della RUSLE si è adottata una risoluzione di 5 m corrispondente a quella del DTM RER che è stato preso come riferimento anche nell'allineamento di tutti gli strati raster ottenuti e utilizzati per il calcolo della RUSLE.

3.2.3 I fattori della RUSLE

Di seguito sono descritti i singoli fattori della RUSLE e le relative metodologie di calcolo. Il fattore P non è stato attribuito in linea con quanto fatto nell'edizione precedente ed è stato quindi posto pari a 1 perché riferito soprattutto a terrazzamenti, lavorazioni a strisce livellari, drenaggi profondi ecc. poco diffusi.

Fattore R

Nell'equazione della RUSLE il fattore R rappresenta **l'erosività della pioggia**. Esso descrive il potenziale erosivo delle precipitazioni ed è strettamente legato alla loro intensità e durata. L'azione erosiva delle precipitazioni dipende infatti dall'energia che viene trasmessa al suolo attraverso l'impatto delle gocce (Energy Intensity EI) ed essa aumenta sia con l'intensità che con la durata dell'evento. Gli eventi erosivi sono quindi quelli caratterizzati da una elevata intensità in grado di sollevare e rimuovere le particelle di suolo per effetto dell'impatto delle gocce e di veicolarle attraverso lo scorrimento superficiale che si origina. La relazione tra perdita di suolo ed energia trasmessa è considerata lineare ed i valori di EI per una serie storica di eventi sono direttamente cumulabili. La somma dei valori di EI per i singoli eventi di un anno, mediata su una serie storica di almeno 30 anni rappresenta il fattore R.

Il fattore R è stato ottenuto utilizzando lo strato raster prodotto dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna³⁰ sulla base dei dati climatici 1991-2017. Esso è stato calcolato utilizzando la formula messa a punto e validata dal CNR-IRPI di Firenze, nell'ambito di passate convenzioni con il Servizio Geologico sismico e dei suoli:

$$\bar{R} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{365} \left(0.11 \cdot P_{\{day\}}^{\{1.82\}} \right) \right)}{n}$$

In cui P è la precipitazione giornaliera espressa in mm nella semplificazione che essa rappresenti un singolo evento di pioggia. L'utilizzo di questa formulazione semplificata per il calcolo dell'R era giustificato dalla disponibilità di solo pochissimi dati di precipitazioni raccolti con cadenza sub-oraria in Regione Emilia-Romagna. Tuttavia, nel 2009, in occasione della revisione della RUSLE, la formula è stata validata grazie all'aumentata disponibilità di dati sub-orari per il territorio regionale.

³⁰ CARTA DELL'EROSIONE IDRICA ATTUALE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA. NOTE ILLUSTRATIVE 2019

Il fattore R è stato comunque corretto e migliorato operando una spazializzazione (LPI, *Local Polynomial Interpolation*) per meglio rappresentare la sua distribuzione regionale. Questa operazione ha permesso anche di completare il dato mancante dei due comuni nel frattempo passati dalle Marche in ER.

Fattore C

L'attribuzione del fattore C è stata ottenuta attraverso una accurata analisi della letteratura e dei dati disponibili. Per quanto riguarda l'uso del suolo si è fatto riferimento alla carta dell'uso del suolo della RER integrata con lo strato del refresh AGREA 2023 e con altre basi informative. La risoluzione del dato RER, infatti, non permette di rappresentare elementi lineari quali le strade. Queste, tuttavia, sono di fondamentale importanza a causa dell'effetto di interruzione dei deflussi di cui si tratterà in seguito. Le informazioni sul reticolo stradale sono state ottenute da *Open Street Map* (OSM) e rasterizzati con risoluzione 5 m tenendo conto delle dimensioni in base alle diverse tipologie.

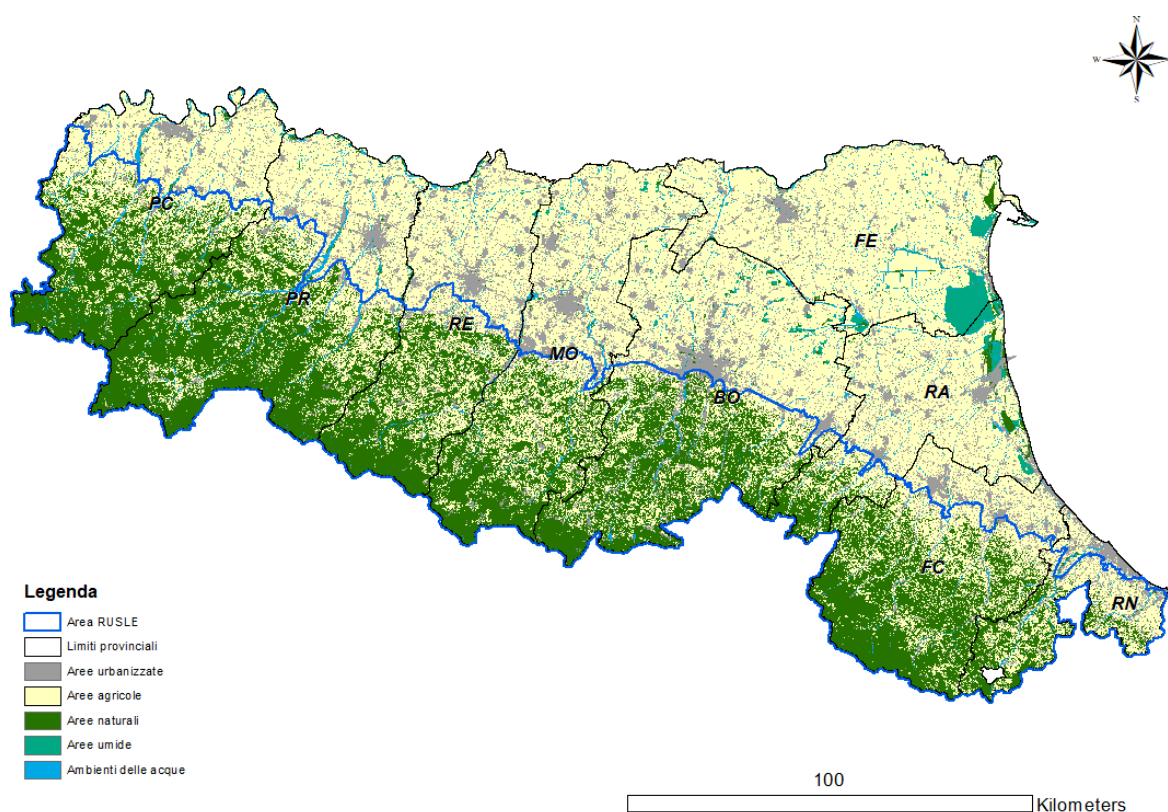


Figura 1 - Categorie di uso e copertura del suolo secondo la codifica Corine Land Cover (CLC) I livello anno 2020 per la Regione Emilia-Romagna. In azzurro la delimitazione dell'area maggiormente suscettibile di erosione (area RUSLE).

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati uso del suolo RER 2020

La Figura 1 mostra la distribuzione del I livello CLC dello strato raster dell'uso del suolo RER 2020 edizione 2023 a risoluzione 10 m sul territorio regionale e sull'area RUSLE.

La Tabella 12 mostra la ripartizione delle tipologie di uso del suolo nel territorio regionale. Da essa si nota che l'area RUSLE occupa poco più della metà dell'intera regione; la quasi totalità delle superfici in area RUSLE è occupata dalle aree naturali mentre le aree agricole, che sono quelle potenzialmente suscettibili in vario grado a fenomeni erosivi, sono poco più di un terzo.

Tabella 12 - Distribuzione delle tipologie di copertura del suolo. CLC I livello

CLC 2020 RER 1° livello	Descrizione	Area RUSLE km ²	%	Area RER km ²	%	% RUSLE
1	Aree urbanizzate	870,0	7,4	2.757,1	12,3	31,6
2	Aree agricole	4.006,6	34,2	12.004,3	53,3	33,4
3	Aree naturali e seminaturali	6.632,4	56,5	6.813,8	30,3	97,3
4	Aree umide	1,6	-	258,6	1,1	0,6
5	Ambienti delle acque	219,1	1,9	669,8	3,0	32,7
	Totale	11.729,7	100	22.503,6	100	52,1

Fonte: elaborazione su dati uso del suolo RER 2020

Per quanto riguarda il fattore C si è fatto riferimento alla metodologia utilizzata per la realizzazione della RUSLE-2019 ricorrendo ad aggiornamenti bibliografici ove disponibili giungendo alla predisposizione di un'opportuna tabella di attribuzione del fattore C-RUSLE corrispondente ai diversi codici CLC.

Il valore del fattore C è fondamentale per considerare l'effetto della componente antropica sul processo di erosione idrica del suolo. Questo valore, sinteticamente associato a ciascuna specifica coltura/copertura del suolo, deriva dall'insieme degli effetti di protezione attribuibili alle diverse colture nelle diverse fasi fenologiche e con le diverse caratteristiche specifiche quali, ad esempio, la densità della copertura, ma anche le pratiche colturali o gli avvicendamenti praticati. Si tratta quindi di un fattore molto importante ma la cui corretta attribuzione richiede di avere informazioni molto specifiche non sempre disponibili.

Per la RER sono stati svolti numerosi studi finalizzati alla determinazione del Fattore C da utilizzare per il calcolo della RUSLE. Si cita in particolare lo studio *Calzolari, C. et al. Rapporto 8.1 2004 Applicazione della USLE/RUSLE ai suoli di collina e montagna della Regione Emilia-Romagna: definizione dei parametri R, erosività delle piogge, e C, copertura del suolo*, nei quali sono stati presi in considerazione i "sottofattori" che concorrono alla composizione del fattore stesso (utilizzo precedente del suolo, copertura aerea, copertura a stretto contatto con il suolo, scabrezza della superficie del suolo) e la distribuzione nell'anno dell'erosività delle piogge.

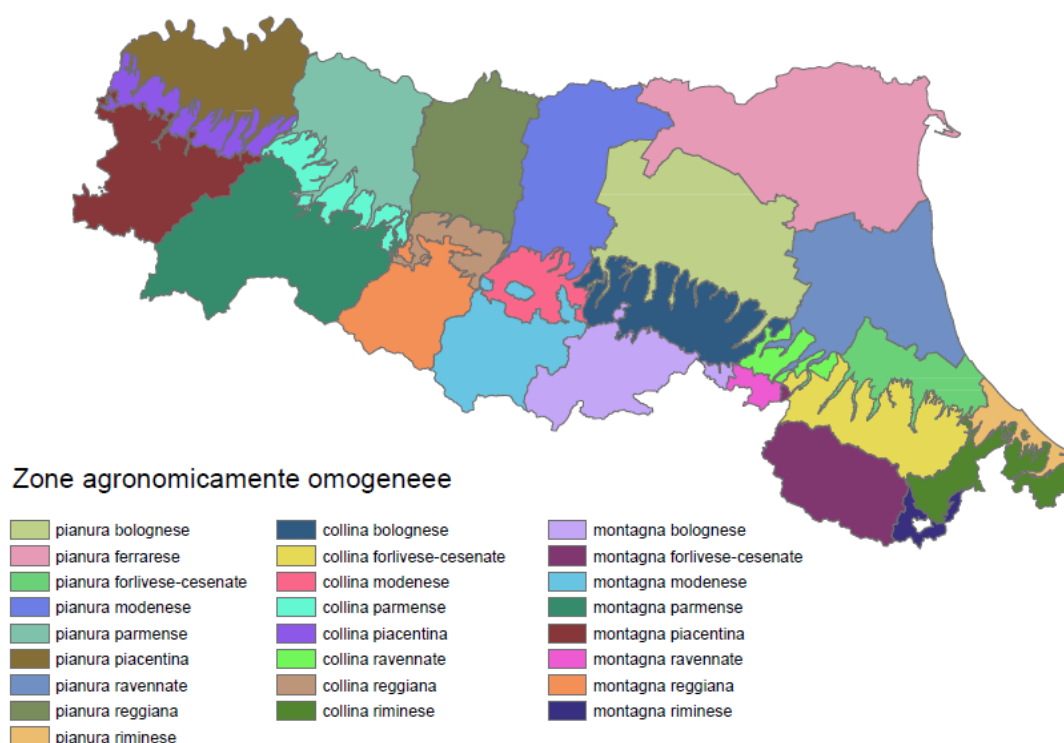


Figura 2 - Delimitazione delle zone agronomicamente omogenee

Fonte: Note illustrative alla CARTA DELL'EROSIONE IDRICA ATTUALE DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA. EDIZIONE 2019

Negli studi svolti per quanto riguarda le colture erbacee si è tenuto conto degli avvicendamenti colturali prevalenti praticati con riferimento alle diverse aree agronomicamente omogenee individuate considerando le fasce altimetriche, la cartografia dei suoli (1:50.000) e suddivise nelle diverse provincie. Per le colture arboree sono state considerate le lavorazioni effettuate sempre nelle aree agronomicamente omogenee, mentre per i prati stabili si fa riferimento soltanto alle fasce altimetriche senza considerare le provincie.

Nel presente studio per il calcolo della RUSLE sono stati impiegati i valori del fattore C prodotti negli studi approfonditi condotti in precedenza per il calcolo della RUSLE 2019 anche per garantire una maggiore comparabilità dei risultati ottenuti.

Per motivi di coerenza con la cartografia della RUSLE 2019 è stato realizzato uno strato vettoriale che riproducesse le zone agronomicamente omogenee così come individuate dalla RER e rappresentate in Figura 2 sulla base dell'isoipsa 600 m e del confine dei suoli.

Le caratteristiche delle basi cartografiche disponibili non forniscono informazioni di dettaglio sull'uso del suolo e sugli avvicendamenti praticati, pertanto, per il calcolo del fattore C dei **seminativi** è stato considerato un valore medio (media dei coefficienti C) derivante da tutti gli ordinamenti colturali presenti in ciascuna zona omogenea.

Andando nel particolare i valori del fattore-C dei seminatavi adottati nella RUSLE-19 sono il risultato della distribuzione percentuale dei principali tipi di ordinamento di ciascuna provincia nelle tre fasce altimetriche. I dati delle percentuali sono quelli del censimento dell'agricoltura del 2010 e quindi datati ma, sebbene nel 2020 ci sia stato un nuovo censimento, la pubblicazione dei dati è graduale e molti non sono ancora disponibili: nei primi risultati, pubblicati nel 2022, non sono stati trovati riferimenti sugli inerbimenti delle legnose agrarie né sugli ordinamenti colturali. In mancanza di dati aggiornati è stato dunque deciso di utilizzare per i seminatavi i dati tabellari forniti in allegato nella relazione della RUSLE-2019.

Anche per le **legnose agrarie**, è stato utilizzato nella versione 2019 il metodo delle zone omogenee per tener conto degli inerbimenti semplificando in modo da attribuire il valore del fattore C delle legnose agrarie inerbite a tutte quelle presenti un'area omogenea dove statisticamente l'inerbimento supera il 70%. Nel presente studio per stimare gli inerbimenti nelle legnose agrarie sono state utilizzate le immagini satellitari da Sentinel2. Sono state utilizzate tutte le scene prive di nuvole del sensore S2 per gli anni di riferimento ed è stato calcolato il valore del Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). L'indice NDVI è uno dei più utilizzati ed affidabili per le analisi della copertura vegetale e si basa sul rapporto tra la differenza dei valori della banda del rosso (RED) e dell'infrarosso vicino (NIR) e la loro somma.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

L'indice è stato calcolato su una serie multi-temporale di immagini per determinare le variazioni della copertura vegetale ed individuare le superfici inerbite. Utilizzando questa informazione è stato possibile attribuire al fattore C delle legnose agrarie un valore linearmente graduale sulla base della distribuzione dei valori medi di NDVI partendo dai valori minimi (assenza di inerbimento) a quelli massimi (inerbimento totale). Lo strato AGREA dell'uso del suolo permette di discriminare i vigneti dai frutteti ed avendo a disposizione i valori del fattore C, per i vigneti e per i frutteti a sesto areale, è stato possibile distinguere le due tipologie di legnose agrarie attribuendo a ciascuna il corrispondente valore del fattore C tenendo conto della maggiore azione di protezione attribuibile alle legnose agrarie a impianto areale.

Per quanto riguarda i **prati permanenti** è stata osservata una forte discrepanza dell'uso suolo AGREA-2023, nel quale questi sono meno rappresentati, rispetto all'uso suolo RER sia del 2014 sia del 2020. La loro consistenza e georeferenziazione è molto importante perché il relativo valore del fattore C è di dieci volte inferiore a quello medio dei seminatavi con un effetto rilevante sul valore finale dell'erosione. E' stato quindi condotto un test di accuratezza utilizzando 100 punti generati randomizzati e validati per fotointerpretazione. E' stata ottenuta un'accuratezza del 5% per lo strato AGREA, mentre lo strato RER-2020 ha presentato un'accuratezza del 78% ed è quindi stato impiegato per la mappatura dei prati permanenti per le successive elaborazioni.

E' stata quindi necessaria una integrazione dei due strati di uso del suolo per sfruttare la qualità delle informazioni presenti in ciascuno strato attraverso una procedura di riclassificazione per distinguere le categorie "seminativo" e "prato" meglio discriminate nello strato RER mantenendo il maggiore dettaglio nella individuazione delle altre tipologie di copertura del suolo presente nello strato AGREA e attraverso l'applicazione di filtri di maggioranza per migliorare la restituzione cartografica.

A seguito del completamento dell'aggiornamento dell'uso del suolo, è stato possibile attribuire il corrispondente valore del fattore C alle diverse categorie di uso del suolo, suddivise in base alle zone agronomiche omogenee precedentemente individuate.

Fattore LS

Si tratta di un fattore geometrico che fa riferimento agli aspetti morfologici del territorio ed alla influenza di questi sul processo erosivo. La base di partenza per il calcolo di questo fattore è costituita dal Modello Digitale del Terreno (DTM).

La RER dispone di un DTM a 5 m di risoluzione derivante dalle informazioni altimetriche della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000. Pur essendo stato prodotto anche un DTM lidar a 50 cm di risoluzione in due edizioni: 2022 e 2023-24, questo dato non è facilmente reperibile e soprattutto gli strati disponibili non coprono tutta la regione.

Per la determinazione del fattore LS è stata applicata la formula di Mitasova, frequentemente applicata negli studi sull'erosione del suolo (Mitasova et al., 1996).

L'equazione si basa sulla seguente formula:

$$LS = (FlowAccumulation * CellSize / 22.13)^{0.4} * ((\sin(Slope * 0.001745) / 0.09)^{1.4}) * 1.4$$

Dove:

FlowAccumulation = Rappresenta la *Flow Accumulation* ed esprime la quantità di acqua raccolta da monte che raggiunge (e attraversa) la cella in esame. E' anche chiamata "*Catchment Area*" ovvero "Area del Bacino sotteso"

Slope = Rappresenta l'inclinazione della cella espressa in gradi.

CellSize = Indica la risoluzione, in metri, della cella dei raster utilizzati nell'equazione

La formula tiene conto di due sottofattori: la lunghezza del pendio e la pendenza. Mentre quest'ultima rimane invariata perché dipende esclusivamente dalla morfologia, il sottofattore L può essere modificato attraverso interventi di interruzione del deflusso come inserimento di elementi lineari naturali o strisce di inerbimento o opere idrauliche come, ad esempio, i "solchi acquai" temporanei come quelli oggetto di impegno del TO 10.1.01.

Una ulteriore considerazione relativamente al calcolo del fattore LS ha riguardato la selezione delle superfici di calcolo. Vale a dire se eseguire il calcolo limitatamente alle superfici agricole o se estenderlo all'intero territorio incluse le aree naturali. Sebbene l'applicazione estesa all'intero territorio possa apparire più corretta, questa determina valori molto elevati del fattore LS poiché considera la generazione del deflusso anche dalle superfici boscate o naturali. Si tratta in realtà di superfici caratterizzate da una elevata capacità di protezione dall'erosione che contribuiscono in maniera irrilevante al deflusso superficiale ed ancor meno al distacco di particelle di suolo ed inoltre costituiscono un determinante elemento di discontinuità dei pendii. L'inclusione di queste superfici nel calcolo del fattore LS conduce quindi ad una sovrastima dell'erosione nel suo complesso.

Per limitare questo effetto il fattore LS è stato quindi calcolato separatamente per le superfici agricole e per le aree naturali.

Fattore-K

Il fattore K o di erodibilità del suolo indica la facilità con cui il suolo viene staccato dall'azione battente delle piogge e dall'eventuale deflusso superficiale, viene espresso in $Mg \cdot ha \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1} \cdot ha^{-1}$. Per ricostruire questo strato informativo sono necessarie informazioni relative alla pedologia ed in particolare alla tessitura dei suoli e al contenuto di sostanza organica. La RER dispone di una carta dei suoli in formato vettoriale e una

cartografia della tessitura in formato raster disponibili attraverso il geoportale regionale (Figura 3). La carta dei suoli però è parziale mancando tutto il settore montano e i dati riguardanti i comuni di Sassofeltrio e Montecopiolo.

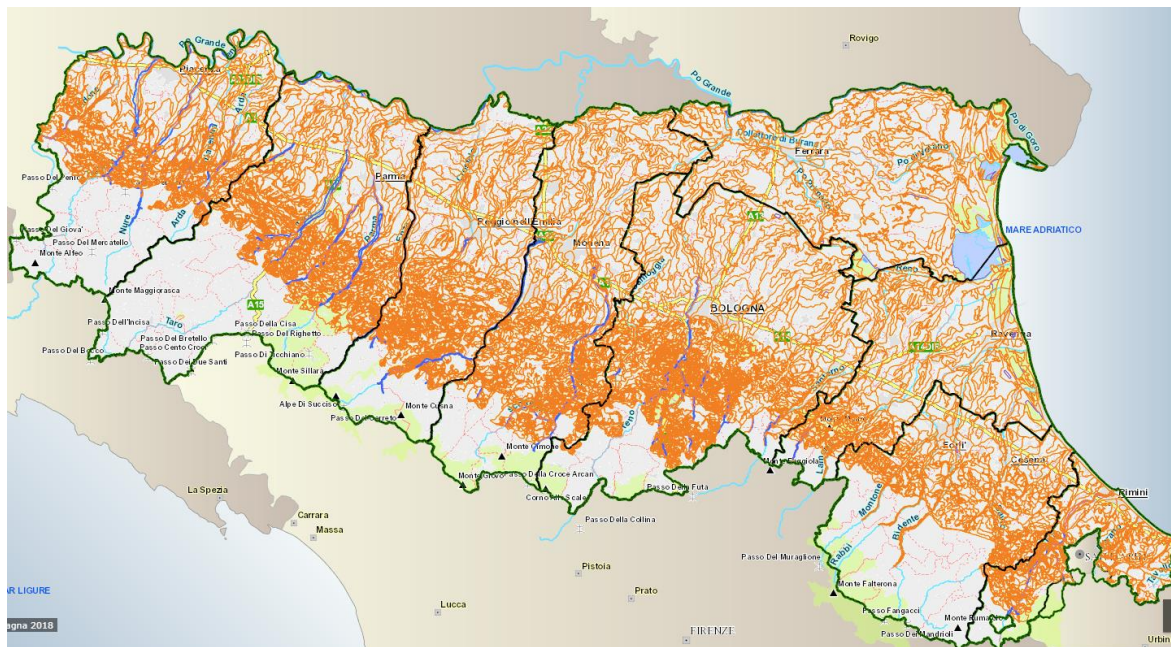


Figura 3 - Cartografia dei suoli dell'Emilia-Romagna

Fonte: Geoportale RER

I raster delle singole classi tessiturali (argilla, limo, sabbia e scheletro in valori percentuali riferiti ai primi 30 cm di suolo) hanno risoluzione di 1 ha (100x100 m).

Nel geoportale RER servizio minERva si può scaricare anche lo strato relativo al contenuto di Sostanza Organica (SO "CORG_0_30") in scala 1:50.000 pubblicato nel 2023 (3a edizione), anch'esso in formato raster da 1 ha di risoluzione allineato con gli strati tessiturali. Anche per esso mancano i dati dei due comuni aggiunti dalle Marche.

Il contenuto di Sostanza organica SO è molto importante per la capacità di contribuire alla formazione di aggregati strutturali stabili e di conferire quindi maggiore stabilità ai suoli e maggiore capacità di resistenza all'erosione idrica.

Le variazioni nel contenuto di SO sono quindi importanti per valutare l'effetto di mitigazione del processo erosivo. Per tener conto del ruolo della SO nel valore del fattore K è stata applicata la formula di Torri che deriva da un'analisi di regressione e che è già stata applicata nel calcolo della RUSLE 2019:

$$K = 0.0293 (0.65 - D_G + 0.24D_G^2) \times \exp \left(-0.0021 \frac{OM}{C} - 0.00037 \left(\frac{OM}{C} \right)^2 - 4.02C + 1.72C^2 \right)$$

Con D_G pari al diametro geometrico medio:

$$D_G = \sum_i f_i \ln(\sqrt{d_i d_{i-1}})$$

Per i dati dei comuni mancanti è stata fatta un'approssimazione sulla base dei valori dei comuni confinanti.

3.2.4 Il calcolo RUSLE

Una volta determinati i singoli fattori si è proceduto alla loro moltiplicazione ottenendo per ogni pixel il valore di erosione attuale (EA, $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$) (Figura 4).

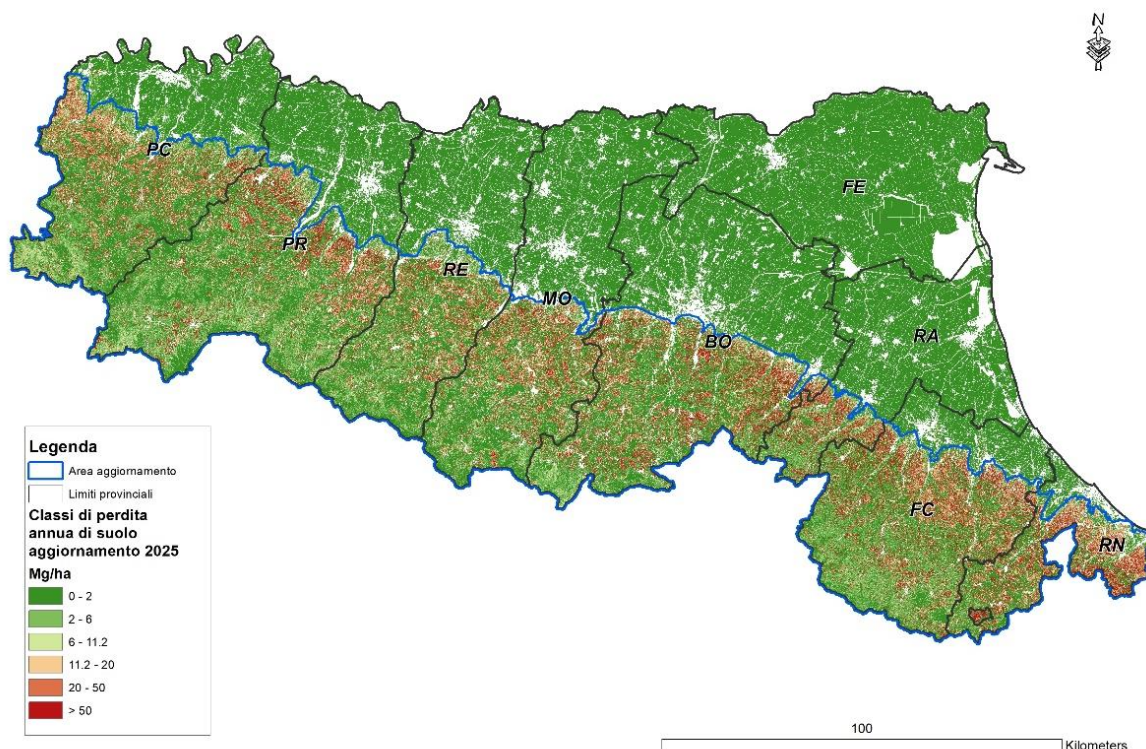


Figura 4 - Erosione media annua. Aggiornamento 2025
Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

Il calcolo è stato eseguito sia sulle aree agricole sia sull'intero territorio e le successive elaborazioni hanno permesso di esprimere i risultati alla scala comunale e alla scala di foglio catastale. Si ricorda che il calcolo è stato eseguito per le aree collinari e montane, maggiormente suscettibili all'erosione delimitate nelle figure seguenti da una linea azzurra.

Per facilitare il confronto con le cartografie precedenti è stata adottata la stessa suddivisione in classi applicata nelle versioni precedenti della RUSLE.

Sebbene i risultati delle elaborazioni siano disponibili ad una risoluzione di 5 m, la restituzione è stata elaborata sia alla scala comunale (Figura 5 e Figura 6) sia alla scala del foglio catastale (Figura 7 e Figura 8) per avere una efficace visualizzazione della distribuzione del tasso di erosione dei suoli sul territorio, specialmente quella relativa alle superfici agricole.

La carta che rappresenta la distribuzione per foglio catastale dell'erosione tollerabile, intesa come al di sotto dei $6 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{anno}^{-1}$, mostra come le aree al di sotto di questa soglia siano molto poche e concentrate nelle aree di montagna, dove i suoli agricoli sono molto pochi o assenti, e in quelle prossime alla Pianura Padana dove le pendenze sono molto contenute (Figura 9).

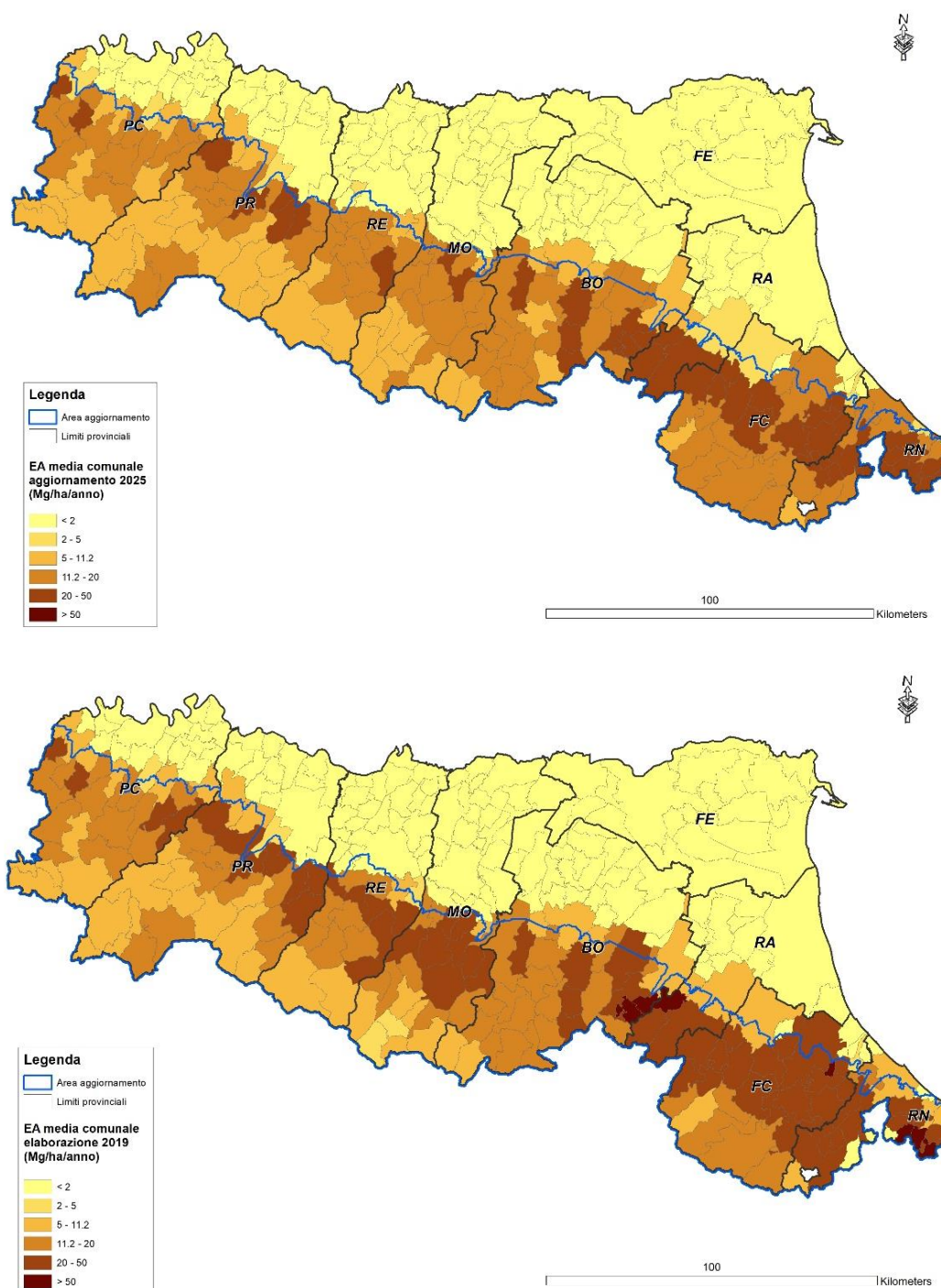


Figura 5 - Erosione media annua calcolata sull'intero territorio su base comunale. Confronto 2019-2025

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

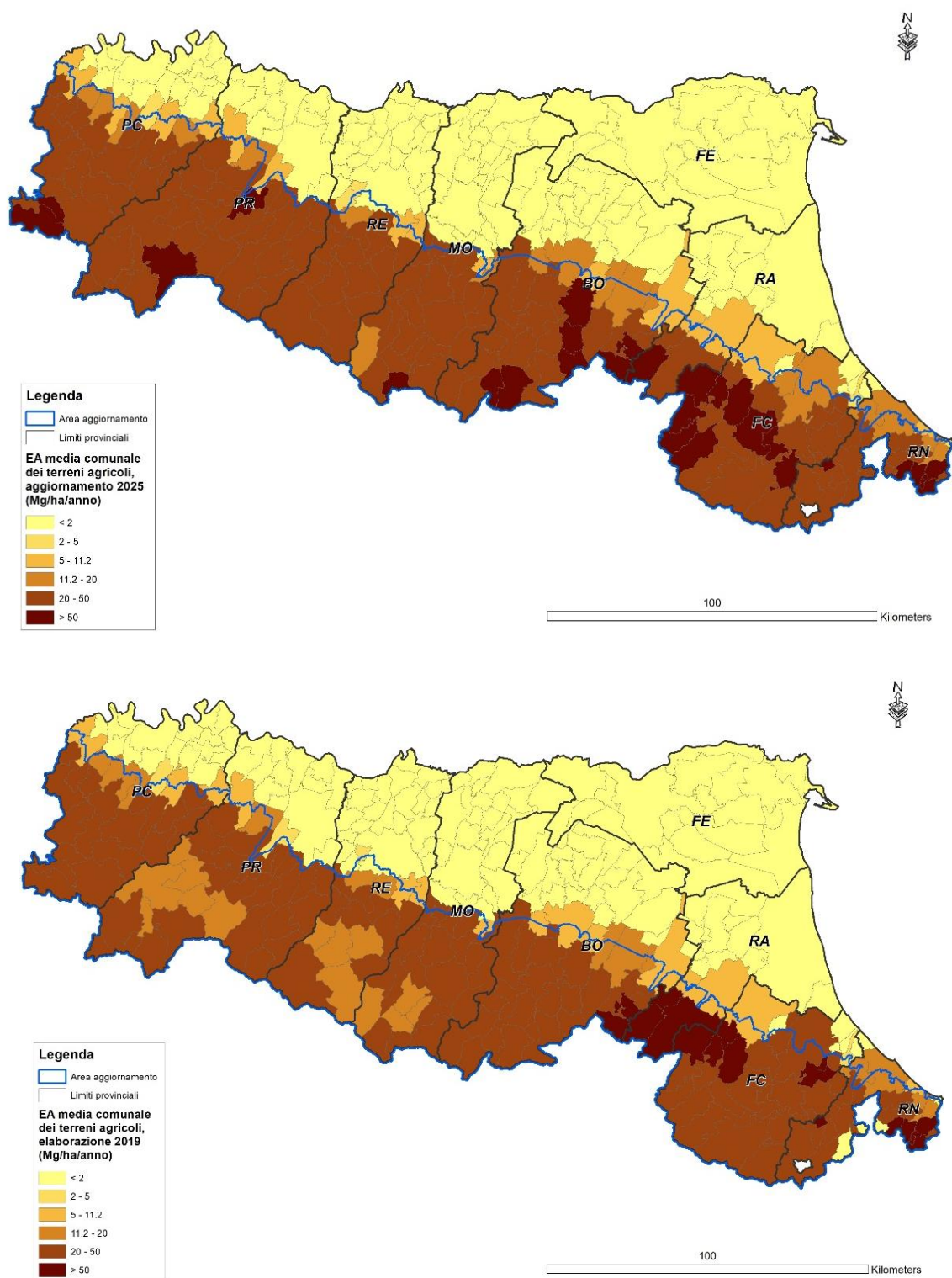


Figura 6 - Erosione media annua calcolata sulle superfici agricole su base comunale: Confronto 2019-2025

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

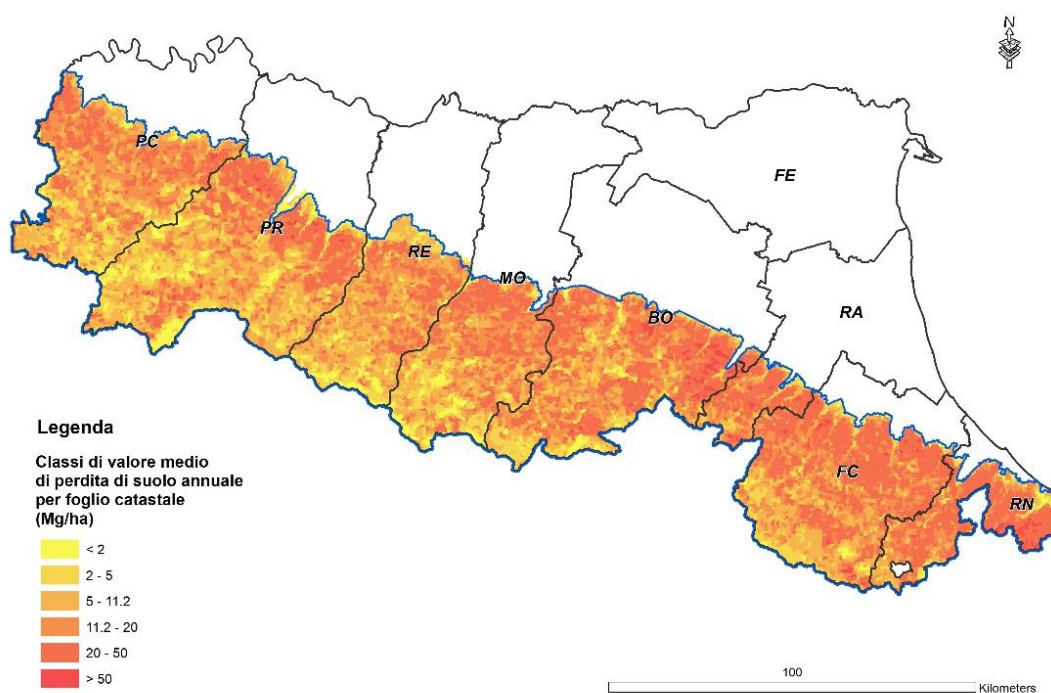


Figura 7 - Erosione media annua calcolata sull'intero territorio su base foglio catastale.

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

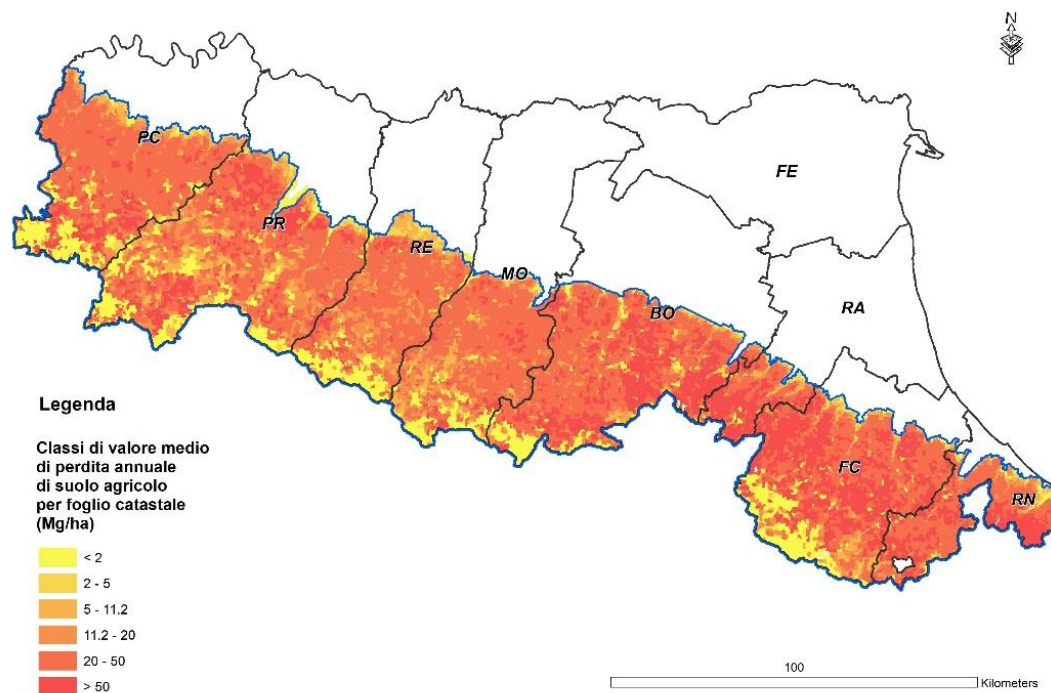


Figura 8 - Erosione media annua calcolata sulle sole superfici agricole su base foglio catastale.

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

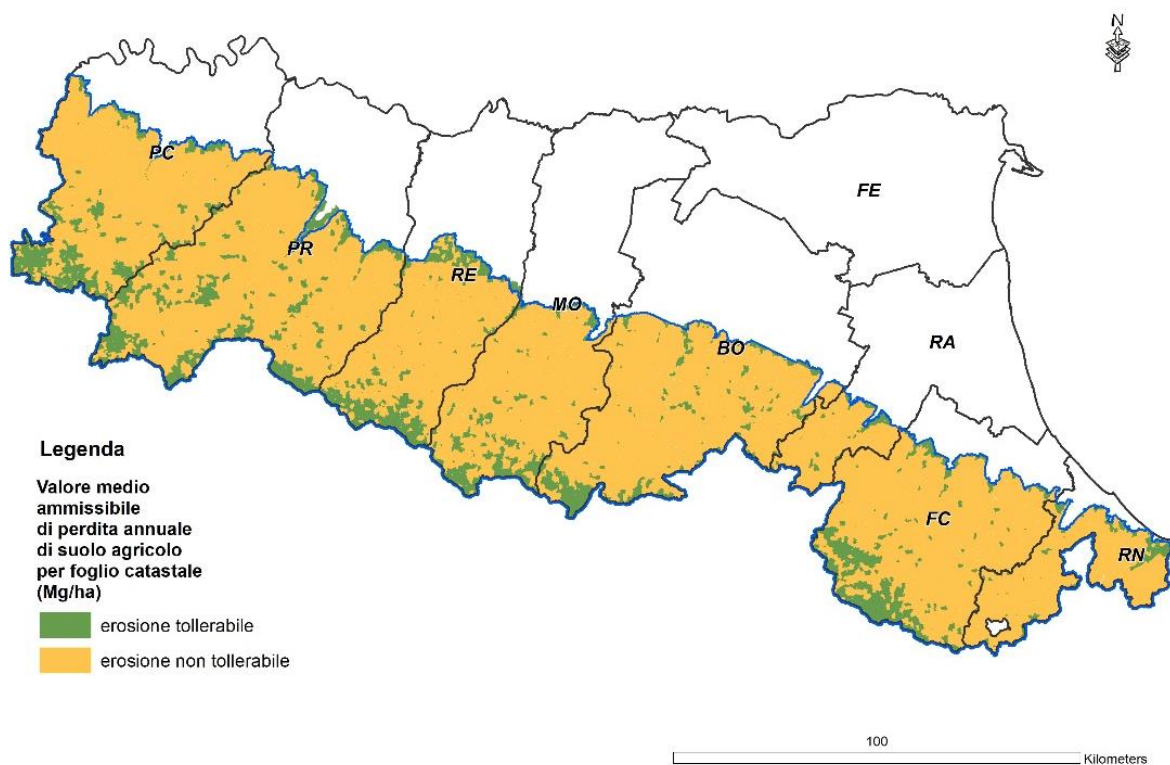


Figura 9 - Superfici soggette ad erosione tollerabile < 6 Mg/ha/anno

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

3.2.5 La metodologia di analisi dei Tipi di Operazione utili alla riduzione dell'erosione

Per le elaborazioni sono stati utilizzati i database relativi ai diversi Tipi di Operazione (TO) riferiti all'intero periodo di programmazione 2014-2022. Per il calcolo delle Superfici Oggetto di Impegno (SOI) ci si è riferiti agli anni con maggior numero di adesioni (anni di picco) ma sono state incluse anche le superfici che avevano aderito in anni precedenti al picco ma i cui effetti pluriennali sono ancora rilevabili nell'anno considerato (trascinamenti).

E' stato prodotto un unico database comprendente le informazioni relative a ciascuna particella catastale utili ai fini dell'analisi e riguardanti i diversi appezzamenti, i TO e gli anni di adesione. Mediante un campo chiave il database è stato collegato con il catasto regionale sia riferito al 2019 sia con l'aggiornamento 2024 in modo da per tenere conto delle modifiche intervenute nel tempo, come, ad esempio, eventuali frazionamenti o variazioni amministrative (come il passaggio di due comuni dalle Marche all'Emilia-Romagna e la costituzione del nuovo comune di Alta Val Tidone, nato dall'unione di tre comuni limitrofi).

Di seguito viene mostrato il quadro complessivo dei TO attuati con i dati relativi a superfici e numero di particelle.

Tabella 13 - Sintesi delle superfici e particelle impegnate con i diversi Tipi di Operazione

TO	n° particelle in area RUSLE	superficie particelle in area RUSLE (ha)	anno di picco	SOI (ha)	SOI in area RUSLE (ha)	% sul totale di SOI	% in area RUSLE sul totale di SOI
10.1.1 Produzione integrata	28.767	37.714	2018	112.674	18.868	15	16,7
10.1.3 Incremento della sostanza organica	3.298	4.627	2018	11.213	2.675	2	23,9
10.1.4 Agricoltura conservativa e incremento sostanza organica	292	492	2020	1.221	318	0	26
10.1.7 Gestione sostenibile della praticoltura estensiva	1.992	2.903	2018	8.124	1.810	1	22,3
10.1.10 Ritiro seminativi dalla produzione per 20 anni a scopi ambientali e gestione	357	198	2022	580	549	0	94,7
11.1.01-11.1.02 Conversione e mantenimento a pratiche e metodi biologici	211.908	205.970	2022	167.608	105.045	81	62,7
TOTALE	246.614	251.903		301.420	129.265	100	42,9

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale in area RUSLE

Dalla precedente tabella si può osservare come più del 50% delle superfici impegnate siano situate al di fuori dell'area RUSLE, vale a dire in aree di pianura in cui il processo erosivo è poco rilevante e dove si verificano fenomeni di deposizione del sedimento asportato a monte.

I diversi TO sono stati analizzati in modo da associare a ciascuno di essi gli effetti prodotti sul processo erosivo individuando i fattori della RUSLE che subiscono una variazione come conseguenza delle pratiche adottate.

TO 10.1.01 "Produzione integrata"

Si tratta di un'operazione volta all'introduzione ed al mantenimento nel tempo dei metodi della produzione integrata (PI).

Questo TO ha interessato 28.767 particelle pari a 37.714 ha; la superficie impegnata (SOI) nell'anno di picco è di 18.868 ha pari a circa il 15% di tutte le SOI nell'area RUSLE.

La Produzione Integrata deve sottostare ad appositi disciplinari (DPI) con norme tecniche aggiornate ogni anno e disponibili per l'Emilia Romagna all'indirizzo <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/produzioni-agroalimentari/agricoltura-sostenibile/agricoltura-integrata/Collezione-dpi/archivio-storico>.

Le norme di produzione integrata contenute nei diversi DPI prevedono, tra gli altri, due impegni obbligatori che hanno effetto sulla riduzione dell'erosione: la gestione del suolo e l'avvicendamento colturale. La gestione del suolo prevede una riduzione dell'entità e della profondità di lavorazione differenziate per classi di pendenza; queste pratiche hanno l'obiettivo di mantenere saldi e stabili i terreni e concorrono alla riduzione della perdita di suolo. E' prevista anche la realizzazione di solchi acquai (SA) per tutte le superfici con pendenza superiore al 10% in modo da ridurre il potenziale erosivo delle acque di ruscellamento. Gli impegni relativi agli avvicendamenti colturali prevedono una rotazione delle colture praticate con l'obiettivo di migliorare la qualità del suolo e mantenere la copertura vegetale, anche in questo caso con effetti positivi sulla riduzione del processo erosivo. Dal punto di vista della RUSLE queste pratiche si traducono in una variazione dei valori dei fattori K, C ed L.

Nel box seguente a titolo di esempio è riportato un estratto del disciplinare 2020 con la descrizione delle prescrizioni relative alla gestione del suolo e agli avvicendamenti.

BOX 2 – TO 10.1.01 Produzione integrata: principali impegni con effetti antierosivi

Impegno 01, gestione del suolo.

Appezzamenti con pendenza media superiore al 30%:

per le colture erbacee annuali sono consentite solo la semina su sodo e la minima lavorazione; per le colture erbacee poliennali sono consentite, inoltre: - all'impianto le lavorazioni fino ad una profondità massima di 30 cm, ovvero rippature (senza rivoltamento del terreno) fino ad una profondità massima di 40 cm; - le scarificature dei prati di foraggiere per il rinnovo/rottura del cotico;

per le colture arboree all'impianto è ammesso lo scavo puntuale per la messa a dimora delle piante e, nella gestione ordinaria, è obbligatorio l'inerbimento permanente sia sulla fila che nell'interfila, anche come vegetazione spontanea gestita con sfalci.

Appezzamenti con pendenza media compresa tra il 10% e il 30%:

sono consentite le lavorazioni fino ad una profondità massima di 30 cm, ad eccezione delle rippature per le quali non c'è un limite di profondità. È obbligatoria la registrazione delle eventuali lavorazioni eseguite sugli appezzamenti con pendenza media superiore al 10% con la specificazione della profondità.

Negli appezzamenti con pendenza media superiore al 10%, per garantire la regimazione delle acque in eccesso, è obbligatoria la realizzazione di fossi o solchi acquai temporanei a distanze non superiori ai 60 metri.

Impegno 03, Avvicendamento colturale

Rotazione quinquennale: l'azienda agricola deve alternare le colture su uno stesso terreno in un ciclo di 5 anni.

Almeno tre colture principali: durante questi 5 anni, devono essere coltivate almeno tre colture diverse, non solo una o due.

Massimo un ristoppio: in quei 5 anni è ammesso al massimo un anno in cui si coltiva la stessa specie due volte di fila (ristoppio = coltivare la stessa pianta sullo stesso terreno senza alternanza).

Oltre agli impegni obbligatori ve ne sono altri facoltativi (impegni aggiuntivi) e tra essi il n° 23: "impiego di cover crop" che fornisce un diretto contributo alla riduzione dell'erosione. Tuttavia, questo impegno ha avuto una scarsa adesione in quanto risultano solo 177 particelle interessate, concentrate nella fascia basso collinare della provincia di Parma e circa 20 in provincia di Ravenna.

Per il calcolo delle variazioni dei fattori interessati da questo TO sono state individuate 3 classi di pendenza a: < 10%, 10 - 30% e > 30% in modo da tenere in considerazione le differenze previste dal disciplinare e valutare le variazioni dei fattori C, K ed L.

FATTORE C

Come spiegato in precedenza, per l'attribuzione del fattore C si è fatto riferimento ai valori proposti nel corso di numerosi studi specifici svolti per la Regione Emilia-Romagna anche per favorire una comparabilità dei risultati ottenuti con le valutazioni precedenti. Per gli inerbimenti delle legnose agrarie (LA) i valori proposti nella realizzazione della RUSLE-19 ER (tab. 16 e 18 della relazione): 0,163 per i vigneti e 0,126 per le altre LA. Per valutare l'effetto degli avvicendamenti colturali e delle lavorazioni minime è stato adottato il metodo utilizzato per la RUSLE-2019 che fa riferimento alle indicazioni del CNR-IRPI.

Sulla base di questa metodologia si è ipotizzato per i seminativi delle aree con pendenza 10-30% un piano di rotazione quinquennale con lavorazioni minime/semina su sodo/scarificazione secondo lo schema seguente:

Anno	Coltura	Epoca di semina	Epoca di raccolta	Lavorazione consigliata
1	Frumento tenero	Ottobre–novembre	Giugno	Semina su sodo
2	Frumento (ristoppio)	Ottobre–novembre	Giugno	Scarificazione leggera estiva o sodo
3	Girasole	Aprile	Agosto	Minima lavorazione + gestione residui
4	Favino da granella	Ottobre–novembre	Maggio–giugno	Semina su sodo
5	Orzo	Ottobre	Giugno	Semina su sodo o minima

LAVORAZIONI		
Tipo	Quando usarla	Obiettivo principale
Semina su sodo	per frumento, favino, orzo	Limitare erosione, conservare struttura suolo.
Minima lavorazione	Prima del girasole	Interrare parzialmente residui, migliorare semina.
Scarificazione	Dopo il primo frumento	Allentare suolo e prevenire compattamento.

Il valore del fattore C risultante è di 0,14. Introducendo una lavorazione poco profonda (pendenze 10-30%) si ottiene invece un valore pari a 0,16. Infine, per i terreni con pendenza inferiore al 10% anch'essi impegnati in una rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio ma senza limiti di lavorazione, si è stabilito di applicare un valore intermedio tra quest'ultimo valore e il valore di 0,2 che corrisponde a seminativi in cui non viene attuata nessuna rotazione. Questo è anche il valore dato a tutti i seminativi dichiarati in assenza di impegni.

FATTORE L

La realizzazione di solchi acquai produce un effetto di riduzione del fattore L che riguarda i seminativi situati in zone con pendenza tra il 10 ed il 30%.

Il valore modificato del fattore L è stato ottenuto con la metodologia di calcolo descritta nel paragrafo precedente per il calcolo del fattore LS introducendo una ulteriore elaborazione.

Uno dei limiti della formula di Mitsova (Mitsova et al., 1996), infatti, è rappresentato proprio dalla incapacità di considerare le possibili interruzioni del pendio amplificando gli effetti della componente morfologica e sovrastimando il potenziale erosivo. Si è quindi stabilito un valore soglia al risultato della Flow Accumulation, cioè della superficie afferente a ciascun pixel, che si avvicini in modo simulato ad una interruzione di pendio ad intervalli di 60 m utilizzando la routine Flow Length del pacchetto Hydrology del software ArcGIS.

Attraverso questa routine di calcolo si ottiene per ciascun pixel il valore del percorso in metri del deflusso superficiale. Una volta determinato lo strato della Flow accumulation con questa metodologia è stata applicata di nuovo la formula di Mitsova per il calcolo del fattore-L modificato.



Figura 10 - Rappresentazione dell'inserimento di solchi acquai di interruzione del pendio

FATTORE K

Pur non prevedendo impegni diretti ai fini dell'aumento della sostanza organica stabile (SOS) come nei TO 10.1.03 e 10.1.04, la coltivazione con il metodo integrato favorisce questo fenomeno attraverso impegni riferiti alla gestione del suolo, agli apporti di concimi organici, alla gestione dei residui delle potature.

Per quanto riguarda le variazioni di SOS nei suoli si è fatto riferimento all'Allegato metodologico alla CEQ10, (ARVI 2014-2020) che riporta i risultati di uno studio specifico rivolto alla valutazione delle variazioni di SOS nelle aree agricole oggetto di intervento a seguito del PSR in ER. In questo lavoro si fa espressamente riferimento ai TO 10.1.01, 10.1.03, 10.1.04, 10.1.07, 10.1.10 e 11.1.1 che sono quelli che favoriscono in varia misura l'incremento della SO stabile nei terreni.

Sulla base dei dati riportati nel citato rapporto si è applicato per i seminativi un valore prudenziale di SO di 643 kg/ha corrispondente alla coltivazione a frumento in collina. Considerando uno spessore di 30 cm e una massa volumica apparente di 1.300 kg/m³, si ottiene un valore di SOS espresso in percentuale di 0,017% che per tener conto dell'impegno quinquennale diviene 0,08%

Per stimare l'apporto della SOS per gli inerbimenti delle legnose agrarie si è fatto riferimento al I valore dei vigneti collinari del citato rapporto pari a 696 kg/ha che corrisponde ad un incremento dello 0,018% annuo e dello 0,09% totale.

Nella Tabella che segue sono riassunti i valori dei fattori RUSLE adottati per questo TO.

Tabella 14 - Sintesi dei valori dei fattori RUSLE modificati per la valutazione del TO 10.1.01

fattore L		seminativi			legnose agrarie (LA)		
	classi pendenza	impegno	valore fattore	commento	impegno	valore fattore	commento
	< 10%	nessuno	valore pre		nessuno	valore pre	
	10 - 30%	obbligo di realizzazione di solchi acquai temporanei al massimo ogni 60 m	valore layer fatt_L_SA	Si utilizza la media del raster del fattore L modificato per la presenza di solchi acquai	nessuno	valore pre	
	> 30%	nessuno	valore pre		nessuno	valore pre	

fattore C		seminativi			legnose agrarie (LA)		
	classi pendenza	impegno	valore fattore		impegno	valore fattore	commento
	< 10%	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio	0,18	valore stimato come intermedio fra 0,16 della classe di pendenza 10-30 e seminativi standard (0,2)	Obbligo inerimento periodo autunno-vernino		
	10 - 30%	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio; minima lavorazione e a profondità < 30 cm, semina su sodo scarificazione	0,16	valore stimato dal calcolo CNR-IRPI ipotizzando un piano di rotazione quinquennale con lavorazioni minime/sodo/scarificazione e lavorazioni superficiali (max 30 cm)	Obbligo inerimento interfila	0,163 sesto lineare, 0,126 sesto areale	dati applicati nella RUSLE 2019, note illustrative RUSLE 19, tab 16 e 18: per le LA a impianto lineare il valore pre è 0,451, per le LA a impianto areale è 0,296
	> 30%	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio; minima lavorazione, semina su sodo scarificazione	0,14	valore stimato dal calcolo CNR-IRPI ipotizzando un piano di rotazione quinquennale con lavorazioni minime/sodo/scarificazione			

fattore K		seminativi			legnose agrarie (LA)		
		impegno	valore fattore				
		impegni riferiti alla gestione del suolo, agli apporti di concimi organici, alla gestione dei residui delle potature	% SOS pre + 0,08244	si applica il valore del frumento in collina preso dalla pubblicazione del Berti (tab 8): si parte da un apporto annuo di 643 kg/ha e si applica la formula di trasformazione in percentuale stante la massa volumica apparente di 1300 kg/m ³ e si moltiplica per i 5 anni di impegno	obbligo di inerimento permanente delle interfile con pendenze superiori al 10%.	% SOS pre + 0,08923	si applica il valore dei vigneti in collina tratti da ARVI 2014-2020: si parte da un apporto annuo di 696 kg/ha e si applica la formula di trasformazione in percentuale stante la massa volumica apparente di 1300 kg/m ³

TO 10.1.03 "Incremento della sostanza organica".

Le particelle interessate da questo TO sono 3.298 pari a 4.627 ha. La superficie impegnata è di 2675 ha, essa interessa solo il 2% delle superfici complessivamente impegnate nell'area RUSLE (1% delle SOI dell'intera Regione).

Il TO 10.1.3 ha una durata di cinque anni e prevede sei impegni di cui i primi due sotto riportati riguardano gli apporti di Sostanza Organica ed hanno influenza positiva sulla riduzione dell'erosione idrica grazie al miglioramento delle qualità del suolo.

Impegni	Descrizione Impegni
01. Apporto di ammendanti commerciali, letami e altre frazioni palabili	Gli ammendanti commerciali, da individuarsi tra quelli elencati nell'Allegato 2 del D.Lgs 29 aprile 2010 n. 75, utilizzabili sono: letame, letame artificiale, ammendante vegetale semplice non compostato, ammendante compostato verde, ammendante compostato misto, ammendante torboso composto. Tra le frazioni palabili assimilate al letame sono utilizzabili: lettiere esauste, materiali palabili ottenuti col trattamento di separazione della frazione solida dei liquami, effluenti sottoposti a trattamento di compostaggio. I terreni sotto impegno, anche in funzione degli avvicendamenti colturali, possono variare nel corso degli anni, ma rispetto alla superficie del primo anno sono ammesse riduzioni non superiori al 20%.
02. Limiti quantitativi da rispettare	Le quantità di ammendante distribuita ed incorporata al terreno sulle superfici ad impegno deve essere uguale o superiore a 2,5 t di sostanza secca/ettaro per anno. Nelle singole distribuzioni occorre rispettare i limiti quantitativi massimi stabiliti dai Disciplinari di produzione integrata.

L'effetto di questo TO si esplica sul fattore K della RUSLE attraverso l'incremento di sostanza organica stabile che si ottiene con la distribuzione sul terreno di almeno 2,5 Mg di sostanza secca/ha/anno.

TO 10.1.4 "Agricoltura conservativa e incremento sostanza organica".

Questo TO riguarda in area RUSLE soltanto 292 particelle per un totale di 492 ha di cui 318 ha oggetto di impegno. Nell'intera superficie regionale la SOI di questo TO è pari a 1.221 ha, per cui la SOI in area RUSLE rappresenta il 25% di tutta la SOI.

Le superfici interessate sono investite esclusivamente a seminativi e devono avere un'estensione minima di 4 ha per una durata di 6 anni. Gli impegni previsti da questo TO sostanzialmente riguardano: la semina su sodo effettuata con apposite macchine seminatrici, l'obbligo di lasciare in campo (senza interrimento) i residui colturali (es. la paglia dei cereali), il divieto di effettuare la medesima coltura per due anni consecutivi (tranne ovviamente coltivazioni pluriennale come l'erba medica). E' previsto un impegno aggiuntivo di attuazione di "cover crop" che riguarda soltanto tre particelle.

Gli effetti di questo TO sono stati valutati attraverso le variazioni dei fattori C e K della RUSLE. Per il fattore K si è fatto riferimento alle stime relative all'incremento della SOS a seguito di questo intervento effettuate dal Valutatore nell'ambito dell'"Analisi delle variazioni di sostanza organica stabile (SOS) nei suoli", analisi riportata in allegato metodologico all'ARVI 2014-2020 ed effettuata sulla base dell'indagine campionaria sugli impieghi di fertilizzanti e fitofarmaci nelle aziende aderenti ai sistemi di produzione integrata e biologica (cfr. anche RAV 2020).

TO 10.1.07. "Gestione sostenibile della praticoltura estensiva".

Il TO 10.1.07 riguarda 1.992 particelle equivalenti a 2.903 ha. Interessa con i suoi 1.810 ha solo l'1% delle superfici impegnate nell'area RUSLE (0,7% rispetto alle SOI della RER).

Gli impegni previsti per questo TO, che dura 6 anni, sono riportati nella tabella seguente. Per il calcolo della riduzione dell'erosione si è operato come se in assenza dell'impegno si potesse avere un ritorno ai seminativi, confrontando quindi i risultati ottenuti adottando il valore del fattore C corrispondente ai seminativi e quello corrispondente ai prati pascoli.

Impegni	Descrizione Impegni
1. Mantenimento della praticoltura estensiva con particolare riferimento ai "Prati polifiti storicamente presenti in pianura"	Mantenimento della praticoltura estensiva con particolare riferimento ai "Prati polifiti storicamente presenti in pianura".
2. Non impiego concimi fitofarmaci e digestati	Non impiegare concimi chimici, fitofarmaci, diserbanti e non spandere digestati.
3. Carico bestiame pascolante < 1 UBA/ha	Non superare nei pascoli, qualora sia presente, un carico di bestiame pascolante di 1 UBA/ha.
4. Uno sfalcio all'anno in collina e due sfalci in pianura, se le superfici oggetto dell'intervento non siano pascolate	Effettuare almeno uno sfalcio all'anno in collina e almeno due sfalci in pianura, qualora le superfici oggetto dell'intervento non siano pascolate.
5. Obbligo asportare prodotto sfalcio entro due settimane da data sfalcio riportata nel registro operazioni	Obbligo di asportare il prodotto dello sfalcio entro due settimane dalla data di sfalcio riportata nel registro delle operazioni.
6. Mantenere efficiente rete scolante e mantenere efficiente rete adacquamento scorrimento superficiale in pianura	Mantenere in efficienza la rete scolante e mantenere in efficienza la rete di adacquamento per scorrimento superficiale in pianura. Qualora le operazioni di manutenzione in efficienza della rete scolante e della rete di adacquamento per scorrimento superficiale in pianura siano condotte in aree della Rete Natura 2000 tali manutenzioni saranno effettuate nel rispetto delle norme di conservazione generali e specifiche dei siti.
7. Tenere apposita scheda/registro annotazione max entro 48 h da esecuzione op. tecniche eseguite e turni pascolamento effettuati.	Tenere, in una sede aziendale dichiarata nella domanda, un'apposita scheda o registro dove annotare al massimo entro 48 ore dall'esecuzione, le operazioni tecniche eseguite e gli eventuali turni di pascolamento effettuati.

TO 10.1.10. "Ritiro seminativi dalla produzione per 20 anni a scopi ambientali e gestione collegamenti ecologici siti natura 2000"

Questo TO interessa 357 particelle per un totale di 1.144 ha che corrispondono allo 0,4% delle SOI in area RUSLE e allo 0,2% sul totale delle SOI per la RER.

Gli impegni previsti dal TO 10.1.10 sono dedicati al miglioramento della naturalità sia per fini paesaggistici sia ecologici, e sono numerosi e divisi in due sottotipi (F1 e F2). Tra questi significativi per l'effetto di riduzione dell'erosione idrica sono:

- il mantenimento della copertura vegetale (impegno 2.1 F1) e ricostituzione del cotico erboso (impegno 2.2) nella "Macchia radura" intendendo con questo complesso le formazioni vegetali arboree/arbustive che devono essere polispecifiche, cioè composte da almeno 5 specie, di cui almeno 3 arbustive di cui alla tabella b) e devono coprire almeno il 30% e non più del 50% della superficie interessata dall'intervento (S.I.I.);
- il mantenimento dei prati permanenti negli ambienti variamente strutturati, per es. alternanza di alberi, arbusti e prati (impegno 3.1 F2) e la **costituzione del prato permanente su aree a seminativo** con almeno due sfalci (impegno 3.2 F2).

L' impatto positivo sul processo erosivo deriva sia dalla riduzione del ruscellamento grazie alla copertura vegetale sia dal miglioramento della qualità del suolo grazie agli apporti di sostanza organica. Gli effetti sono stati valutati attraverso la variazione del fattore C e del fattore K della RUSLE.

TO 11.1.01. "Conversione a pratiche e metodi biologici" e TO 11.2.01 "Mantenimento e pratiche metodi biologici"

Questi TO interessano 211.908 particelle per un totale di 205.970 ha che corrispondono all' 81% delle SOI nell'area RUSLE (63% delle SOI della RER).

I due TO appartengono alla Misura 11 relativa all'agricoltura biologica, hanno durata quinquennale e riguardano sia conversioni sia mantenimento di pratiche e metodi biologici. Tra gli impegni previsti da questi TO l'adozione di avvicendamenti almeno triennali e l'uso di fertilizzanti organici possono avere un effetto

positivo sulla riduzione dell'erosione idrica. Questo può essere valutato attraverso le variazioni dei fattori C e K.

Anche in questo caso per la valutazione dell'incremento della percentuale di sostanza organica si è fatto riferimento alle stime relative all'incremento della SOS a seguito di questo intervento effettuate dal Valutatore nell'ambito dell'Analisi delle variazioni di sostanza organica stabile (SOS) nei suoli, analisi riportata in allegato metodologico all'ARVI 2014-2020, che prende in considerazione gli specifici apporti di questo regime in termini di variazione della SOS annua.

In effetti questa misura è molto rappresentata (156.00 ha; 85% di record di tutti i TO) ed anche una piccola differenza nel valore attribuite potrebbe determinare un effetto molto rilevante sulla riduzione dell'erosione.

Di seguito si riporta una sintesi relativa ai TO oggetto di valutazione (10.1.01, 10.1.03, 10.1.04, 10.1.07, 10.1.10 e M 11) nella quale sono descritti i singoli impegni e i corrispondenti valori assegnati ai fattori della RUSLE e introdotti nel database delle SOI che sono stati utilizzati per il calcolo dell'erosione a seguito dell'adozione dei diversi TO (cfr. Tabella successiva).

Tabella 15 - Sintesi delle variazioni dei fattori della RUSLE per i diversi TO

TO	impegno	fattore	valore fattore	commento
10.1.03 Incremento della sostanza organica	su tutte le tipologie di colture: distribuzione sul terreno di almeno 2,5 t di sostanza secca /ha/anno	K	% SOS pre + 0,1275	i valori post sono ricavati moltiplicando il valore di OM del fatt K pre per il coefficiente moltiplicativo estratto da ARVI 2014-2020, "Variazione annua stock SOS %" pari a 0,0255, a sua volta moltiplicato per i 5 anni di impegno
10.1.04 Agricoltura conservativa e incremento sostanza organica	semina su sodo effettuata con apposite macchine seminatrici; obbligo di lasciare in campo (senza interrimento) i residui culturali (es. la paglia dei cereali); divieto di effettuare la medesima coltura per due anni consecutivi	C	0,14	La copertura dei residui e l'assenza di lavorazioni pur non essendo uguale all'inerbimento hanno un importante effetto anti-erosivo non facilmente valutabile. Si è fatto quindi riferimento ai valori proposti per il TO 10.1.1 impegno 02, classe pendenza >30%. Il valore di C pre è di 0,2
		K	% SOS pre + 0,168	i valori post sono ricavati moltiplicando il valore di OM del fatt K pre per il coefficiente moltiplicativo estratto da ARVI 2014-2020, "Variazione annua stock SOS %" pari a 0,0336, a sua volta moltiplicato per i 5 anni di impegno
10.1.07 Gestione sostenibile della praticoltura estensiva	mantenimento della praticoltura estensiva con particolare riferimento ai "Prati polifiti storicamente presenti in pianura".	C	0,02	si è applicato ai seminativi pre impegno il valore convenzionale di 0,2 e post impegno il valore stabilito nella RUSLE 19 ai prati naturali
		K	% SOS pre + 0,123	i valori post sono ricavati moltiplicando il valore di OM del fatt K pre per il coefficiente moltiplicativo estratto da ARVI 2014-2020 "Variazione annua stock SOS %" pari a 0,0246, a sua volta moltiplicato per i 6 anni di impegno
10.1.10 Ritiro seminativi dalla produzione per 20 anni a scopi ambientali e gestione collegamenti ecologici siti natura 2000	ritiro dei seminativi con mantenimento del prato permanente a prevalenza di graminacee con almeno due sfalci/trinciature (imp. 3.2 F2)	C	0,02	si è applicato ai seminativi il valore stabilito nella RUSLE 19 ai prati naturali
		K	% SOS pre + 0,232	i valori post sono ricavati moltiplicando il valore di OM del fatt K pre per il coefficiente moltiplicativo estratto da ARVI 2014-2020 "Variazione annua stock SOS %" pari a 0,0116, a sua volta moltiplicato per i 20 anni di impegno

TO	impegno	fattore	valore fattore	commento
11.1.01 e 11.2.01 Conversione a e mantenimento di pratiche e metodi biologici	incremento della sostanza organica nel terreno	C	0,18	La rotazione copertura dei residui e l'assenza di lavorazioni pur non essendo uguale all'inerbimento hanno un importante effetto anti-erosivo non facilmente valutabile. Si è fatto quindi riferimento ai valori proposti per il TO 10.1.1 impegno 02, classe pendenza >30%. <u>Si applica solo ai seminativi.</u>
		K	k pre + 0.25	I valori post sono ricavati moltiplicando il valore di OM del fatt K pre per il coefficiente moltiplicativo estratto da ARVI 2014-2020 "Variazione annua stock SOS %". Si moltiplica per i 5 anni di impegno.

3.3 Risultati

A partire dal data base unificato come descritto in precedenza, sono state identificate tutte le particelle interessate da uno o più TO. Le superfici interessate contemporaneamente da più TO sono state elaborate separatamente per evitare che fossero conteggiate più volte e per evidenziare l'effetto di ciascun TO sovrapposto. Le informazioni necessarie per il calcolo della RUSLE sono state inserite nel database popolandolo i campi relativi ai valori dei fattori R, S e L (con e senza solchi acquai), nonché le componenti del fattore K, distinte per consentire l'applicazione della formula di Torri in funzione delle variazioni del contenuto di sostanza organica stabile (SOS): granulometria (Dg), frazione di argilla. L'effetto di mitigazione dell'erosione dovuto ai diversi TO e alle pratiche agricole previste dai diversi impegni è stato simulato agendo sui valori dei fattori della RUSLE opportunamente calcolati per tenere conto delle modificazioni indotte su ciascuno di essi dalle tecniche colturali adottate come descritto nel precedente capitolo.

La RUSLE è stata calcolata nelle condizioni pre e post attuazione degli impegni; i risultati ottenuti sono stati aggregati a livello di TO e di particella. Dalle valutazioni sono stati esclusi i record con superfici inferiori ai 25 m² (per un totale di 3.850 m²).

Per evidenziare il contributo di ciascun TO e di ciascun impegno, è stata calcolata la RUSLE per singolo TO con un approccio controfattuale. La simulazione è efficace nel rappresentare il ruolo di ciascun impegno nel controllo dell'erosione (cfr. tabella successiva); va però ricordato che i risultati ottenuti considerando gli impegni singolarmente non possono essere interpretati come il contributo del singolo impegno alla riduzione dell'erosione. Vale a dire che la somma dei singoli contributi non è uguale alla riduzione totale ottenuta considerando tutti i fattori (il risultato finale deriva dal prodotto dei diversi fattori).

Tabella 16 - Valutazione della riduzione dell'erosione attuale (EA) per ciascun TO o per ciascun impegno

Tipo di operazione	impegno	fattore RUSLE modificato	superficie impegnata (ha)	EA totale pre (Mg/anno)	EA totale post (Mg/anno)	EA totale differenza (Mg/anno)	EA differenza unitaria (Mg/ha/anno)	% di riduzione
10.1.01 Produzione integrata	obbligo di realizzazione di solchi acquali temporanei al massimo ogni 60 m sui seminativi a pendenze comprese tra il 10 ed il 30%	L, lunghezza pendio	5.412	253.070	178.627	74.443	13,8	29
	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio sui seminativi con pendenza inferiore al 10%	C, copertura	2.548	20.744	18.670	2.074	0,8	10
	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio; minima lavorazione e a profondità < 30 cm, semina su sodo scarificazione sui seminativi con pendenza tra il 10% ed il 30%	C, copertura	5.412	253.070	202.456	50.614	9,4	20
	rotazione quinquennale con almeno tre colture diverse ed un solo ristoppio; minima lavorazione, semina su sodo scarificazione sui seminativi al di sopra il 30% di pendenza	C, copertura	950	91.121	63.785	27.336	28,8	30
	obbligo inerbimento interfila sulle legnose agrarie	C, copertura	9.958	755.808	276.038	479.770	48,2	63
	impegni riferiti alla gestione del suolo, agli apporti di concimi organici, alla gestione dei residui delle potature sui seminativi	K, percentuale SOS	8.910	364.936	364.168	768	0,1	0,2
	obbligo di inerbimento sulle legnose agrarie	K, percentuale SOS	9.958	755.808	754.405	1.403	0,1	0,2
10.1.03 Incremento della sostanza organica	su tutte le tipologie di colture: distribuzione sul terreno di almeno 2,5 t di sostanza secca /ha/anno	K, percentuale SOS	2.675	104.102	103.815	288	0,1	0,3
10.1.04 Agricoltura conservativa e incremento sostanza organica	semina su sodo effettuata con apposite macchine seminatrici; obbligo di lasciare in campo (senza interrimento) i residui colturali (es. la paglia dei cereali); divieto di effettuare la medesima coltura per due anni consecutivi	C, copertura	318	12.113	10.901	1.211	3,8	10
		K, percentuale SOS	318	12.113	12.071	41	0,1	0,3
10.1.07 Gestione sostenibile della praticoltura estensiva	mantenimento della praticoltura estensiva con particolare riferimento ai "Prati polifiti storicamente presenti in pianura".	C, copertura	1.810	71.423	7.142	64.280	35,5	90,0
		K, percentuale SOS	1.810	71.423	71.230	192	0,1	0,3
10.1.10 Ritiro seminativi dalla produzione per 20 anni a scopi ambientali e gestione collegamenti ecologici siti natura 2000	costituzione del prato permanente su aree a seminativo con almeno due sfalci	C, copertura	549	6.608	3.315	3.293	6,0	50
		K, percentuale SOS	549	6.608	6.574	34	0,06	0,5
11.1.01 e 11.2.01 Conversione a e mantenimento di pratiche e metodi biologici	incremento della sostanza organica nel terreno	C, copertura	89.808	4.491.166	4.043.664	447.502	5,0	10
		K, percentuale SOS	105.045	5.133.641	5.092.570	41.071	0,39	1

L'efficacia di ciascun TO è stata valutata sia in termini assoluti sia relativi. Il valore di erosione calcolato post attuazione di ciascun TO è stato confrontato con l'erosione in assenza dello stesso TO; quest'ultimo valore è stato considerato come valore di riferimento iniziale per calcolare l'efficacia globale (Eff-glob), vale a dire la riduzione di sedimento asportato attraverso il processo erosivo nelle SOI, l'efficacia unitaria (Eff-un) riferita all'unità di SOI e l'efficacia relativa (Eff-SOI), valutata in termini di percentuale di abbattimento dell'erosione nelle SOI (cfr. tabella successiva).

Tabella 17 - Parametri calcolati per valutare l'effetto di mitigazione dell'erosione dovuto ai diversi tipi di operazione

Efficacia assoluta Eff-glob	$\frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso pre_TO nelle SOI} - \frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso post_TO nelle SOI}$
Efficacia unitaria Eff-un	$\frac{\frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso pre_TO nelle SOI} - \frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso post_TO nelle SOI}}{\text{SOI}}$
Efficacia SOI (Eff-SOI)	$\frac{\frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso pre_TO nelle SOI} - \frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso post_TO nelle SOI}}{\frac{\text{Mg}}{\text{anno}} \text{ di suolo eroso pre_TO nelle SOI}}$

Per ciascun tipo di operazione (TO) sono state prese in considerazione le superfici investite (Superfici Oggetto di Impegno – SOI) ed è stata stimata l'erosione idrica nelle condizioni generate dal TO.

I risultati del calcolo della RUSLE per ciascun TO pre e post attuazione degli impegni e la loro efficacia sono descritti singolarmente di seguito.

TO 10.1.01 – Produzione integrata

Superficie impegnata totale: 112.674 ha
 Superficie impegnata in area RUSLE: 18.868 ha
 Erosione pre: 1.120.744 Mg·anno⁻¹
 Erosione post: 500.394 Mg·anno⁻¹
 Riduzione assoluta (Eff-glob): ~ 620.350 Mg·anno⁻¹
 Riduzione unitaria (Eff-un): 33 Mg·ha⁻¹ SOI
 Efficacia % (Eff-SOI): ~55,4%

Il TO 10.1.01, relativo alla produzione integrata, si configura come una degli interventi più rilevanti ed efficaci nella riduzione dei fenomeni erosivi in ambito agricolo. L'intervento ha interessato una superficie complessiva pari a circa 18.800 ettari in territorio RUSLE, che rappresenta il 15% rispetto al totale di superficie impegnata da tutti i TO se si esclude la Misura 11, che risulta tra le misure con la maggiore estensione territoriale all'interno dell'area soggetta a rischio erosione.

L'analisi comparativa dei valori di erosione annua medi pre e post PSR mostra una riduzione da circa 1.121.000 Mg·anno⁻¹ a 500.000 Mg·anno⁻¹, con una differenza assoluta di oltre 620.000 Mg·anno⁻¹, corrispondente a una riduzione percentuale del 55,4%. Questo dato evidenzia un'efficacia molto elevata nell'abbattimento del rischio erosivo.

Dal punto di vista tecnico, la misura risulta efficace poiché agisce simultaneamente su più fattori dell'equazione RUSLE:

- Sul fattore C (copertura del suolo), nei seminativi mediante l'introduzione di rotazioni colturali strutturate su base quinquennale, minima lavorazione per i terreni sopra il 10% di pendenza (poco profonde fino al 20% e superficiali oltre); per le legnose agrarie obbligo di inerbimento, finalizzate a ridurre la vulnerabilità del suolo all'impatto delle precipitazioni;
- Sul fattore L (lunghezza del pendio), attraverso l'obbligo di realizzazione di solchi acquai temporanei ogni 60 m per i terreni in pendenze comprese tra il 10 ed il 30%, i quali interrompono la continuità del deflusso e limitano la velocità di scorrimento delle acque meteoriche, contribuendo alla frammentazione delle aree esposte;

- Sul fattore K (erodibilità), in modo indiretto, mediante pratiche conservative che mantengono o incrementano la sostanza organica del suolo, migliorandone la struttura e la coesione.

L'efficacia di questo TO è amplificata dalla ampia diffusione sul territorio: sono 28.767 le particelle agricole in area soggetta a rischio erosione coinvolte in questo intervento. Tale diffusione, unita alla riduzione significativa del valore medio di erosione, rende il TO 10.1.01 una misura di riferimento per la pianificazione territoriale e la prevenzione dell'erosione in ambito agricolo.

Il tipo di operazione dimostra un'alta efficacia tecnica e una forte aderenza da parte degli operatori agricoli. Si configura pertanto come strategica per le politiche di conservazione del suolo, con particolare rilevanza nelle aree collinari e submontane. È raccomandabile il suo mantenimento e rafforzamento nelle future programmazioni, privilegiando le aree a maggiore suscettibilità erosiva.

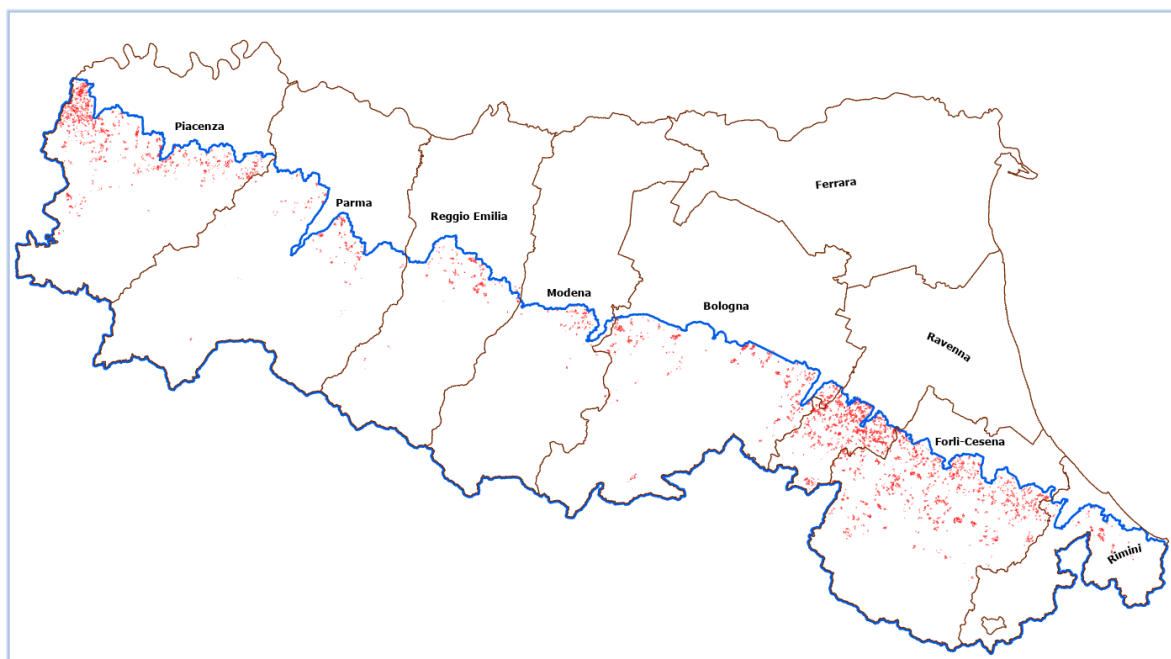


Figura 11 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.01

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

TO 10.1.03 – Incremento sostanza organica

Superficie impegnata totale: 11.213 ha
 Superficie impegnata in area RUSLE: 2.675 ha
 Erosione pre: 104.102 Mg·anno⁻¹
 Erosione post: 103.815 Mg·anno⁻¹
 Riduzione assoluta (Eff-glob): 288 Mg·anno⁻¹
 Riduzione unitaria (Eff-un): 0,11 Mg·ha⁻¹
 Efficacia % (Eff-SOI): ~0,28%

Il TO 10.1.03, volto all'incremento della sostanza organica nei suoli agricoli, mira a migliorare le caratteristiche fisiche e biologiche del suolo, incidendo in particolare sul fattore K (erodibilità) dell'equazione RUSLE. L'intervento ha coinvolto una superficie complessiva di 11.213 ettari su scala regionale. Di questi, 2.675 ettari ricadono in aree collinari o montane (area RUSLE) per le quali è stata valutata l'erosione.

I valori di riduzione dell'erosione assoluta e soprattutto unitaria indicano una efficacia molto modesta nella mitigazione diretta dei processi erosivi. Ciò è coerente con la natura della misura, che non modifica il ruolo della copertura vegetale (fattore C) né la morfologia (fattore L), ma agisce esclusivamente sul fattore K (erodibilità del suolo) della RUSLE, mediante:

- Adozione di rotazioni colturali atte a favorire il mantenimento della sostanza organica;
- Utilizzo di colture miglioratrici;
- Limitazione delle lavorazioni profonde;
- distribuzione sul terreno di almeno 2,5 t di sostanza secca /ha/anno.

L'aumento del contenuto di sostanza organica nel suolo, stimato in +643 kg·ha⁻¹ contribuisce a migliorare la resistenza del suolo alla disaggregazione ma richiede tempi lunghi per generare effetti strutturali visibili sulla riduzione dell'erosione.

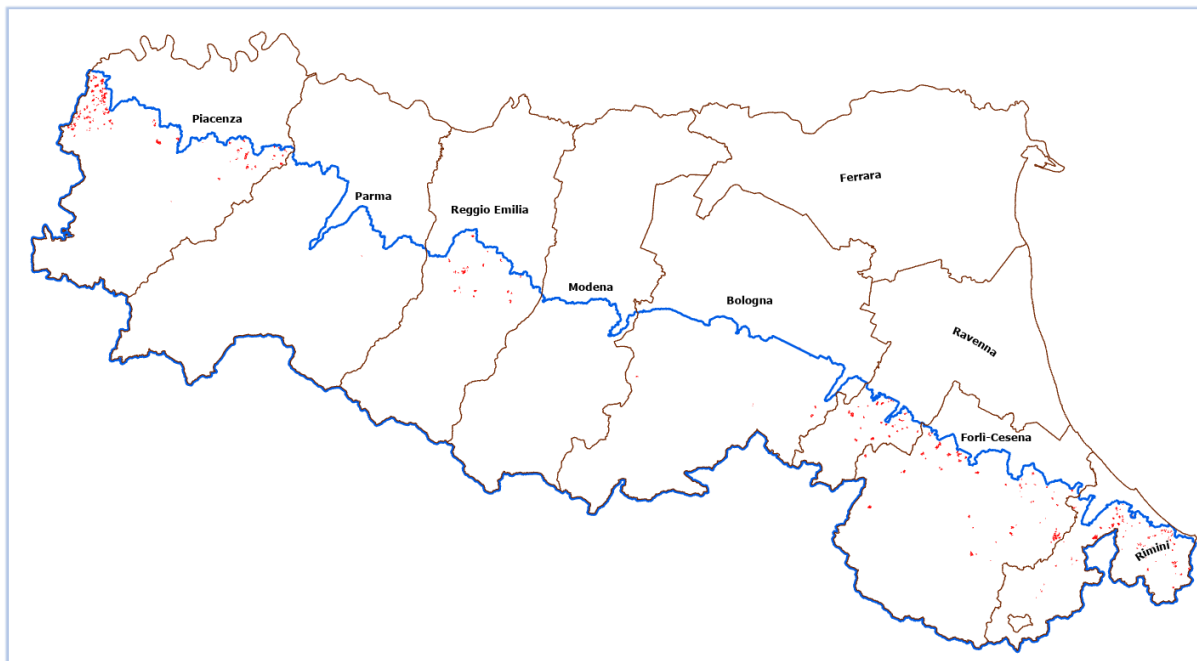


Figura 12 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.03

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

A livello territoriale, la misura coinvolge circa 3300 particelle ricadenti in area RUSLE, e un numero complessivo molto più ampio nell'intero territorio regionale. L'adozione diffusa testimonia l'interesse per questa pratica, anche se il suo contributo all'obiettivo di contrasto all'erosione risulta secondario e meno efficace rispetto ad altre operazioni. Con esclusivo riferimento al processo erosivo il TO 10.1.03 va considerato pertanto come un intervento di accompagnamento, con benefici che si manifestano principalmente in termini di qualità del suolo, capacità di ritenzione idrica e sostenibilità agronomica. La sua inclusione nei percorsi di gestione sostenibile è utile nel lungo periodo, ma per una riduzione sostanziale dell'erosione è necessario affiancarla a interventi che agiscano anche sui fattori C e L della RUSLE.

TO 10.1.04 – Agricoltura conservativa e incremento sostanza organica

Superficie impegnata totale: 1.221 ha
 Superficie impegnata in area RUSLE: 318 ha
 Erosione pre: 12.113 Mg·anno⁻¹
 Erosione post: 10.864 Mg·anno⁻¹
 Riduzione assoluta (Eff-glob): ~1.248 Mg·anno⁻¹
 Riduzione unitaria (Eff-un): 4 Mg·ha⁻¹
 Efficacia % (Eff-SOI): ~10,3%

Il TO 10.1.04 promuove pratiche di agricoltura conservativa, con l'obiettivo di migliorare la stabilità del suolo, limitare le lavorazioni meccaniche invasive e aumentare la sostanza organica. Essa integra azioni che incidono sia sul fattore C dell'equazione RUSLE, attraverso la copertura vegetale permanente e la protezione della superficie del suolo, sia sul fattore K, intervenendo sulla struttura e composizione del terreno.

A livello regionale, la superficie complessivamente interessata dal TO è pari a 1.221 ettari, mentre la superficie ricadente in area RUSLE è di 318 ettari per un totale di circa 296 particelle.

La riduzione del fattore C è ottenuta grazie all'impiego di tecniche come:

- Semina su sodo e minima lavorazione (no-till e strip-till),
- Residui colturali lasciati in campo,
- Introduzione di cover crops o colture di copertura tra una coltura e la successiva.

L'azione è articolata in più sotto-pratiche, tra cui:

- Limitazione delle lavorazioni profonde,
- Applicazione sistematica di rotazioni pluriennali,
- Uso di colture miglioratrici.

L'effetto complessivo riscontrato in termini di riduzione dell'erosione è modesto per l'estensione limitata delle superfici investite e l'Efficacia è pari al 10%. La stima media di incremento della sostanza organica è in linea con quella del TO 10.1.03 (+643 kg·ha⁻¹), ma in questo caso si aggiungono gli effetti di protezione della copertura del suolo che agiscono sul fattore C. Sebbene la riduzione diretta dell'erosione non sia elevata l'efficacia del TO 10.1.04 può aumentare sensibilmente nel medio-lungo periodo se esteso su scala più ampia, specialmente in aree con pendenze moderate e suoli soggetti a lavorazioni intensive. Resta quindi la validità strategica come componente di una gestione multifattoriale del rischio erosivo, anche alla luce dei benefici collaterali su fertilità, struttura del suolo e capacità di trattenere l'umidità.

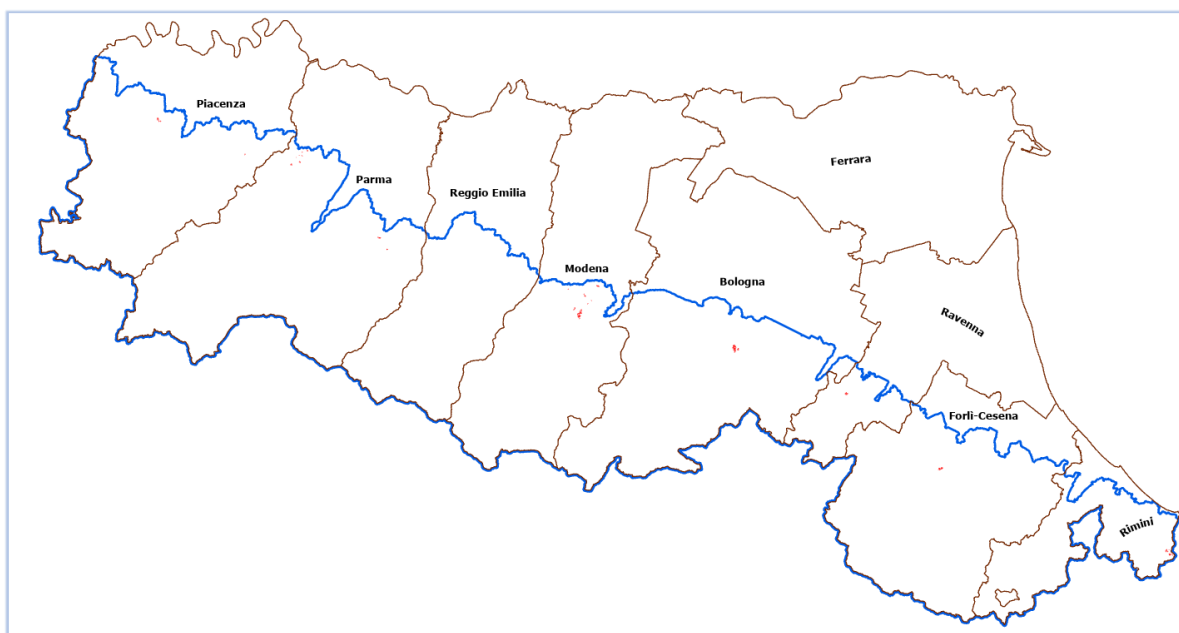


Figura 13 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.04

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

TO 10.1.07 – Gestione sostenibile della praticoltura estensiva

Superficie impegnata a scala regionale: 8.124 ha

Superficie impegnata in area RUSLE: 1.810 ha

Erosione pre: 71.423 Mg-anno-1

Erosione post: 7.123 Mg-anno-1

Riduzione assoluta (Eff-glob): 64.300 Mg-anno-1

Riduzione unitaria (Eff-un): 36 Mg-ha-1

Efficacia % (Eff-SOI): 90%

Il TO 10.1.07 promuove una gestione estensiva e a basso impatto dei prati permanenti e delle superfici a pascolo, con l'obiettivo di preservare la copertura vegetale e ridurre le pressioni meccaniche e antropiche sul suolo. L'intervento mira a contenere l'erosione tramite l'aumento della stabilità del cotico erboso e il mantenimento di una copertura permanente, incidendo essenzialmente sul fattore C dell'equazione RUSLE.

La superficie complessiva interessata dalla misura a livello regionale è pari a 8.124 ettari, mentre la porzione di superficie ricadente in aree suscettibili è pari a 1.810 ettari riguardando circa 1.992 particelle ricadenti in area RUSLE, una diffusione significativa che ne conferma la rilevanza sul territorio.

I risultati indicano una riduzione significativa dell'erosione, ottenuta principalmente tramite:

- Mantenimento della praticoltura estensiva;
- Limitazione dello sfalcio e del pascolamento intensivo;
- Divieto di lavorazioni meccaniche del suolo.

Il mantenimento del prato stabile e non disturbato consente di conservare una copertura vegetale permanente, migliorando la resistenza del suolo all'azione delle acque meteoriche e rallentando i fenomeni di ruscellamento superficiale. Tali pratiche risultano particolarmente efficaci in ambienti collinari e submontani, dove il pascolamento intensivo o gli sfalci frequenti possono compromettere la coesione superficiale del terreno.

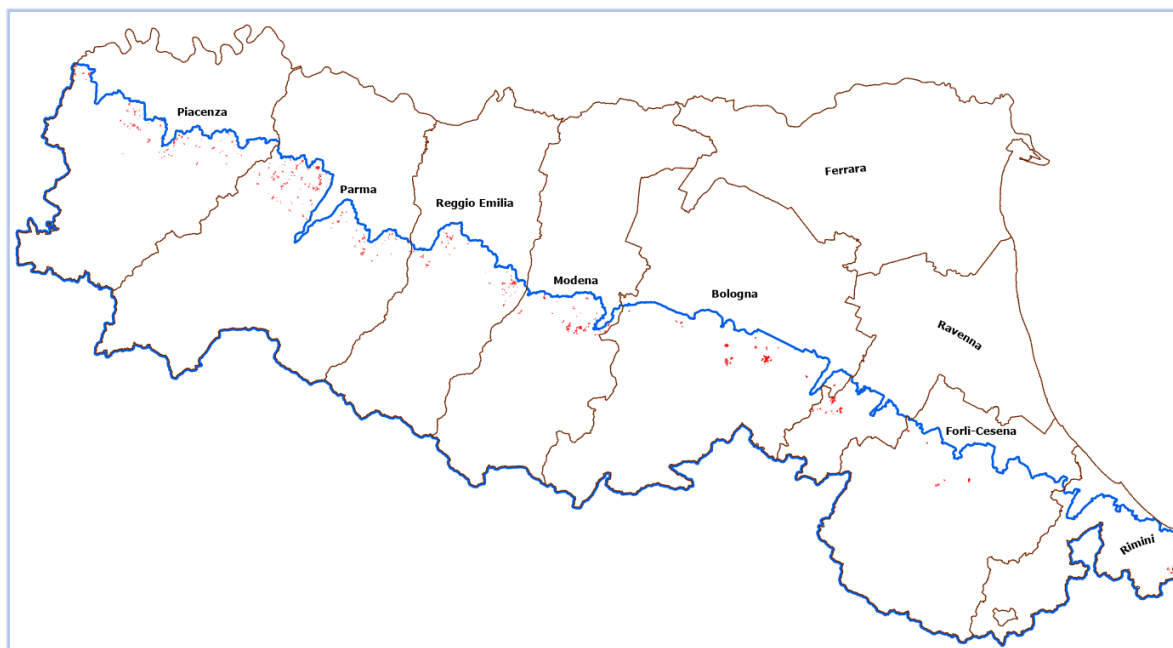


Figura 14 – Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.07

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

Il TO 10.1.07 si conferma una misura efficace e coerente con gli obiettivi di conservazione del suolo nelle aree a pascolo e prato. L'effetto diretto sull'erosione è elevato rispetto ad altre misure analizzate (riduzione del 90%), e ben si accompagna a benefici ambientali trasversali, tra cui il mantenimento della biodiversità floristica, il miglioramento della struttura del suolo e la riduzione dei carichi azotati e chimici. La misura è particolarmente indicata per le aree marginali collinari, dove l'intensificazione agricola potrebbe generare effetti erosivi marcati. Si raccomanda il suo mantenimento e potenziamento nei prossimi cicli di programmazione, anche attraverso azioni di accompagnamento e assistenza tecnica agli operatori locali.

TO 10.1.10 – Ritiro ventennale seminativi a scopo ambientale

Superficie impegnata a scala regionale: 580 ha

Superficie impegnata in area RUSLE: 549 ha

Erosione pre: 6.608 Mg·anno⁻¹

Erosione post: 21 Mg·anno⁻¹

Riduzione assoluta (Eff-glob): ~6.587 Mg·anno⁻¹

Riduzione unitaria (Eff-un): 12 Mg·ha⁻¹

Efficacia % (Eff-SOI): ~99 %

Il TO 10.1.10 promuove il ritiro a lungo termine di superfici seminative da cicli produttivi, con l'obiettivo di favorire la rinaturalizzazione dei suoli, migliorare la biodiversità e ridurre la pressione antropica. Dal punto di vista erosivo, si tratta di una delle azioni più incisive, in quanto comporta una trasformazione strutturale e permanente dell'uso del suolo. L'intervento ha coinvolto una superficie complessiva di 580 ha su scala regionale. Di questi, 549 ettari ricadono in area RUSLE per un totale di 357 particelle.

La riduzione complessiva dell'erosione non è elevata a causa della limitata estensione delle superfici, ma l'efficacia per unità di superficie è invece consistente. Il valore di Efficacia ottenuto colloca questo TO tra i più efficaci in termini percentuali nella mitigazione dei processi erosivi. Il passaggio da seminativo a prato permanente o vegetazione naturale consente una forte riduzione del fattore C dell'equazione RUSLE, grazie a:

- Una copertura del suolo continua e duratura;
- Il blocco di lavorazioni meccaniche (che altrimenti inciderebbero sul fattore K);
- L'aumento della capacità di infiltrazione e della stabilità della struttura superficiale del suolo.

L'intervento comporta benefici ambientali sinergici, tra cui:

- L'incremento della biodiversità floristica e faunistica;
- La protezione dei corsi d'acqua e delle aree marginali;
- La riduzione del trasporto solido nei bacini idrografici minori.

Il TO 10.1.10 dimostra dunque una notevole efficacia nella riduzione dell'erosione, grazie all'abbandono produttivo e alla gestione ecologica delle superfici. Pur avendo un impatto rilevante dal punto di vista del potenziale produttivo per le aziende agricole, rappresenta una soluzione efficace per la protezione del suolo in aree a rischio. La sua applicazione andrebbe incentivata in contesti vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, in prossimità di versanti, corsi d'acqua, o zone a bassa fertilità agronomica. Si suggerisce inoltre di integrarla con misure a più ampia scala per rafforzarne l'effetto sistemico sul territorio.

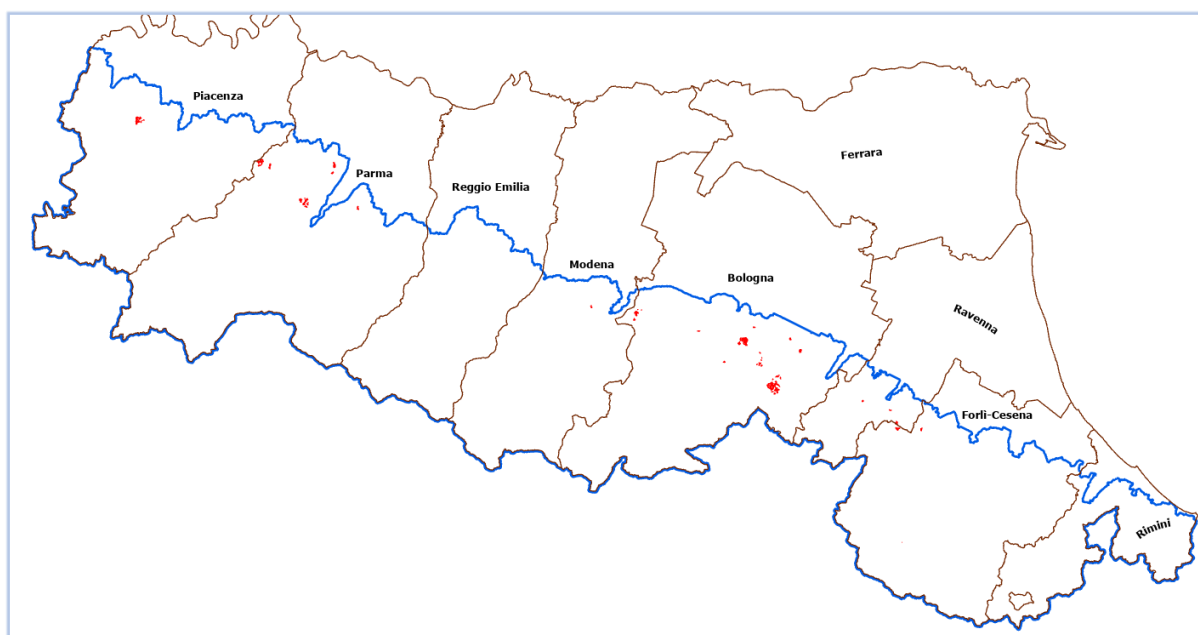


Figura 15 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno del TO 10.1.10

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

TO 11.1.01 e 11.2.01 – Conversione e mantenimento a pratiche e metodi biologici

Superficie impegnata a scala regionale: 167.608 ha

Superficie impegnata in area RUSLE: 105.045 ha

Erosione pre: 5133641 Mg·anno⁻¹

Erosione post: 4648654 Mg·anno⁻¹

Riduzione assoluta (Eff-glob): ~484.988 Mg·anno⁻¹

Riduzione unitaria (Eff-un): 4,6 Mg·ha⁻¹

Efficacia % (Eff-SOI): ~9,4%

I TO 11.1.01 e 11.2.01, rispettivamente dedicati alla conversione e al mantenimento dell'agricoltura biologica, hanno l'obiettivo di incentivare la transizione verso pratiche agricole sostenibili, riducendo l'uso di input chimici e promuovendo tecniche di gestione agronomica a basso impatto ambientale. Pur non essendo progettate in modo specifico per la riduzione dell'erosione, esse comportano effetti positivi indiretti sul suolo, in particolare grazie al miglioramento del contenuto di sostanza organica e alla riduzione delle lavorazioni intensive.

La riduzione complessiva dell'erosione è molto elevata (circa 485.000 Mg anno⁻¹) grazie alle ampie superfici interessate che corrispondono a circa l'80% delle superfici oggetto di impegno. La riduzione riferita all'unità di superficie è buona (4,6 Mg·ha⁻¹ SOI) con un'Efficacia del 9,4% che si avvicina a quella del TO 10.1.04. Anche nelle produzioni biologiche, infatti c'è un effetto sulla qualità del suolo e quindi sul fattore K della RUSLE (erodibilità del suolo), tramite l'incremento della sostanza organica, che migliora la stabilità e la coesione del suolo nel tempo. A questo si aggiunge un effetto sul fattore C a causa della rotazione e della copertura dei residui, pur non essendo introdotte modifiche obbligatorie sulla copertura del suolo (fattore C).

Gli effetti positivi quindi si concentrano soprattutto sulla qualità del suolo che nel lungo periodo hanno una rilevanza anche sulla riduzione della perdita di suolo. Inoltre, l'efficacia è fortemente dipendente dalle pratiche agronomiche specifiche adottate: l'agricoltura biologica non è di per sé sinonimo di controllo del processo erosivo se non accompagnata da tecniche complementari come inerbimento, minima lavorazione o colture di copertura.

L'estensione è però di gran lunga la più ampia tra tutte le misure PSR analizzate, conferendo a queste operazioni un potenziale molto rilevante se integrate con altre misure agroambientali. Si registrano effetti sinergici su fertilità, capacità di ritenzione idrica, riduzione dell'inquinamento diffuso e conservazione della biodiversità, anche se il loro impatto erosivo resta marginale.

I TO 11.1.01 e 11.2.01 pertanto costituiscono un asse strategico della sostenibilità agricola regionale, ma il loro contributo alla mitigazione dei processi erosivi è modesto e indiretto. La loro efficacia in chiave antierosiva può essere notevolmente accresciuta attraverso:

- l'introduzione di impegni specifici per la copertura permanente del suolo,
- l'integrazione con misure come la 10.1.01 (produzione integrata) o la 10.1.10 (ritiro dei seminativi),
- l'adozione sistematica di tecniche conservative nel contesto biologico.

Alla luce della loro capillarità e durata, queste misure rappresentano una base solida per costruire percorsi agroambientali avanzati, anche in funzione delle nuove sfide poste dal cambiamento climatico e dalla gestione sostenibile delle risorse naturali.

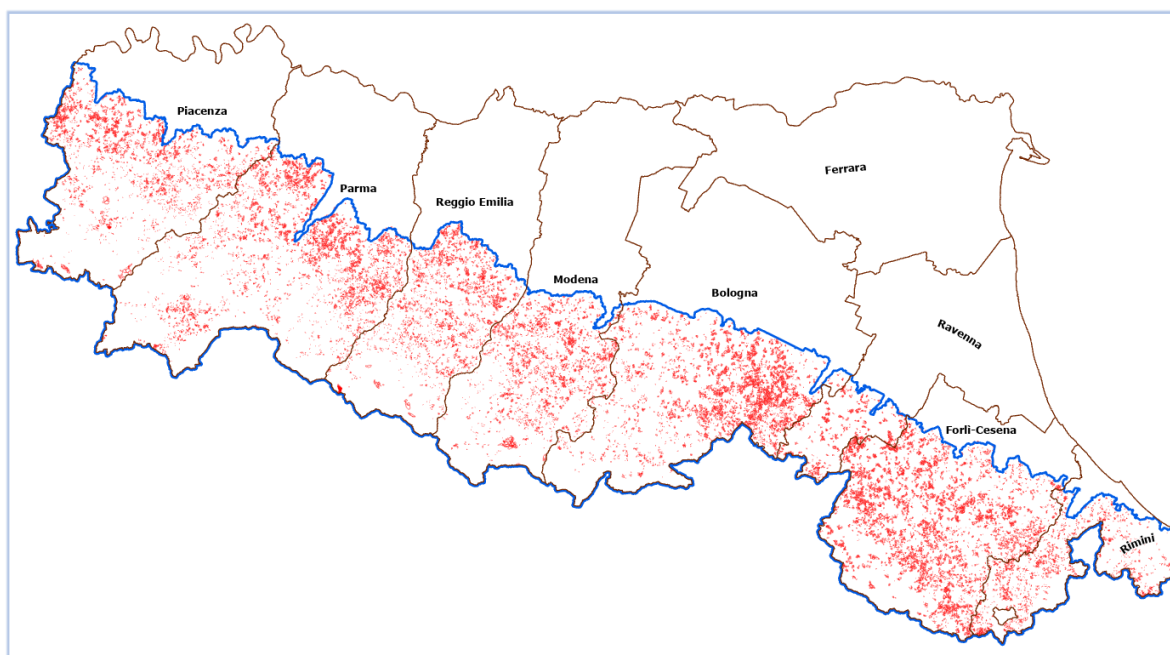


Figura 16 - Distribuzione nell'area RUSLE delle particelle sotto impegno dei TO 11.01.01 e 11.02.01

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

Nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati del calcolo della RUSLE complessivi per ciascun TO pre e post attuazione degli impegni e la loro efficacia complessiva.

Tabella 18 - Erosione Attuale (EA) ed efficacia nella riduzione dell'erosione per i diversi TO nelle Superfici Oggetto di Impegno nell'area RUSLE

TO	superficie impegnata SOI (ha)	EA pre (Mg/anno)	EA post (Mg/anno)	riduzione assoluta (Eff-glob) (Mg/anno)	riduzione unitaria (Eff-un) (Mg/ha/anno)	Efficacia (Eff-SOI) (%)
10.1.01	18.868	1.120.744	500.394	620.350	33	55,4
10.1.03	2.675	104.102	103.815	288	0	0,28
10.1.04	318	12.113	10.864	1.248	4	10,3
10.1.07	1.810	71.423	7.123	64.300	36	90,0
10.1.10	549	6.608	21	6.587	12	99,7
11.1.01	105.045	5.133.641	4.648.654	484.988	4,6	9,4
11.2.01						
TOTALE	129.265	6.448.631	5.270.871	1.177.760	9	18,3

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

Dall'analisi della Tabella 18 emerge che, complessivamente, il PSR ha determinato una riduzione rilevante dell'erosione superficiale dei suoli, pari al 18% rispetto alla situazione antecedente gli impegni. Questo si traduce in un risparmio di suolo eroso pari a 1.177.760 Mg/anno

In particolare, si osserva che i TO 10.1.10 e 10.1.07 hanno una capacità di riduzione dell'erosione molto elevata determinando una riduzione del 90% rispetto alla condizione pre-impegni. Complessivamente però questi TO contribuiscono in minima parte alla riduzione totale del materiale eroso a causa delle esigue superfici investite. I TO 10.1.01 e 11.1.01 e 11.2.01 hanno invece un ruolo rilevante nell'abbattimento dell'erosione in termini assoluti con i quantitativi maggiori – rispettivamente 620.350 e 484.988 Mg*anno⁻¹ - che corrispondono a oltre il 90% del quantitativo totale di riduzione dell'erosione. Nel caso dei TO della misura 11 (produzioni biologiche), questo risultato è dovuto alle vaste superfici impegnate mentre nel caso del TO 10.1.01 questo è dovuto all'elevata efficacia unitaria. I TO 10.1.01 e 10.1.07 producono gli effetti che determinano una maggiore capacità di controllo dell'erosione testimoniata dall'elevato valore dell'efficacia per unità di superficie (Eff Un); una ampia adesione a questa tipologia di impegni potrebbe produrre un considerevole abbattimento dell'erosione. L'insieme di queste valutazioni è fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi attraverso la promozione degli interventi più efficaci in aree ad elevato rischio erosivo.

Il calcolo della RUSLE pre e post adozione degli impegni è stato eseguito alla scala della singola particella e queste informazioni puntuali sono contenute nel data base prodotto. Data la numerosità e le dimensioni delle particelle la visualizzazione di dettaglio richiederebbe una scala molto grande incompatibile con questo rapporto. Per una visualizzazione alla scala regionale i dati sono stati riferiti al foglio catastale o al comune (questa rappresentazione agevola inoltre il confronto con le valutazioni precedenti).

Nella figura seguente è mostrata l'efficacia complessiva Eff-SOI, vale a dire la riduzione dell'erosione nelle SOI rispetto all'erosione preadesione agli impegni, dovuta all'adozione di tutti i TO. Dall'analisi della figura seguente emerge che la maggiore efficacia dei TO in termini di riduzione dell'erosione si riscontra nelle zone submontane e collinari. In particolare, gli effetti più marcati (in verde) sono riconducibili alle zone di Ravenna, Forlì-Cesena e Piacenza, in corrispondenza della maggiore concentrazione delle particelle sotto impegno del TO 10.1.01 produzione integrata.

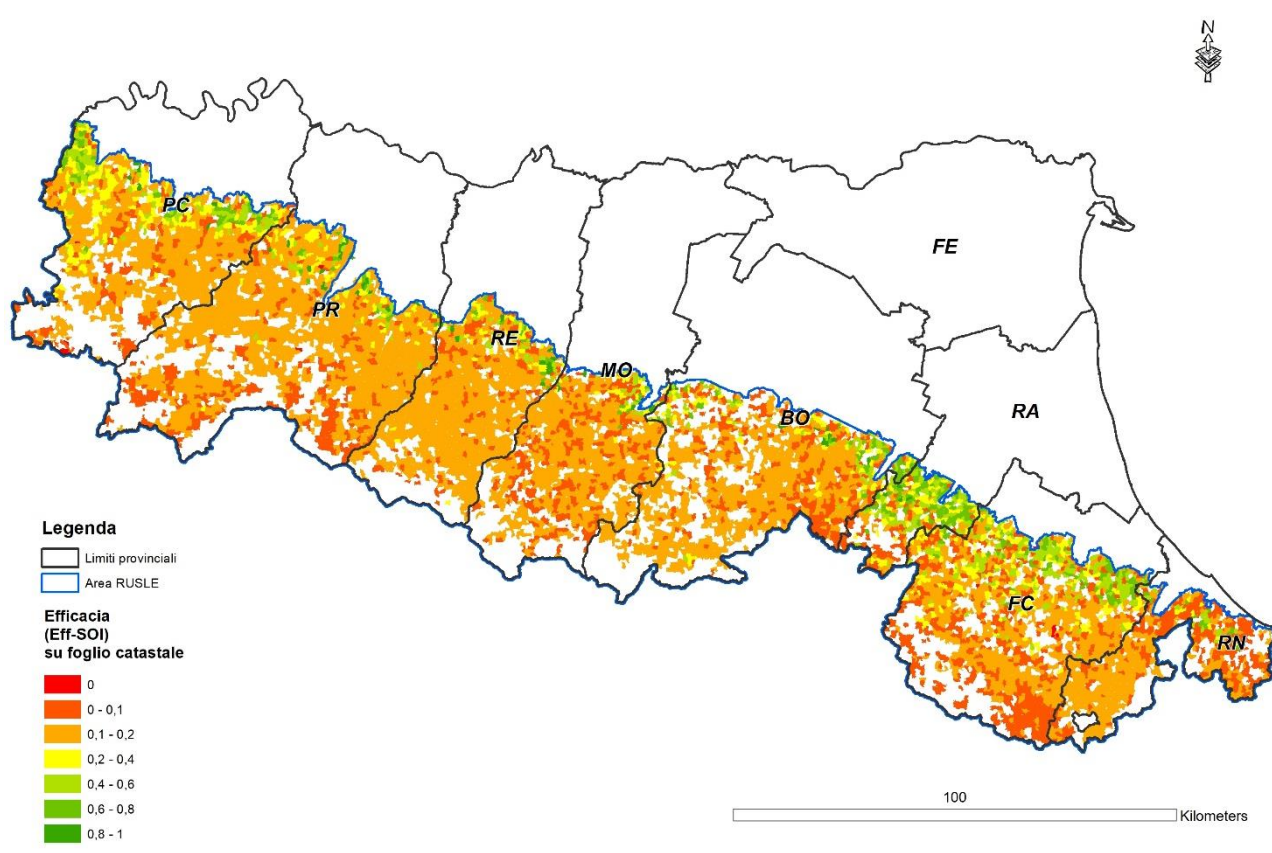


Figura 17 - Efficacia complessiva dei TO nelle SOI riferita al foglio catastale
Fonte: elaborazione ASI Srl su dati RUSLE 2025 e sistema di monitoraggio

3.4 Conclusioni e raccomandazioni

Dall'analisi dei risultati ottenuti emergono alcune rilevanti considerazioni riguardo all'efficacia dei diversi TO nella mitigazione del processo erosivo riconducibili al meccanismo di azione delle pratiche adottate e al loro effetto nella procedura di calcolo attraverso la RUSLE. In linea generale le operazioni che riguardano la copertura del suolo e che quindi agiscono sul fattore C della RUSLE, producono effetti molto evidenti nella riduzione del fenomeno. Anche gli interventi che agiscono sul fattore topografico LS producono un abbattimento consistente dell'erosione dimostrando un'efficacia rilevante soprattutto nelle aree con pendenza accentuata (tra il 10 ed il 30%) dove la morfologia si traduce in una elevata velocità dell'acqua di scorrimento superficiale e quindi in una elevata capacità di rimozione e trasporto del materiale eroso.

D'altro canto, anche interventi che producono un modesto effetto di riduzione dell'erosione, possono determinare globalmente un abbattimento significativo se attuati su vaste superfici. I diversi TO possono quindi essere valutati sia in termini di efficacia unitaria, vale a dire sulla base del potenziale di riduzione del processo

erosivo, sia in termini di efficacia complessiva, in base all'accettabilità da parte degli agricoltori tenendo conto delle superfici investite dai diversi impegni.

Alla luce di queste considerazioni i TO 10.1.10 e 10.1.07 (che riguardano rispettivamente il ritiro di seminativi dalla produzione e la gestione della praticoltura estensiva), agendo principalmente sul fattore C della RUSLE determinano percentuali di riduzione dell'erosione molto elevate (99 e 90% rispettivamente) sebbene la loro attuazione riguardi superfici molto contenute. In particolare, il TO 10.1.07 preservando la stabilità della copertura vegetale, è di estremo vantaggio nelle aree collinari; l'effetto diretto sull'erosione è elevato rispetto ad altre misure analizzate e ben si accompagna a benefici ambientali trasversali. Si raccomanda il suo mantenimento e potenziamento nei prossimi cicli di programmazione.

Il TO 10.1.10 dimostra una notevole efficacia nella riduzione dell'erosione, grazie all'abbandono produttivo e alla gestione ecologica delle superfici. Pur avendo un impatto rilevante dal punto di vista del potenziale produttivo per le aziende agricole, rappresenta una soluzione efficace per la protezione del suolo in aree a rischio. La sua applicazione andrebbe incentivata in contesti vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, in prossimità di versanti, corsi d'acqua, o zone a bassa fertilità agronomica. Si suggerisce inoltre di integrarla con misure a più ampia scala per rafforzarne l'effetto sistemico sul territorio.

Il tipo di operazione 10.1.01 è costituito da diverse forme di impegno che, agendo simultaneamente su diversi fattori della RUSLE, consentono un abbattimento rilevante dell'erosione. In particolare, gli inerbimenti nell'interfila delle colture arboree o l'attuazione di rotazioni accompagnata dalla riduzione delle lavorazioni si dimostrano misure molto efficaci confermando il ruolo fondamentale della copertura del suolo nel controllo dell'erosione. Il TO 10.1.01 manifesta oltre ad un'alta efficacia tecnica, anche una forte adesione da parte degli operatori agricoli. Si configura pertanto come operazione strategica per le politiche di conservazione del suolo, con particolare rilevanza nelle aree collinari e submontane. È raccomandabile il suo mantenimento e rafforzamento nelle future programmazioni, privilegiando le aree a maggiore suscettibilità erosiva.

Per quanto riguarda il TO 10.1.03, l'aumento del contenuto di sostanza organica nel suolo contribuisce a migliorare la resistenza del suolo alla disgregazione ed è quindi un intervento fondamentale anche in considerazione dello scarso contenuto di sostanza organica che caratterizza molti dei suoli italiani. Sono però necessari tempi molto lunghi per generare effetti strutturali visibili sulla riduzione dell'erosione. Il mantenimento dell'intervento è auspicabile in linea generale per migliorare la qualità e la fertilità dei suoli ma gli effetti sul controllo dell'erosione sono apprezzabili solo nel lungo periodo.

Il TO 10.1.04 ha un'efficacia nell'abbattimento dell'erosione pari al 10%, ma l'effetto complessivo in termini di riduzione dell'erosione è modesto per l'estensione limitata delle superfici investite. La stima media di incremento della sostanza organica è in linea con quella del TO 10.1.03 (+643 kg·ha⁻¹), ma in questo caso si aggiungono gli effetti di protezione della copertura del suolo che agiscono sul fattore C.

Sebbene la riduzione diretta dell'erosione non sia elevata l'efficacia del TO 10.1.04 può aumentare sensibilmente nel medio-lungo periodo se esteso su scala più ampia, specialmente in aree con pendenze moderate e suoli soggetti a lavorazioni intensive. Resta quindi la validità come componente di una gestione multifattoriale del rischio erosivo, anche alla luce dei benefici collaterali su fertilità, struttura del suolo e capacità di trattenere l'umidità.

I TO 11.1.01 e 11.2.01 costituiscono un asse strategico della sostenibilità agricola regionale, ma il loro contributo alla mitigazione dei processi erosivi è modesto e indiretto. La loro efficacia in chiave antierosiva può essere notevolmente accresciuta attraverso:

- l'introduzione di impegni specifici per la copertura permanente del suolo;
- l'integrazione con pratiche agricole previste nei TO 10.1.01 (ad es. solchi acquai) o 10.1.10 (ritiro dei seminativi);
- l'adozione sistematica di pratiche di agricoltura conservativa nel contesto biologico.

In conclusione, l'analisi condotta su scala regionale in Emilia-Romagna ha messo in evidenza una significativa riduzione del potenziale erosivo del suolo, stimata intorno al 18%, come effetto diretto dell'applicazione delle misure agroambientali previste dal PSR (Tipi di Operazione - TO). Queste misure sono state adottate su circa il 32% della superficie agricola utile (SAU) regionale in area RUSLE, pari a oltre 1.290 km². Si tratta di un

primo risultato tangibile che conferma l'efficacia degli interventi di tutela del suolo promossi a livello regionale, sebbene l'adozione non sia ancora generalizzata sull'intero territorio agricolo.

La stima dell'efficienza antierosiva globale (definita come rapporto tra la riduzione assoluta dell'erosione e il valore potenziale iniziale – Eff-glob/EA-pre) rafforza ulteriormente questa valutazione positiva, mostrando un impatto concreto delle misure adottate. Una proiezione teorica, basata sull'assunzione di proporzionalità lineare tra superficie trattata e risultato ottenuto, suggerisce che l'estensione delle misure a tutta la SAU regionale potrebbe comportare una riduzione complessiva del potenziale erosivo fino al 62%, evidenziando un potenziale di miglioramento ancora ampio e promettente.

Pur considerando che tale proiezione va interpretata con cautela – in quanto non tiene conto delle differenze pedoclimatiche e morfologiche tra le aree già trattate e quelle ancora escluse – i dati rappresentano un utile riferimento strategico per la programmazione delle prossime politiche agroambientali. La riduzione del 18% registrata su base regionale, ottenuta grazie a misure volontarie applicate su un terzo del territorio agricolo, costituisce comunque un risultato incoraggiante, soprattutto in un contesto agricolo ancora in fase di evoluzione verso pratiche più sostenibili e orientate alla conservazione del suolo.

Conclusioni	Raccomandazioni
C1 Grazie al contributo del PSR, l'erosione superficiale dei suoli dell'Emilia-Romagna è stata ridotta in modo rilevante (del 18,3%) con un risparmio di suolo eroso pari a 1.177.760 Mg/anno. Le tecniche che producono gli effetti unitari più significativi nella riduzione del fenomeno erosivo sono quelle che agiscono sul fattore C della RUSLE (ad es. copertura del suolo) e quelle che agiscono sul fattore topografico LS (ad es. solchi acquai), efficaci in particolare nelle aree a forte pendenza. Anche le pratiche con un impatto unitario ridotto sull'erosione, se applicate su grandi superfici, possono portare a una riduzione globale rilevante del fenomeno.	R1 Proseguire il sostegno alle tecniche che favoriscono la riduzione dell'erosione superficiale dei suoli, privilegiando gli interventi che migliorano la copertura del suolo e quelli mirati a ridurre l'effetto della pendenza, soprattutto nelle aree con pendenza accentuata (tra il 10 ed il 30%). Per massimizzare l'effetto anti-erosivo, si raccomanda di favorire l'integrazione di più tecniche fra loro modulando in base al contesto territoriale.
C2 I metodi di produzione integrata (TO 10.1.01), intervenendo su vari fattori della RUSLE, consentono una significativa riduzione dell'erosione, soprattutto grazie agli inerbimenti tra le fila delle colture arboree e all'introduzione di rotazioni colturali, insieme alla diminuzione delle lavorazioni del suolo	R2 Mantenere il sostegno ai metodi di produzione integrata nelle future programmazioni, privilegiando le aree a maggiore suscettibilità erosiva, considerando che le tecniche di agricoltura integrata generano una forte adesione da parte degli operatori agricoli.
C3 L'incremento del contenuto di sostanza organica nel suolo (TO 10.1.03) contribuisce a rafforzare la struttura del suolo, rendendolo più resistente alla disaggregazione, sebbene gli effetti sul controllo dell'erosione si manifestino principalmente nel lungo periodo.	R3 Mantenere il sostegno agli impegni volti ad incrementare la sostanza organica del suolo, per migliorarne la qualità e la fertilità.
C4 I metodi di agricoltura conservativa (TO 10.1.04) hanno un'efficacia nell'abbattimento dell'erosione pari al 10%, ma l'impatto complessivo è limitato a causa della scarsa estensione delle aree coinvolte	R4 Favorire l'adesione ai metodi di agricoltura conservativa su scala più ampia, specialmente in zone con pendenze moderate e suoli sottoposti a lavorazioni intensive.
C5 Le pratiche di gestione sostenibile della praticoltura estensiva (TO 10.1.07), preservando la stabilità della copertura vegetale, sono di estremo vantaggio nelle aree collinari. L'effetto diretto sull'erosione è elevato rispetto ad altre operazioni e si accompagna a benefici ambientali trasversali	R5 Mantenere e rafforzare il sostegno alla praticoltura estensiva.
C6 La costituzione del prato permanente su aree a seminativo con almeno due sfalci (TO 10.1.10)	R6 Favorire il mantenimento del prato permanente su aree a seminativo con almeno due sfalci

dimostra una notevole efficacia nella riduzione dell'erosione grazie all'abbandono produttivo e alla gestione ecologica delle superfici. Nonostante abbia un notevole impatto sul rendimento delle aziende agricole, costituisce una strategia efficace per la salvaguardia del suolo in zone vulnerabili al rischio erosivo.	soprattutto in aree particolarmente vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, in prossimità di versanti, corsi d'acqua o zone a bassa fertilità agronomica.
C7 La conversione e il mantenimento di pratiche e metodi biologici (TO 11.1.01 e 11.2.01) mostrano effetti unitari modesti e indiretti sulla riduzione dei processi erosivi; tuttavia, costituiscono una componente chiave della sostenibilità agricola a livello regionale data la loro estensione e l'elevata adesione.	R7 Si suggerisce, ai fini di accrescere l'efficacia anti-erosiva di pratiche e metodi biologici, di favorire l'integrazione con ulteriori tecniche anti-erosive, quali la copertura permanente del suolo, le tecniche di gestione del suolo previste dall'agricoltura integrata, il ritiro dei seminativi e le pratiche conservative.

4 GLI INTERVENTI DEL PSR 2014-2022 NEL SETTORE IRRIGUO: IL TO 4.3.02 "INFRASTRUTTURE IRRIGUE"

4.1 Introduzione e obiettivi dello studio

La Regione Emilia-Romagna ha attivato la FA 5A del PSR in risposta al fabbisogno F18 di "aumentare l'efficienza nell'uso delle risorse idriche", proponendosi di aumentare la capacità di stoccaggio della risorsa, l'efficienza della rete di distribuzione e la diffusione di sistemi irrigui aziendali ad alta efficienza, allo scopo di migliorare la gestione e di favorire un uso consapevole della risorsa idrica.

Come già illustrato nei precedenti rapporti di valutazione, la strategia di intervento adottata dal PSR nella FA 5A si è basata principalmente sulla realizzazione di investimenti fisici a carattere collettivo per la costruzione/ampliamento di invasi ad uso irriguo, opere di distribuzione in pressione dell'acqua da invasi e sistemi per la gestione della rete idrica, programmati nell'ambito dei TO 4.1.03 e 4.3.02 e destinati, rispettivamente, ai Consorzi di scopo tra imprese agricole e ai Consorzi di Bonifica. Con questi interventi, la Regione ha raggiunto, nel corso della programmazione 2014-2022, una superficie asservita di 12.640 ettari. Considerando anche i trascinamenti della precedente programmazione, si calcola una superficie di 13.244,73 ettari, pari al 5,15% dei terreni irrigui regionali, un valore ben superiore al target prefissato dell'1,62% (Indicatore R12/T14, PSR ver. 14) (cfr. ARVI 2014-2023).

Un primo approfondimento tematico relativo ai TO della Misura 4 è stato presentato dal Valutatore nel RAV 2019, con l'obiettivo di fornire una prima analisi delle caratteristiche e degli effetti attesi dai progetti finanziati e in fase di realizzazione e formulare una prima risposta alla specifica domanda di valutazione "In che misura gli interventi del PSR hanno contribuito a rendere più efficiente l'uso dell'acqua nell'agricoltura?" (CEQ11).

Nel RAV 2023 è stato presentato un secondo approfondimento, che ha affrontato l'analisi dell'attuazione del TO 4.1.03 a circa un anno dalla conclusione di tutti gli interventi realizzati in risposta al primo bando (DGR 1584 del 16 ottobre 2017) ed ha esaminato, tramite la somministrazione di appositi questionari e la descrizione di due "casi studio", i punti di vista delle Aziende beneficiarie e dei Consorzi di scopo irrigui in merito alle ricadute degli interventi realizzati.

Nel presente Rapporto si completa il quadro di approfondimento dell'attuazione e delle ricadute degli investimenti del PSR nelle infrastrutture irrigue, esaminando gli interventi conclusi dai Consorzi di Bonifica a valere sul TO 4.3.02 "Infrastrutture irrigue" e i punti di vista dei Consorzi stessi e delle Aziende di uno di questi, scelto quale "caso studio".

Il testo che segue si articola nei seguenti capitoli:

il Capitolo 4.2 è dedicato alla descrizione delle fonti di dati e dei metodi utilizzati;

nel Capitolo 4.3 è riportata la descrizione degli interventi realizzati e la stima degli effetti potenziali raggiunti dai progetti conclusi al dicembre 2024;

nel Capitolo 4.4 si descrive il caso studio prescelto e in particolare si riportano:

- la descrizione del progetto;
- le caratteristiche delle aziende beneficiarie in termini di indirizzo produttivo, fonti di approvvigionamento e sistemi irrigui utilizzati prima e dopo l'investimento;
- le ricadute dell'investimento in termini di risultati ottenuti;
- le ricadute attese sulla produzione;
- le pratiche di risparmio idrico adottate e l'opinione delle aziende beneficiarie in merito alla loro importanza;

nel Capitolo 4.5 si riporta il punto di vista dei Consorzi di Bonifica in merito a:

- le ricadute degli investimenti per i Consorzi;
- gli effetti del cambiamento climatico;
- il giudizio dei Consorzi sull'efficienza dei sistemi irrigui e della gestione aziendale;
- il supporto dei Consorzi alle aziende agricole;
- il livello di soddisfazione dei Consorzi;
- le criticità incontrate nella presentazione della domanda di sostegno;

nel Capitolo 4.6 si esprimono infine le conclusioni inerenti agli esiti dell'approfondimento tematico e alcune considerazioni conclusive in merito agli aspetti sui quali migliorare l'efficacia del programma per una gestione più efficiente delle risorse idriche per l'irrigazione.

4.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi

La presente indagine si è avvalsa di dati provenienti da varie fonti. Innanzitutto, si sono utilizzati i dati relativi all'avanzamento tecnico ed economico dei progetti, forniti come dati secondari dal sistema di monitoraggio regionale. Per la descrizione delle caratteristiche generali e specifiche dei progetti realizzati sono state utilizzate le informazioni contenute nelle domande di sostegno e nelle domande di saldo e nei relativi Allegati tecnici, scaricati dal SOP/SIAG AGREA. Dalle stesse fonti sono state tratte le informazioni relative alle superfici delle aziende coinvolte, utilizzate per effettuare i conteggi a livello comprensoriale.

Per esaminare le ricadute degli investimenti realizzati sono stati utilizzati gli stessi questionari messi a punto, in collaborazione con la Regione, nel precedente approfondimento tematico relativo al TO 4.1.03, apportando lievi modifiche in funzione delle caratteristiche specifiche del TO 4.3.02. Più in dettaglio, alle Aziende del Consorzio scelto come "caso studio" è stato somministrato online un questionario a risposte chiuse messo a punto con lo strumento software "SurveyMonkey®", mentre ai Rappresentanti legali dei 5 Consorzi di Bonifica beneficiari del bando 2017 è stato inviato un questionario a risposte aperte (cfr. **Allegato 1**).

Le fonti utilizzate nei calcoli e nelle stime sono citate in calce alle tabelle presentate nei paragrafi che seguono.

4.3 Il TO 4.3.02 Infrastrutture irrigue: interventi realizzati e risultati ottenuti al dicembre 2024

Il presente approfondimento considera tutti i progetti finanziati dal TO 4.3.02 "Infrastrutture irrigue", destinato ai Consorzi di Bonifica. Questo TO aveva a disposizione risorse pari a 10.080.000 euro. Il relativo bando è stato approvato con DGR 1623 del 23 ottobre 2017. Il tipo di operazione prevedeva un aiuto concesso sotto forma di contributo in conto capitale, la cui intensità era pari al 100% della spesa ammissibile. Gli investimenti proposti dovevano avere una dimensione finanziaria minima di 500.000 euro e massima di 1.500.000 euro, comprensiva delle spese generali. Era facoltà delle imprese richiedenti presentare progetti superiori ai suddetti massimali, fermo restando che il contributo concedibile era calcolato nel rispetto di detti limiti massimi di spesa. Gli invasi dovevano avere una capacità utile superiore a 100.000 mc ed inferiore a 250.000 mc. Nel caso di progetti di ampliamento di un invaso esistente, la capacità utile di accumulo finale doveva essere comunque ricompresa nei suddetti limiti.

Le reti di distribuzione dovevano riguardare condotte principali a servizio interaziendale, con esclusione delle opere di adduzione di pertinenza esclusivamente aziendale. Non era ammessa la realizzazione di un invaso senza che non fosse prevista, asservita al medesimo, la rete di distribuzione.

La gestione delle irrigazioni nelle aziende asservite all'investimento da parte dei Consorzi di bonifica doveva avvalersi dell'utilizzo di sistemi esperti e/o semplificati di consiglio irriguo (es. Irrinet) al fine di dimostrare di utilizzare correttamente la risorsa irrigua.

Erano ammissibili le seguenti tipologie di intervento e le spese correlate:

- a) realizzazione/ampliamento di invasi ad uso irriguo, anche utilizzando ex cave;
- b) opere di distribuzione in pressione dell'acqua da invasi;
- c) opere accessorie (recinzioni, cancelli, scalette di risalita, cartelli, ecc.);
- d) sistemi per la gestione della rete idrica per la distribuzione dell'acqua da invasi.

Era considerata ammissibile anche la spesa per la realizzazione di impianti "galleggianti" per la produzione di energia da fonti rinnovabili a servizio degli interventi realizzati in attuazione dell'operazione in oggetto che, in ogni caso, dovevano essere dimensionati sull'effettiva richiesta energetica delle pompe idrauliche e di altre attrezzature necessarie per la normale gestione degli invasi e per la distribuzione della risorsa irrigua in quanto non era consentita l'immissione in rete della quota eventualmente eccedente questo limite. Erano ammissibili

altresì a sostegno le spese per investimenti immateriali quali l'acquisto di software e le spese per l'acquisto di terreni e per indennità di esproprio nel limite del 10% del costo complessivo del progetto.

L'investimento poteva prevedere un aumento netto della superficie irrigata solo se:

- a. lo stato del corpo idrico non era stato ritenuto "meno di buono" nel pertinente piano di gestione del bacino idrografico per motivi inerenti alla quantità d'acqua;

nonché

- b. un'analisi ambientale, effettuata o approvata dall'autorità competente e che poteva anche riferirsi a gruppi di aziende, doveva mostrare che l'investimento non aveva un impatto negativo significativo sull'ambiente e non avrebbe causato un peggioramento nello stato del corso d'acqua;
- c. veniva garantito e dimostrato un risparmio idrico potenziale superiore al 10%.

In risposta al bando unico regionale sono state finanziate cinque domande di aiuto. La spesa complessiva concessa è stata pari a oltre 7 mln di euro; l'investimento realizzato ha superato i 6,6 mln di euro (Tabella 19).

Tabella 19 - Spesa concessa e realizzata al termine degli interventi

Consorzio di bonifica	Spesa	
	Concessa (EUR)	Realizzata (EUR)
Consorzio della Bonifica Renana	1.500.000	1.273.615
Consorzio di Bonifica di Piacenza	1.500.000	1.392.815
Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale	1.500.000	1.305.436
Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	1.282.022	1.247.584
Consorzio della Bonifica Parmense	1.500.000	1.461.854
Totale	7.282.022	6.681.304

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio

Con queste risorse sono stati realizzati 3 nuovi invasi e 5 interventi per opere di distribuzione in pressione dell'acqua; un progetto ha riguardato la sistemazione e l'utilizzo di un bacino esistente a fini irrigui. Il numero di aziende coinvolte è stato pari a 479, per una superficie asservita complessiva pari a 9.591 ettari e una capacità di invaso post-intervento pari a 563.959 m³ (Tabella 20).

Tabella 20 - Capacità di invaso al termine degli interventi

Consorzio di bonifica	Imprese asservite	Superficie asservita	Capacità invaso POST intervento m ³
	n	ha	
Consorzio della Bonifica Renana	10	171	100.797
Consorzio di Bonifica di Piacenza	218	4.615	100.900
Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale	33	150	145.000
Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	116	454	217.262
Consorzio della Bonifica Parmense	102	4.201	0
Totale	479	9.591	563.959

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati da documentazione tecnica allegata alle domande di sostegno e di saldo

La rete di distribuzione dell'acqua risulta quasi quintuplicata in seguito all'attuazione degli interventi, passando da 3,3 km a 15,7 km (incremento del 375%) (Tabella 21).

Tabella 21 - Incremento della rete di distribuzione al termine degli interventi

Consorzio di bonifica	Pre- intervento (km)	Post-intervento (km)	Incremento (km)
Consorzio della Bonifica Renana	2,7	3,4	0,7
Consorzio di Bonifica di Piacenza	0	0,3	0,3
Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale	0	9,65	9,65
Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale	0	0,08	0,08
Consorzio della Bonifica Parmense	0,6	2,26	1,66
Totale	3,3	15,69	12,39

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati da documentazione tecnica allegata alle domande di sostegno e di saldo

Il progetto del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale ha previsto anche la realizzazione di un impianto fotovoltaico galleggiante con una potenzialità di 63,765 kWp.

Il Risparmio idrico potenziale (RIP-1³¹) stimato quale effetto della realizzazione degli invasi e delle reti di distribuzione inter-aziendali al termine degli investimenti realizzati con il sostegno del TO 4.3.02 ammonta ad oltre 2,6 milioni di metri cubi per anno, con una riduzione media del 16,4% rispetto ai volumi di prelievo attuali (16,2 mln di m³·anno⁻¹) (Tabella 22).

Tabella 22 - Risparmio idrico potenziale stimato al termine degli investimenti realizzati con il sostegno del TO 4.3.02

TO	N° progetti	Prelievo attuale	Risparmio idrico potenziale (RIP-1)	
		m ³ ·anno ⁻¹	m ³ ·anno ⁻¹	%
		(a)	(b)	(c) = (b)/(a)*100
4.3.02	5	16.263.258	2.663.025	16,4%

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati da documentazione tecnica allegata alle domande di sostegno e saldo. (a) stima del volume totale delle attuali derivazioni aziendali; (b) differenza tra il volume delle attuali derivazioni aziendali e il volume che sarà prelevato dagli invasi in progetto e/o sarà reso disponibile grazie alle infrastrutture che saranno realizzate; rappresenta una stima del valore potenziale di riduzione dei prelievi dai corpi idrici.

4.4 Caso studio: il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale

4.4.1 Descrizione del progetto

Il comprensorio del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale si estende per circa 200.000 ettari tra il Torrente Sillaro ad ovest, il Lamone a est, il Reno a nord e lo spartiacque del bacino idrografico a sud. Esso ricade nel territorio di cinque province – Ravenna (prevalente), Bologna, Forlì-Cesena, Ferrara, Firenze – e di 35 comuni.

L'area individuata per la realizzazione dell'investimento è il distretto irriguo "Pero", che prende il nome dall'omonima strada che lo attraversa e ricade interamente in Comune di Lugo, in provincia di Ravenna. Si tratta di un'area caratterizzata da un'agricoltura fortemente vocata alla frutticoltura di qualità ed è già infrastrutturata dal punto di vista irriguo con la risorsa acqua messa a disposizione in parte da fonti superficiali (fiume Senio, fiume Po attraverso la dorsale irrigua già realizzata rappresentata dal CER e dalla rete di canali ad uso promiscuo) e in parte da pozzi aziendali con acqua che viene prelevata dal sottosuolo.

³¹ Si ricorda che il Valutatore ha definito 3 principali passaggi entro i quali si realizzano le azioni di efficientamento, producendo un risparmio idrico potenziale:

- 1) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di accumulo e distribuzione inter-aziendali (RIP-1);
- 2) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di distribuzione al campo (RIP-2);
- 3) Risparmio idrico potenziale prodotto dalle attività di previsione dei volumi irrigui da distribuire attraverso l'impiego di sistemi di consulenza all'irrigazione (ad es. IRRINET) (RIP-3).

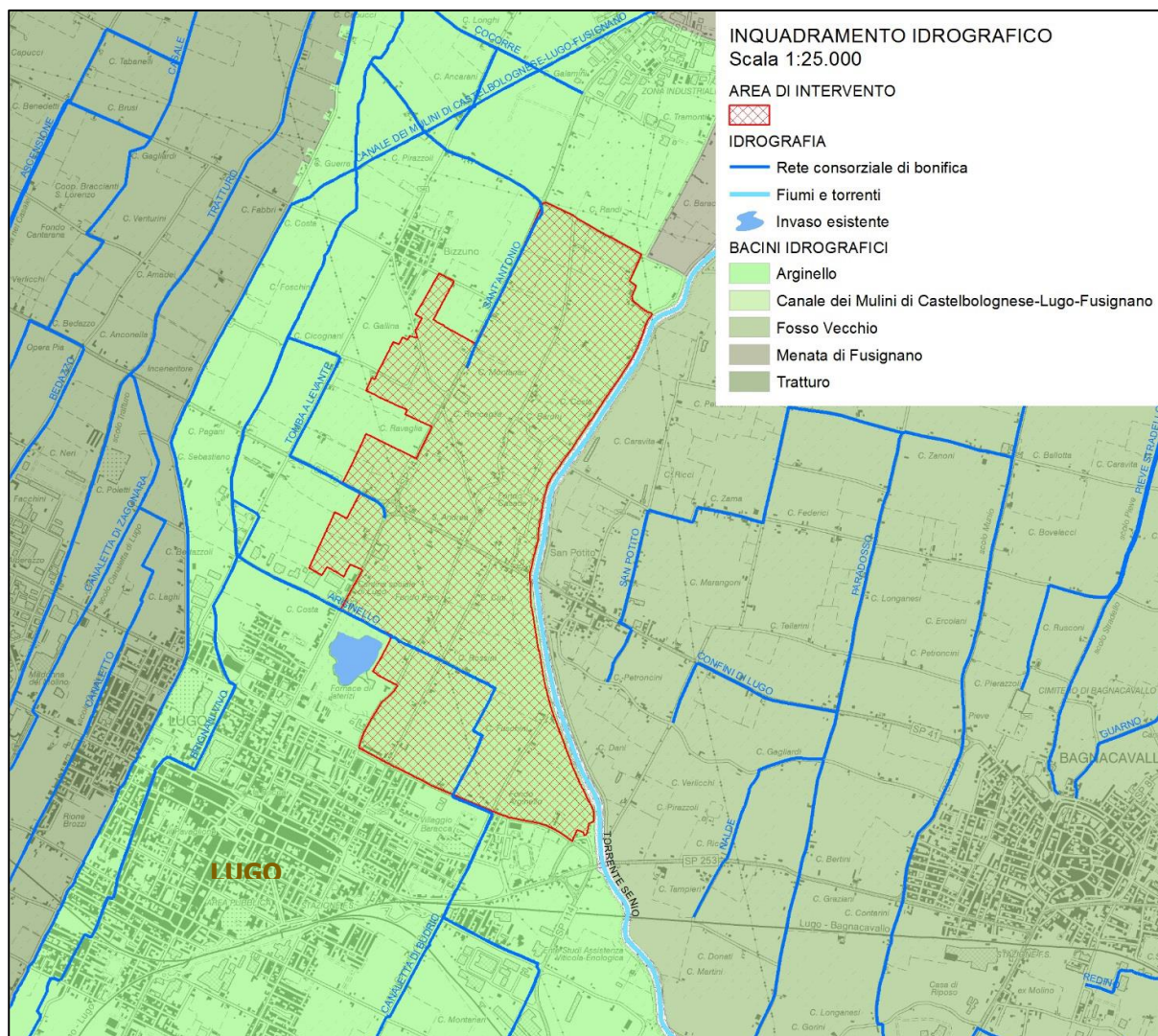


Figura 18 - Ubicazione dell'area di intervento e inquadramento idrografico

Fonte: documentazione tecnica allegata alla domanda di sostegno

L'area d'intervento risulta pari a 148 ettari in termini di S.A.U.

Il progetto ha previsto l'utilizzo di un bacino esistente (ex cava) il cui volume, oltre alle funzioni ambientali e di sicurezza idraulica, avrebbe permesso anche l'accumulo, durante eventi di pioggia, di risorsa utile per l'uso irriguo.

Precedentemente all'intervento, infatti, l'invaso esistente all'interno dell'ex cava veniva utilizzato per la laminazione in regime di emergenza idraulica dello scolo Consorziale Arginello. La ex cava consisteva in una buca in terra realizzata negli anni 80 come risultato della coltivazione di una cava di argilla. Aveva una superficie di circa 7 ettari ed una profondità di circa 15 m rispetto al piano campagna e risultava naturalmente piena d'acqua con un livello (pelo libero) che stazionava a circa 5 m sotto lo stesso piano campagna. In adiacenza a questo bacino transita un canale consortile (canale Arginello) che si faceva carico di raccogliere e portare a mare le acque di pioggia che cadono nel proprio bacino imbrifero. Questo canale, che aveva acqua solo durante eventi di pioggia mentre normalmente era secco, utilizzava il lago come volume utile di laminazione in caso di eventi di piena eccezionali, attraverso un apposito manufatto di derivazione che trasferiva parte della portata di piena nel lago e successivamente all'evento riportava il lago alle condizioni naturali con livello dell'acqua posto a circa 5 m dal piano campagna. Nel progetto si è previsto di utilizzare parte del volume d'acqua che si accumula come volume di laminazione durante eventi di piena del canale, secondo lo schema della figura che segue.

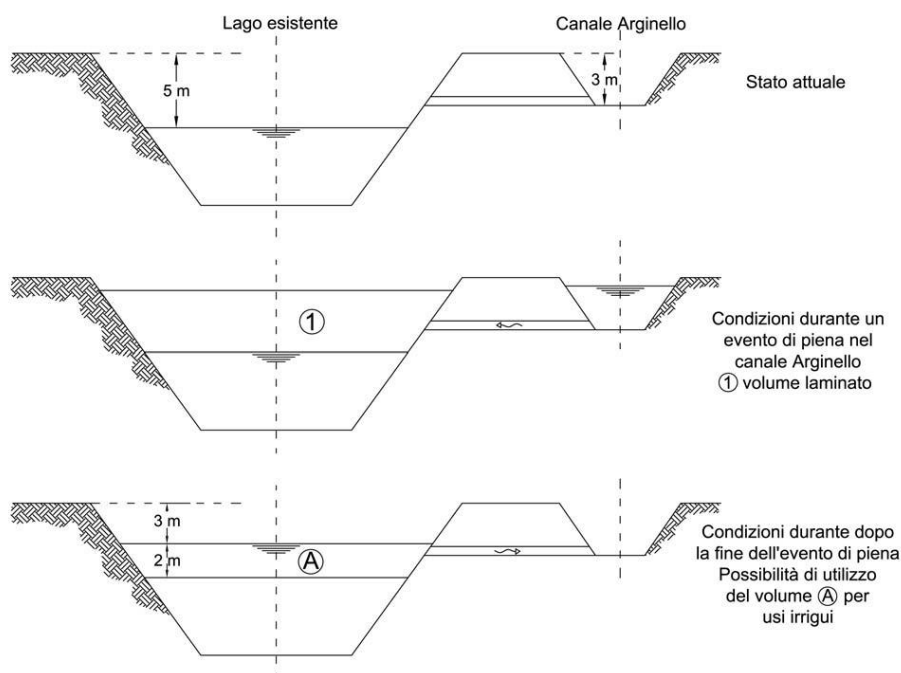


Figura 19 - Schema di utilizzo del bacino esistente

Fonte: documentazione tecnica allegata alla domanda di sostegno

Con l'intervento realizzato non viene più immessa acqua nel torrente Senio da CER, mentre viene immessa acqua del CER nel cavo Arginello fino a raggiungere l'ex cava, solo quando la riserva accumulata nella ex cava durante eventi di pioggia è completamente esaurita. In questa fase il percorso nel canale a cielo aperto si riduce di circa 1/3 (cfr. figura successiva).

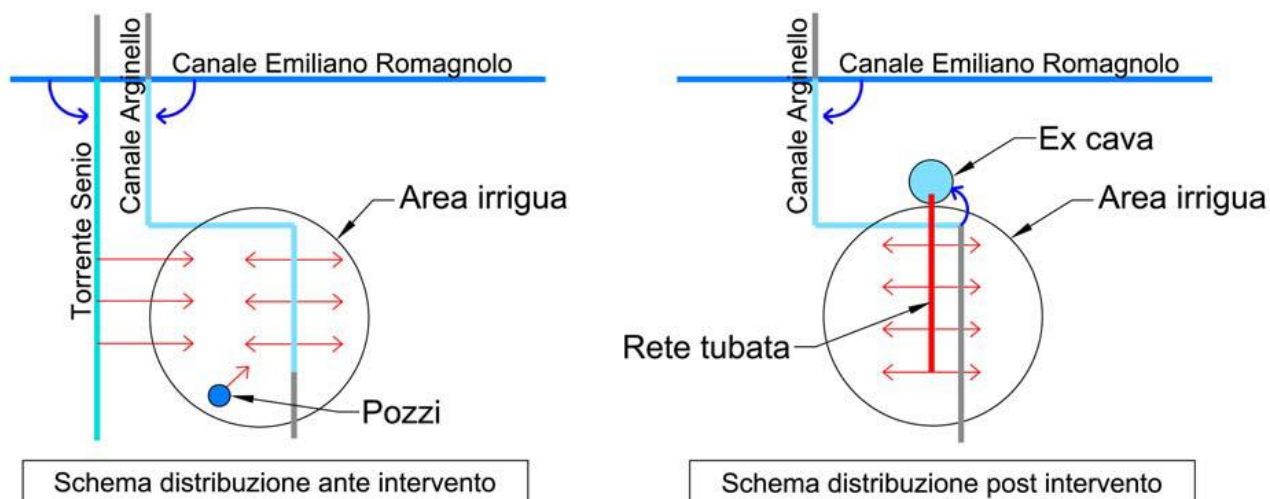


Figura 20 - Schema di distribuzione ante e post intervento

Fonte: documentazione tecnica allegata alla domanda di sostegno

Il progetto ha contemplato la sostituzione dell'attuale sistema di distribuzione costituito da canali a cielo aperto con un sistema di reti tubate in pressione, determinando un incremento della rete di distribuzione dell'acqua irrigua per 9,65 km.

L'obiettivo di risparmio idrico è stato pertanto perseguito ottimizzando l'attività irrigua ed efficientando la distribuzione della risorsa idrica, non solo diminuendo le perdite di sistema attraverso la realizzazione di una rete di distribuzione tramite condotte tubate che hanno sostituito i canali in terra presenti ante intervento, ma anche garantendo un corposo risparmio idrico in termini di azzeramento e/o riduzione del prelievo dai corpi idrici superficiali (Torrente Senio e C.E.R.) e sotterranei (pozzi).

Il risparmio idrico potenziale (RIP-1) stimato al termine dell'intervento è pari a 218.448 m³ per anno e corrisponde al 41,02% del prelievo ante intervento.

Il progetto ha previsto, inoltre, la realizzazione di un impianto fotovoltaico galleggiante a servizio degli impianti irrigui con una potenzialità di 63,765 kWp (cfr. figura successiva).



Figura 21 - Rappresentazione dell'area al termine dell'intervento

Fonte: documentazione tecnica allegata alla domanda di sostegno

4.4.2 Le caratteristiche delle aziende beneficiarie dell'intervento

Le aziende del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale beneficiarie dell'investimento sono 33, con una superficie irrigua asservita pari a 150,3 ettari e una media aziendale di 4,5 ettari.

Le aziende che hanno risposto al questionario sono 28, di cui 2 in maniera parziale. Quest'ultime sono state comunque considerate nel presente approfondimento.

La prima domanda del questionario aveva lo scopo di analizzare le modifiche nelle fonti di approvvigionamento utilizzate dalle aziende per l'irrigazione a seguito degli investimenti. A ciascuna azienda è stato richiesto di indicare, in base alla superficie coinvolta, la percentuale di acqua irrigua proveniente dalle diverse fonti nella fase ANTE e POST intervento. La figura evidenzia i cambiamenti nell'utilizzo delle diverse fonti a seguito degli interventi realizzati.

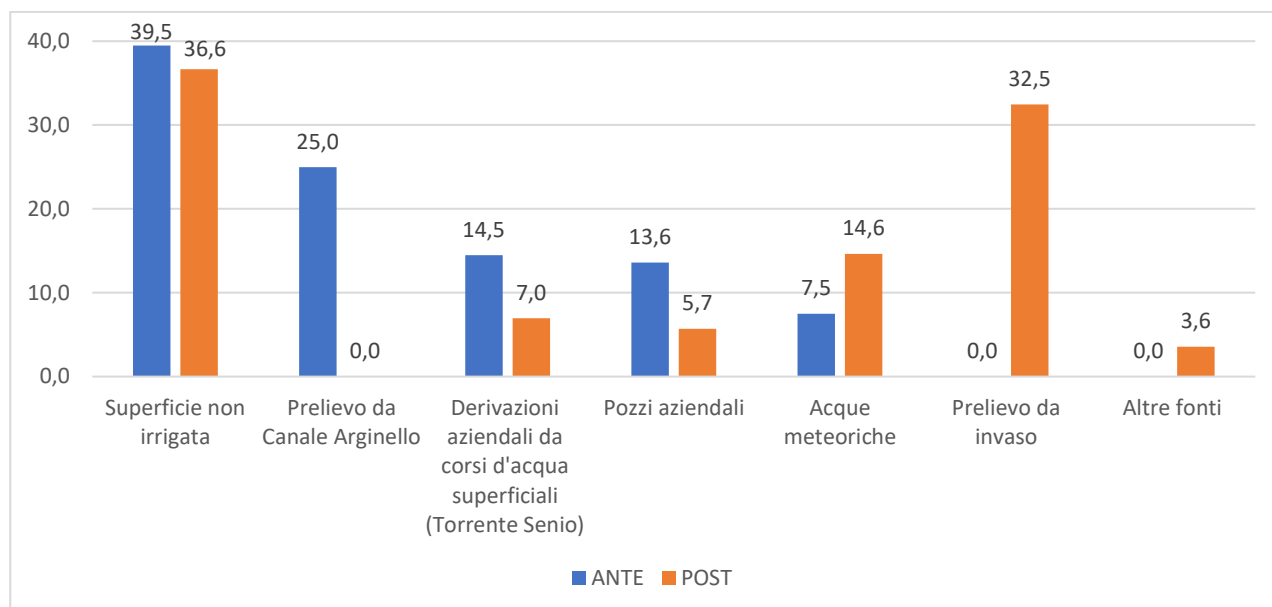


Figura 22 - Valori medi di utilizzo delle fonti di approvvigionamento ante e post intervento (valori in %)

Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati alle Aziende

L'analisi delle risposte evidenzia una leggera diminuzione della superficie non irrigata, dovuta all'aumento dell'irrigazione di terreni precedentemente non serviti da impianti, coerentemente da quanto ammesso dal bando del TO. Inoltre, si riscontrano riduzioni nell'uso dei pozzi aziendali e delle derivazioni da corsi d'acqua superficiali, mentre cresce la percentuale di impiego delle acque meteoriche. A seguito degli investimenti, inoltre, non si preleva più acqua dal Canale Arginello, per i motivi già visti sopra. Le riduzioni osservate sono compensate dal prelievo dall'invaso realizzato grazie all'investimento, che fornisce in media il 32,5% dell'approvvigionamento irriguo per i terreni asserviti.

Per evidenziare i cambiamenti prodotti dall'investimento nei sistemi di irrigazione, si è chiesto agli intervistati di indicare la percentuale servita da ciascun sistema irriguo nelle situazioni ante e post intervento.

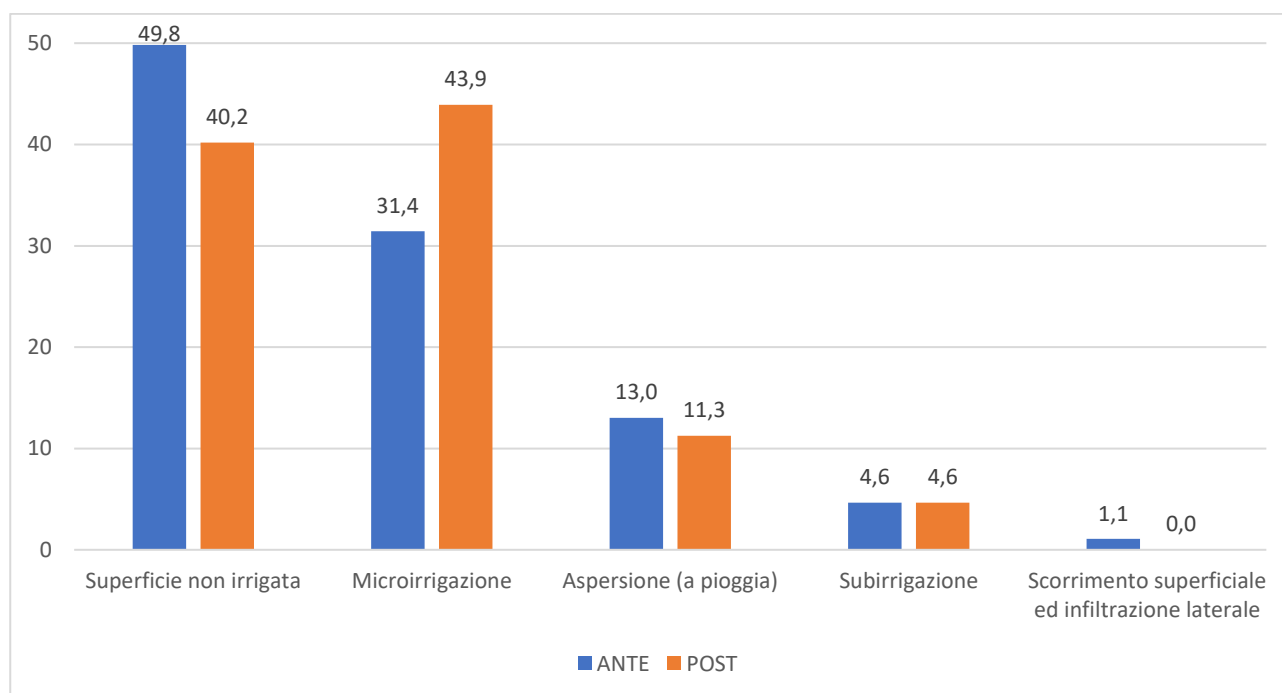


Figura 23 - Valori medi di utilizzo dei sistemi irrigui ante e post intervento (valori in %)

Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati alle Aziende

Il grafico evidenzia un aumento dell'uso della microirrigazione, che già prima dell'intervento rappresentava il principale sistema di irrigazione nell'area del Consorzio. Gli incrementi osservati sono legati sia all'espansione delle superfici irrigate, dove sono stati installati impianti ad alta efficienza, sia alla riduzione dell'uso del sistema di irrigazione per aspersione, per scorrimento superficiale ed infiltrazione laterale. La subirrigazione, praticata solo in due aziende, rimane invariata.

Infine, veniva chiesto se, in seguito all'investimento, fosse cambiato il settore produttivo dell'azienda. La risposta è stata negativa da parte di tutte le aziende.

4.4.3 Le ricadute dell'investimento in termini di risultati ottenuti

Per analizzare gli effetti dell'investimento sulle aziende, è stato chiesto agli intervistati di valutare i risultati ottenuti in relazione a sei differenti aspetti, utilizzando una scala a quattro livelli di importanza (per nulla, poco, abbastanza, molto). Come evidenziato nei grafici in figura successiva, la maggior parte degli intervistati ritiene che, grazie all'investimento, sia stata garantita una riserva idrica disponibile durante i periodi di maggiore carenza e che la qualità delle produzioni sia migliorata grazie a una gestione irrigua più efficiente. Un numero inferiore di aziende considera rilevante la stabilizzazione o l'incremento delle rese. Al contrario, molte aziende ritengono di poca o nessuna importanza l'aumento della superficie irrigata e la riduzione dei costi per l'irrigazione. Questi risultati sono coerenti con gli obiettivi dell'investimento, che mira a garantire una disponibilità di acqua per gli agricoltori durante i periodi di maggiore necessità irrigua per le colture.

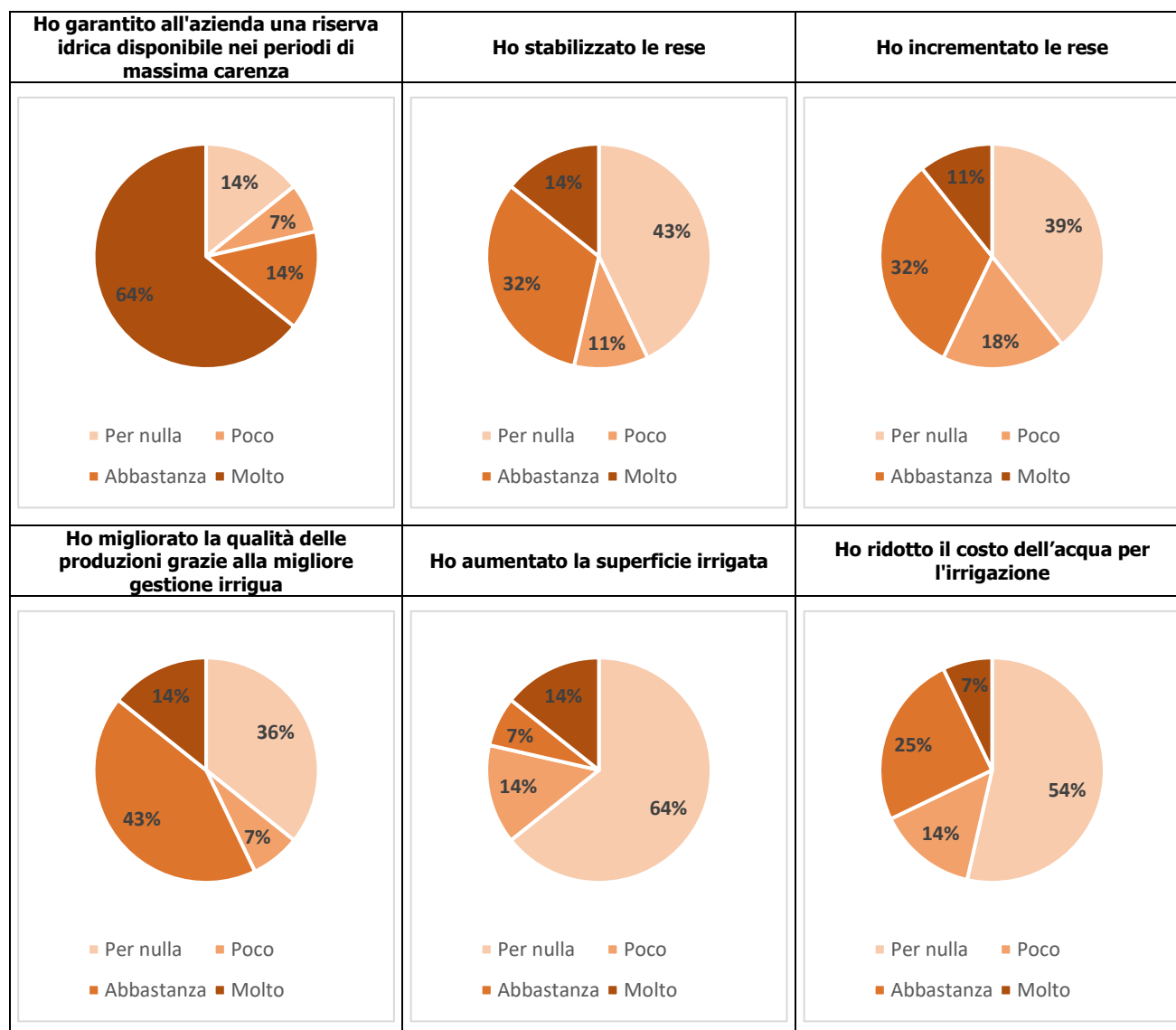


Figura 24 - risultati raggiunti in seguito alla realizzazione dell'intervento (valori % di aziende che hanno contrassegnato ciascun livello di importanza)

Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati alle Aziende

Successivamente, è stato chiesto agli intervistati se prevedessero modifiche nell'ordinamento colturale o nelle tecniche di produzione a seguito degli investimenti irrigui. Una parte delle aziende (8 su 28, pari al 28%) ha risposto positivamente, indicando l'intenzione di diversificare la produzione su parte della superficie, introducendo colture precedentemente non praticate, come actinidia e barbabietola, nelle aree oggetto dell'intervento.

4.4.4 Le ricadute attese sulla produzione

Per analizzare le ricadute attese sulla produzione, è stato chiesto agli intervistati di valutare, e se possibile quantificare, un eventuale aumento della Produzione Lorda Vendibile (PLV) dell'azienda nel medio-lungo periodo, indicando anche i principali fattori che potrebbero determinare tale aumento. La maggior parte delle aziende (20 su 28, pari al 71%) ritiene che la PLV aumenterà nel medio-lungo periodo a seguito della realizzazione del progetto. In particolare, l'aumento atteso per la maggior parte delle aziende è inferiore al 20% (11 aziende), mentre in misura minore si prevede un aumento tra il 20 e il 30% (9 aziende). I fattori principali indicati come determinanti di questo aumento di PLV sono, prima di tutto, una maggiore stabilità della produzione sui terreni interessati dall'intervento, seguiti dalla possibilità di introdurre nuove colture a

maggior valore che prima non erano praticate, dal miglioramento della qualità della produzione e, infine, dal risparmio sui costi di approvvigionamento idrico.

La maggior parte delle aziende (20 su 28, pari al 71%) non prevede ulteriori effetti positivi o negativi derivanti dall'investimento, oltre a quelli già menzionati. Tra gli altri effetti riportati, alcune aziende concordano sul miglioramento della qualità dell'acqua ad uso irriguo in seguito alla realizzazione dell'investimento. Le conseguenze sono un'acqua più pulita, con meno spreco della risorsa per il lavaggio dei filtri e un risparmio di tempo e manodopera nella manutenzione e funzionamento dell'impianto.

4.4.5 Le pratiche di risparmio idrico adottate e la loro efficacia

Per analizzare il punto di vista delle aziende sull'efficacia delle tecniche di risparmio idrico, è stato chiesto agli intervistati di valutare l'importanza di undici pratiche di risparmio idrico, utilizzando una scala di valori (per nulla, poco, abbastanza, molto, non so). Inoltre, è stato richiesto di indicare se tali pratiche venissero applicate in azienda e, nel caso in cui lo fossero, se fossero state implementate con il sostegno del PSR. L'analisi delle risposte mostra che la maggior parte degli agricoltori intervistati considera le tecniche proposte come utili, ritenendole molto o abbastanza importanti. Tra le pratiche che contribuiscono maggiormente al risparmio idrico, con oltre il 60% degli intervistati che le giudica rilevanti, emergono l'uso di impianti di irrigazione ad alta efficienza (come la microirrigazione), la corretta manutenzione degli impianti di irrigazione e il miglioramento dell'efficienza delle reti distributive aziendali.

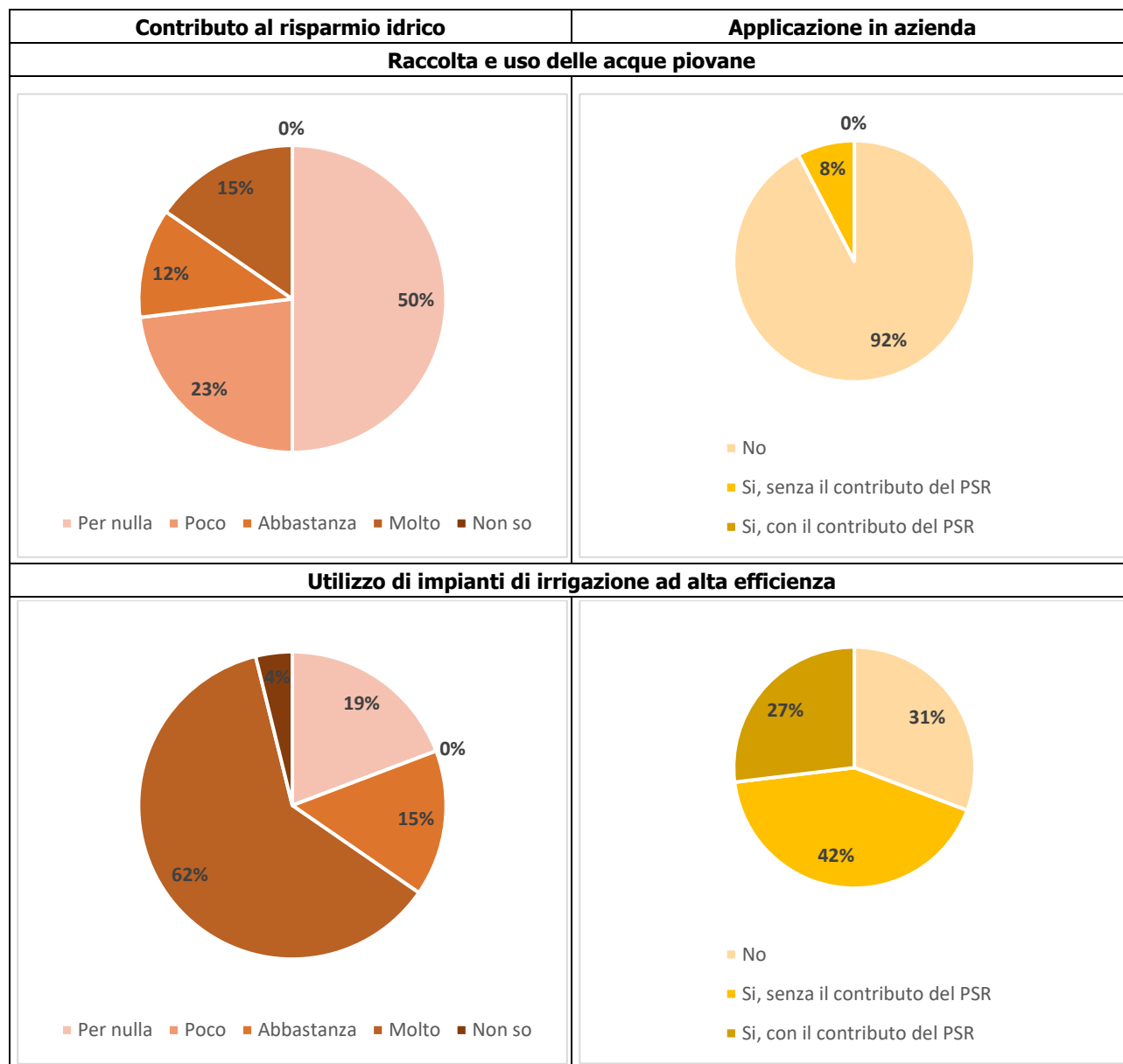
Per quanto riguarda le tecniche maggiormente adottate nelle aziende, vengono indicate principalmente l'installazione di impianti di irrigazione ad alta efficienza, la manutenzione degli impianti e l'inerbimento. La maggior parte delle aziende ha finanziato queste tecniche con risorse proprie, beneficiando raramente del supporto del PSR. In particolare (Figura 6), si osserva che l'uso di impianti di irrigazione ad alta efficienza, come la microirrigazione, è considerato abbastanza o molto importante dal 77% degli intervistati ed è ampiamente adottato (69% delle aziende). Le aziende impiegano questi sistemi principalmente senza il supporto del PSR, nonostante siano disponibili interventi di sostegno attraverso il PSR, in particolare con il TO 4.1.01 (Investimenti in aziende agricole in approccio individuale e di sistema) e il TO 6.1.01 (Aiuto all'avviamento d'impresa per giovani agricoltori), oltre ai cofinanziamenti delle OCM per i settori Ortofrutta e Vitivinicolo.

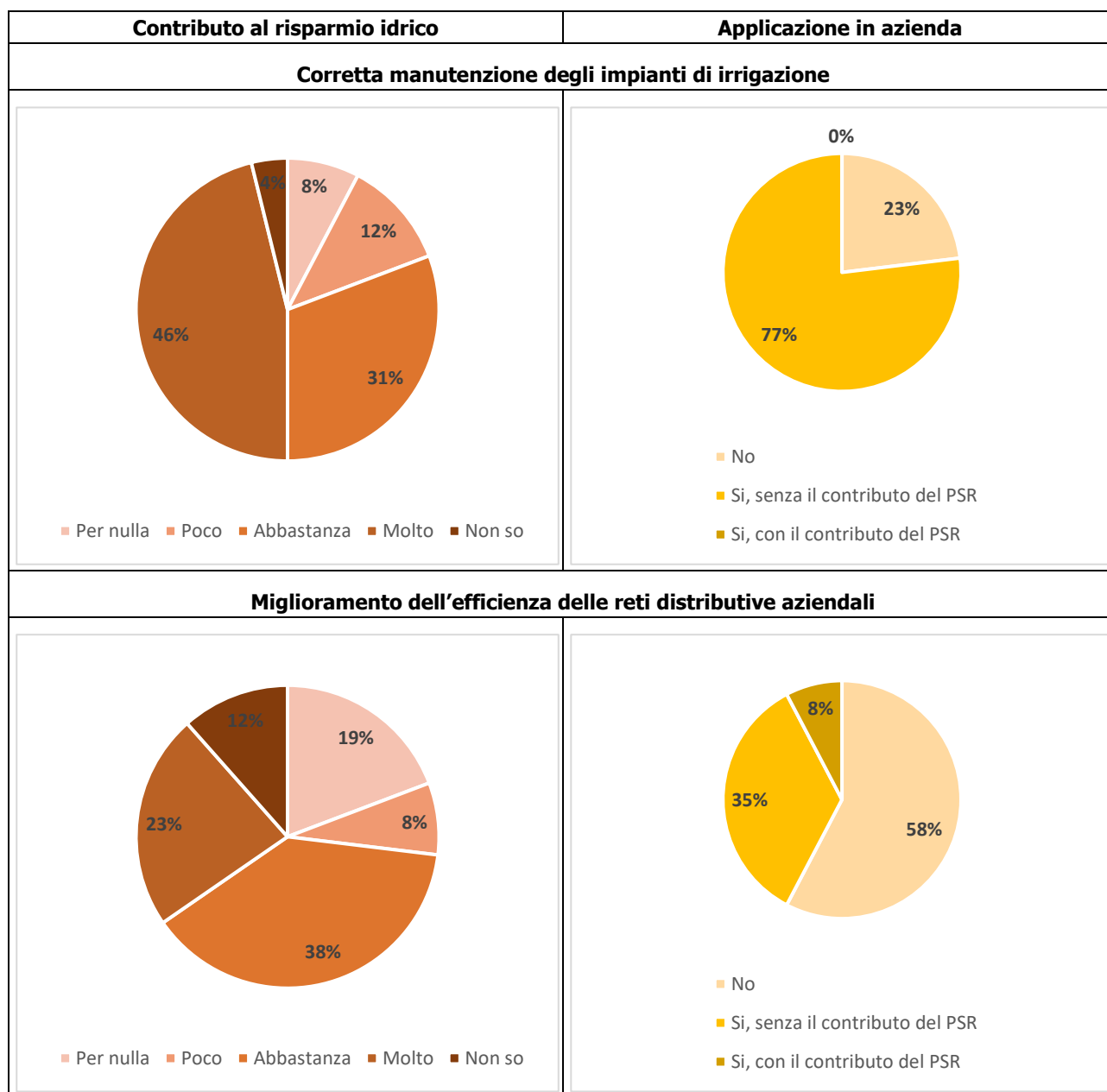
Inoltre, il 61% degli intervistati considera rilevante il miglioramento dell'efficienza delle reti distributive, con il 43% delle aziende che lo applicano, mentre la corretta manutenzione degli impianti di irrigazione è ritenuta importante dal 77% degli intervistati e viene applicata dal 77% delle aziende. La pratica agricola dell'inerbimento delle colture, che favorisce una minore risalita capillare delle acque sotterranee e una maggiore protezione del suolo contro l'erosione e il disseccamento, è ritenuta significativa dal 62% delle aziende, con il 65% che la adotta. Tuttavia, solo il 15% delle aziende beneficia del contributo del PSR per questa pratica (cfr. impegno aggiuntivo facoltativo IAF 25 nell'ambito delle Misure 10 e 11).

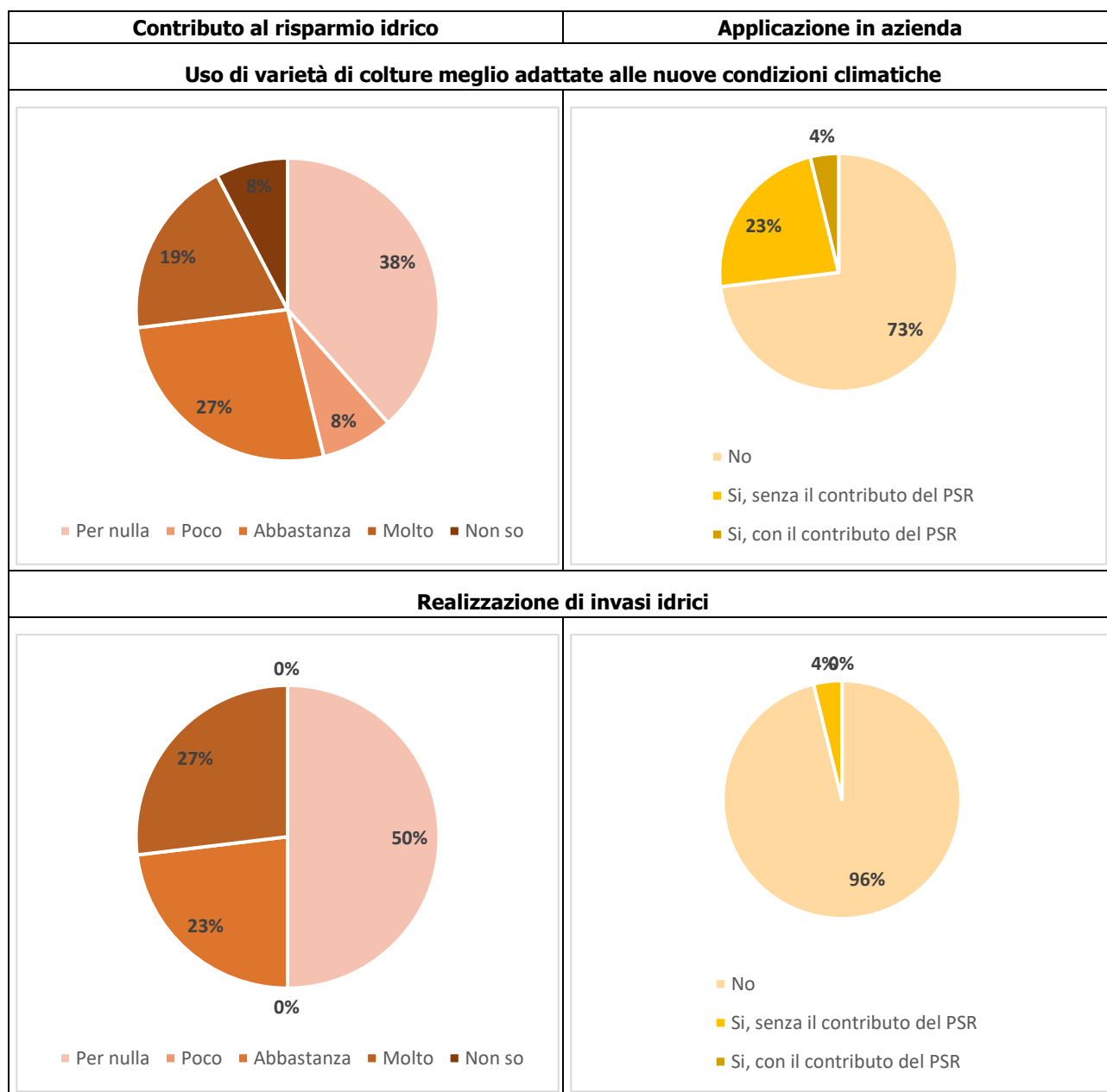
Il 58% delle aziende considera importante l'adesione a un sistema di consiglio irriguo (come IRRINET, bollettini agro-meteorologici forniti dagli enti competenti, messaggistica specifica del Consorzio di Bonifica, ecc.) e attualmente il 58% delle aziende consorziate applica questi sistemi. Un utilizzo non elevato di un sistema di consiglio irriguo da parte delle aziende trova motivazioni anche nelle contingenze climatiche. Infatti, il 2023 è stato un anno eccezionale dal punto di vista meteorologico per l'Emilia-Romagna, con eventi estremi, forti alluvioni, ventosità e grandinate. In molti casi non è stato necessario ricorrere all'irrigazione o si è intervenuti con bassi volumi irrigui. Anche nel 2024, il ricorso all'acqua per l'irrigazione non è stato elevato, come conseguenza dell'andamento climatico del periodo primaverile ed estivo. In caso di scarso ricorso all'irrigazione, anche il ricorso ai sistemi di consigli irriguo (cfr. IRRINET) assume un ruolo marginale.

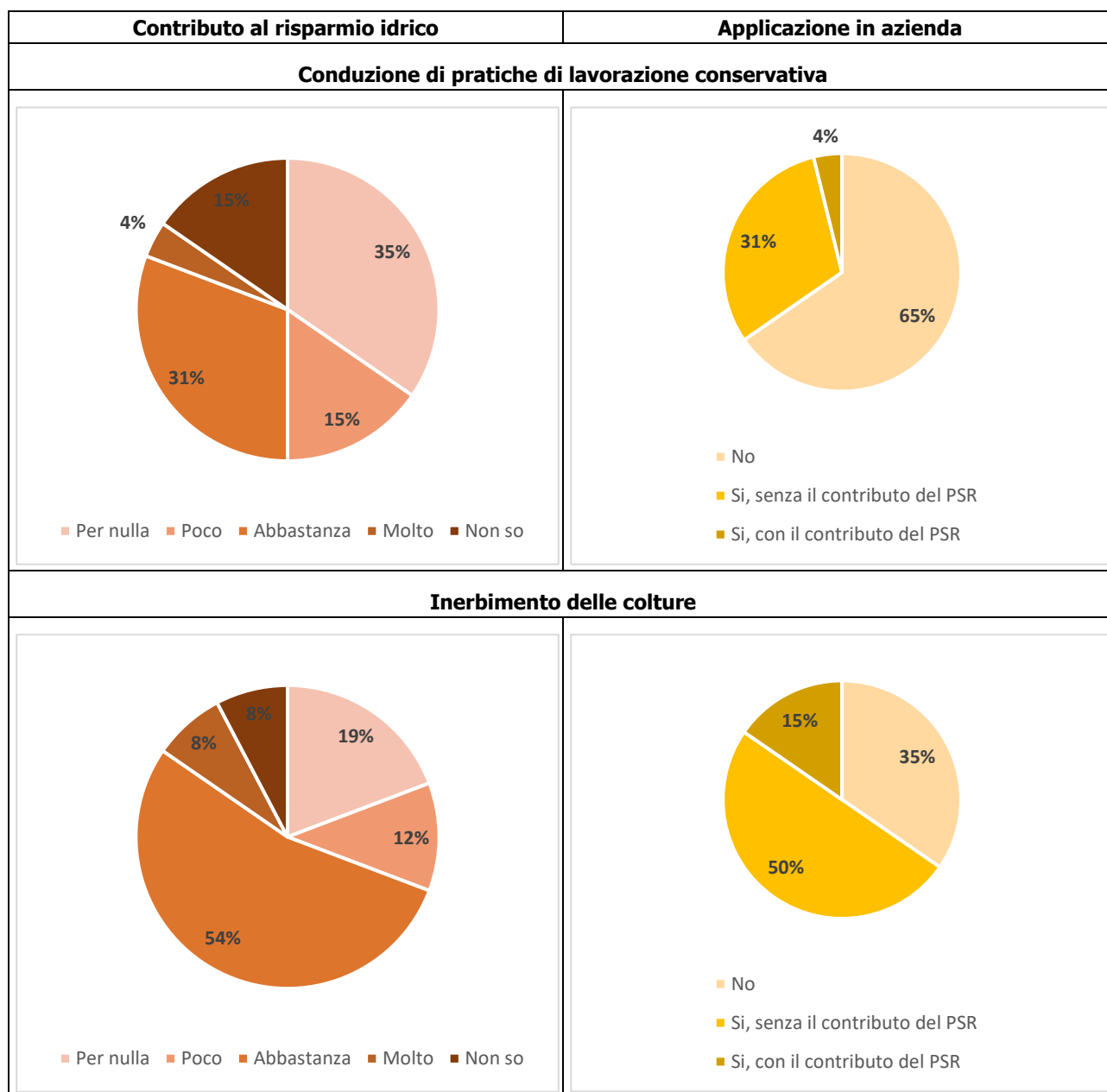
La realizzazione di opere per l'accumulo dell'acqua durante i mesi invernali e primaverili, quando i corsi d'acqua registrano le portate maggiori, è ritenuta significativa dal 50% degli intervistati, ma solo il 4% delle aziende adotta questa pratica senza il contributo del PSR. L'uso di varietà di colture più adatte alle nuove condizioni climatiche (ad esempio, varietà con cicli più brevi o più resistenti allo stress idrico) è considerato utile dal 46% delle aziende, mentre il 27% le applica. Va evidenziata la sensibilità degli agricoltori verso le tecniche che ottimizzano l'uso della risorsa idrica, come l'impiego di sensori per misurare lo stato idrico del suolo, una pratica ritenuta significativa dal 46% delle aziende intervistate, anche se solo il 24% le applica. Meno significativa,

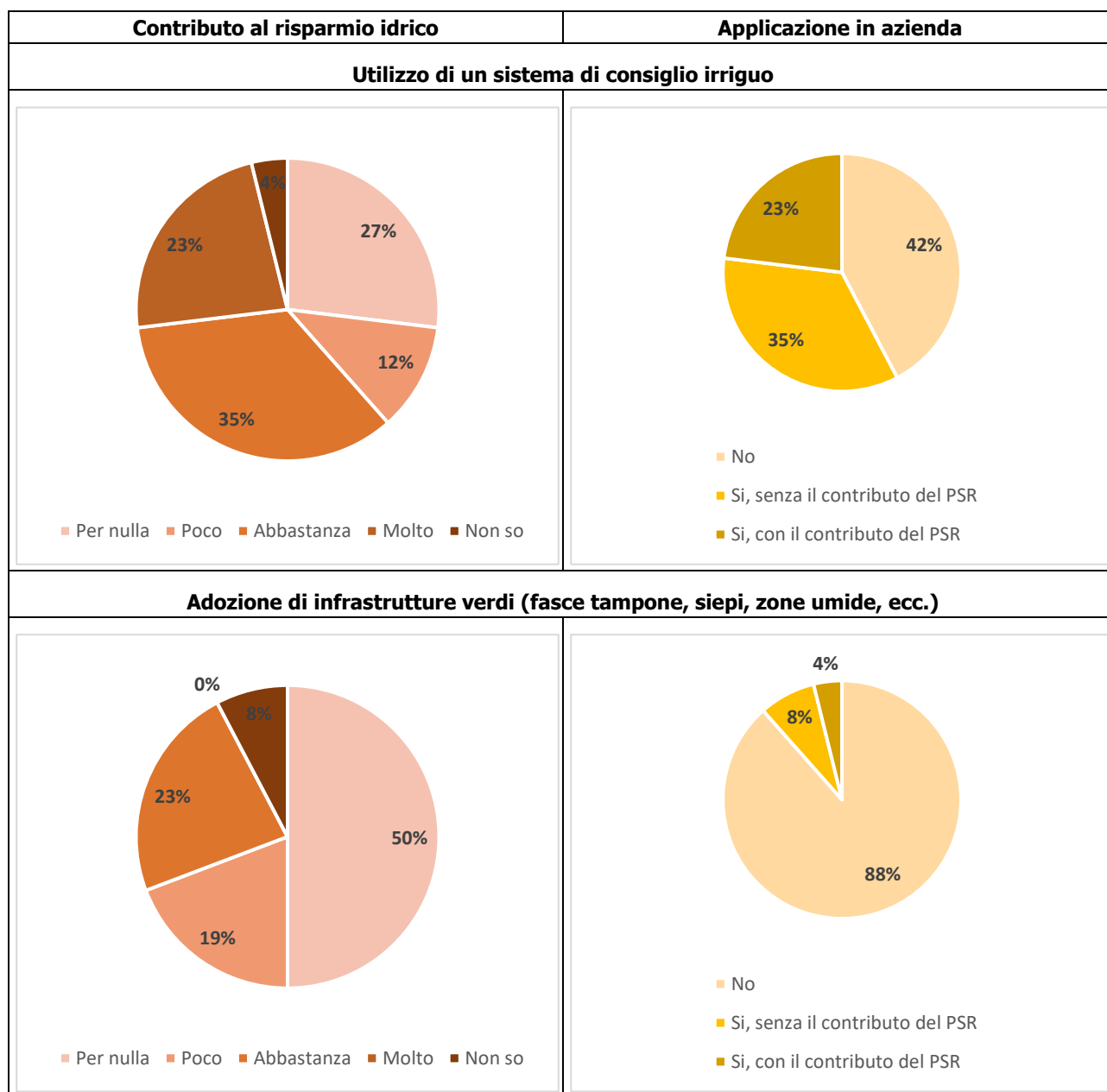
42% delle aziende, è l'adozione di infrastrutture verdi (come fasce tampone, siepi, zone umide, ecc.), che hanno un effetto positivo sulla disponibilità di acqua nei suoli; queste pratiche sono applicate dal 12% delle aziende. La conduzione di pratiche di lavorazione conservativa, che riducono l'evaporazione e lo scorrimento superficiale dell'acqua, favorendo l'infiltrazione e lo stoccaggio nel suolo, è considerata rilevante dal 35% delle aziende ed è adottata dal 35% di esse. La raccolta delle acque piovane è vista come importante dal 27% delle aziende, ma solo l'8% delle aziende la applica.











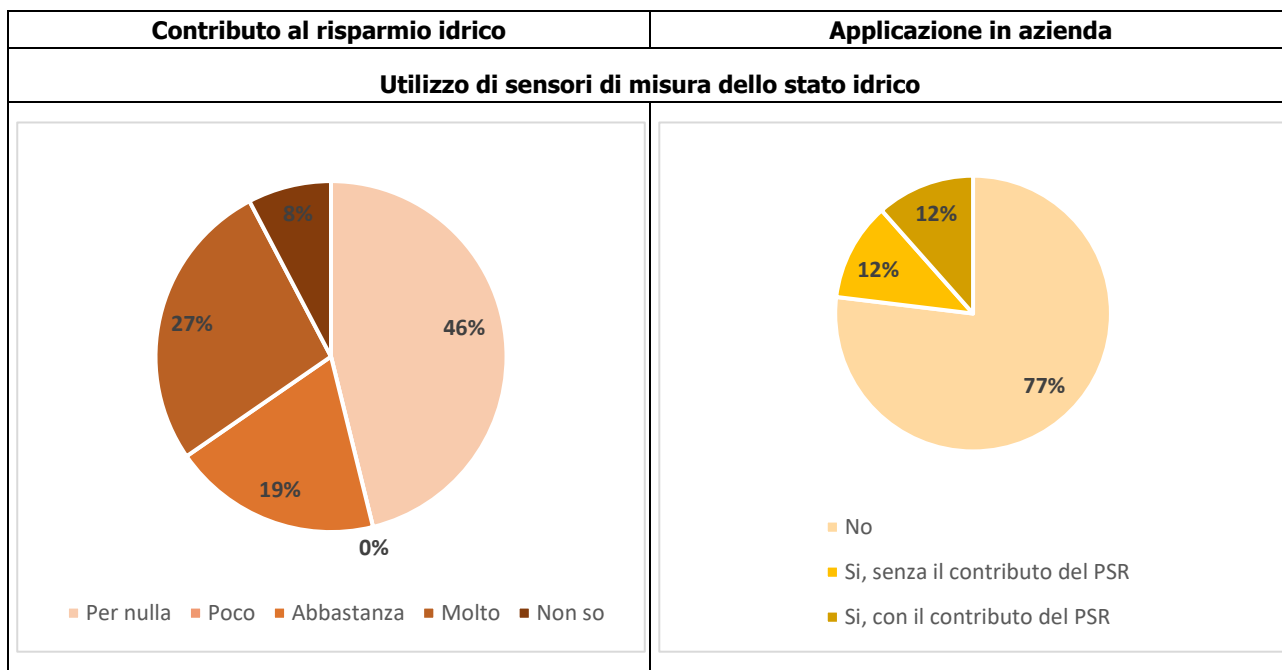


Figura 25 - Efficacia delle misure che contribuiscono al risparmio idrico e loro applicazione in azienda (valori %)
Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati alle Aziende

Nonostante, come evidenziato, alcune aziende non sfruttino appieno le risorse messe a disposizione dal PSR, ben l'84% degli intervistati ritiene che il sostegno offerto dal PSR abbia contribuito abbastanza o molto all'efficienza nell'utilizzo idrico. Questo dato dimostra che gli agricoltori, attraverso la loro esperienza, hanno sviluppato un giudizio positivo sulla rilevanza del PSR (Figura 26).

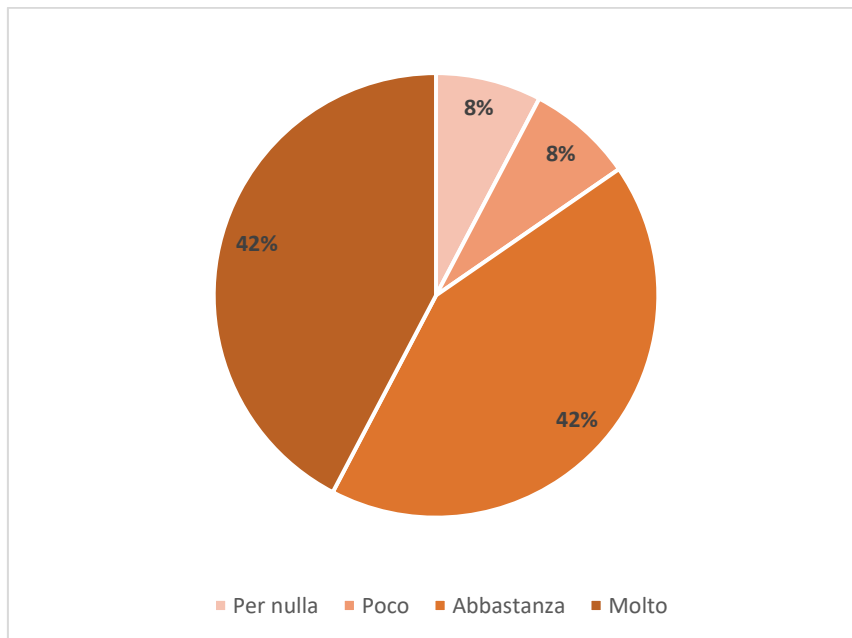


Figura 26 - Rilevanza del PSR nella gestione efficiente della risorsa idrica (valori %)
Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati alle Aziende

4.5 L'opinione dei Consorzi di Bonifica

Per i 5 Consorzi irrigui che hanno partecipato al bando del TO 4.3.02 (DGR 1623 del 23 ottobre 2017) e che sono stati ammessi e finanziati è stato predisposto un questionario formato da 16 domande a risposta aperta (cfr. Allegato 1). Il questionario è stato somministrato ai Consorzi nel mese di novembre 2024 e tutti lo hanno restituito compilato in maniera completa. Di seguito si riportano le domande poste e una sintesi delle risposte ottenute.

4.5.1 Le ricadute degli investimenti per i Consorzi

Il Consorzio ha ricevuto un finanziamento nell'ambito del TO 4.3.02 del PSR 2014-2022. Quali sono state le principali ricadute per le aziende agricole degli investimenti irrigui realizzati?

I Consorzi concordano sul fatto che le ricadute dell'intervento siano complessivamente positive, in quanto l'acqua irrigua stoccata nel nuovo invaso ha risposto adeguatamente alle necessità di numerosi agricoltori. Grazie alla realizzazione dell'investimento, le aziende agricole ora dispongono della risorsa idrica con maggiore continuità. La maggiore sicurezza sulla disponibilità di acqua ha incentivato le imprese agricole a effettuare investimenti più consistenti nella scelta delle colture irrigue e nei relativi impianti di irrigazione. Inoltre, spesso le acque distribuite attraverso il nuovo impianto sono di qualità superiore rispetto alla situazione precedente, quando l'acqua veniva prelevata principalmente da corsi d'acqua superficiali. Questa migliore qualità è dovuta al fatto che l'acqua in pressione proviene da un invaso, risultando quindi con concentrazioni di impurità più basse. L'aumento della qualità dell'acqua ha avuto un impatto positivo sulle operazioni di routine legate alla gestione dell'impianto di irrigazione, in particolare nella pulizia dei filtri, che con l'acqua in pressione è diventata molto meno frequente, con conseguenti risparmi sia in termini di consumo di acqua che di tempo per gli agricoltori.

Secondo lei gli investimenti hanno inciso anche su altri aspetti aziendali oltre che sulla maggiore sostenibilità della gestione idrica nei mesi siccitosi? Se sì, su quali aspetti?

La maggior parte dei Consorzi (4 su 5) ritiene che la realizzazione dell'investimento abbia consentito di orientare i piani colturali delle aziende agricole verso colture irrigue e nuovi impianti di arboree, oltre a colture orticole e da seme.

Quanto importante è stato il risparmio energetico realizzato con il fotovoltaico?

Secondo il Consorzio della Romagna Occidentale, l'unico Consorzio finanziato dal TO 4.3.02 che ha realizzato un impianto fotovoltaico, il risparmio energetico può essere quantificato in una percentuale di autarchia del 37% nel mese di luglio, il periodo di maggiore consumo.

4.5.2 Gli effetti del cambiamento climatico

Quali sono state le conseguenze degli eventi alluvionali estremi del 2023-2024 sulle opere realizzate?

Nonostante gli eventi alluvionali estremi verificatisi in Emilia-Romagna nel 2023-2024 abbiano interessato vaste aree del bolognese, del ravennate e del forlivese, solo nell'intervento realizzato dal CB della Romagna Occidentale si sono registrati danni di lieve entità che non hanno alterato la funzionalità dell'invaso e la sua finalità.

Ritiene necessari interventi aggiuntivi per la prevenzione/mitigazione degli effetti del cambiamento climatico nel territorio del Consorzio? Se sì, quali?

Tutti i Consorzi concordano sulla necessità di interventi aggiuntivi, in particolare riguardo la realizzazione di opere per lo stoccaggio dell'acqua nei periodi fuori stagione (come invasi, traverse fluviali con accumulo, ecc.), il riutilizzo delle acque reflue civili, previo affinamento del processo di depurazione e la riduzione delle perdite idriche nel sistema di canali, prevalentemente in terra, attualmente esistenti. Inoltre, viene ritenuto utile implementare sistemi di telecontrollo e gestione remota dell'irrigazione. Un ulteriore intervento utile potrebbe essere la creazione di nuovi invasi, con infrastrutture a uso plurimo che permettano, oltre all'irrigazione umettante, anche la gestione dell'irrigazione antibrina tramite invasi aziendali. Queste possibilità sono già state considerate dalla Regione nella nuova programmazione. Sebbene alcuni Consorzi ritengano utile realizzare invasi per il controllo delle piene durante eventi meteorologici intensi, questa difficilmente è possibile con invasi

come quelli realizzati nell'ambito del PSR, in quanto la laminazione richiede bacini con elevati volumi irrigui per la cui realizzazione sono necessarie risorse economiche che vanno oltre quelle disponibili nell'ambito del PSR.

4.5.3 Il giudizio dei Consorzi sull'efficienza dei sistemi irrigui e della gestione aziendale

Come giudica complessivamente il livello di efficienza dei sistemi irrigui presenti nelle aziende consorziate?

Il livello di efficienza dei sistemi irrigui è considerato buono e in costante miglioramento da tutti i Consorzi. In particolare, si ritiene che le aziende siano consapevoli e ben informate riguardo alla natura "scarsa" della risorsa idrica. Di conseguenza, nel corso degli anni, sono stati effettuati investimenti per migliorare la tecnologia irrigua, come l'adozione di sistemi più efficienti, ad esempio l'ala gocciolante, e l'uso di Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) per il consiglio irriguo.

Quali sono i principali punti di debolezza?

I Consorzi evidenziano che i principali punti di debolezza sono legati all'elevato fabbisogno idrico delle colture irrigue più comuni che, in anni di siccità, risultano essere particolarmente vulnerabili, nonostante molte aziende abbiano investito per migliorare la tecnologia e le pratiche aziendali per affrontare queste difficoltà. Tuttavia, le aziende meno strutturate hanno incontrato difficoltà nell'innovare il sistema irriguo a causa dei costi di investimento per ettaro, che risultano essere piuttosto elevati.

Come giudica complessivamente il livello di consapevolezza delle aziende consorziate in merito alla necessità di rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura?

In generale, il livello di consapevolezza delle aziende consorziate riguardo alla necessità di rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura è giudicato elevato. I Consorzi ritengono che le aziende apprezzino il servizio dell'acqua in pressione per i numerosi vantaggi che offre, come una maggiore praticità nell'utilizzo e miglioramenti nella qualità dell'acqua.

Ritiene che gli interventi realizzati lo abbiano migliorato?

I Consorzi dove sono stati installati i contatori sostengono che la contabilizzazione dei volumi effettivamente utilizzati consenta una maggiore consapevolezza dell'agricoltore. I Consorzi ritengono utile, quando possibile, realizzare impianti in pressione, che potrebbero migliorare l'efficientamento nella distribuzione dell'acqua.

4.5.4 Il supporto dei Consorzi alle Aziende

Avete fornito consulenza alle aziende che hanno partecipato al PSR 2014-2020 Misura 4 (Investimenti irrigui)? Che tipo di consulenza?

Solo due Consorzi non hanno fornito nessun tipo di consulenza alle aziende che hanno partecipato al PSR 2014-2020 Misura 4, investimenti irrigui, ma solamente perché questa non è stata richiesta. Gli altri Consorzi, al contrario, hanno dato consulenza a un gruppo di aziende agricole che hanno costituito un consorzio di scopo per la realizzazione di un vaso consortile nell'ambito del TO 4.1.03, oppure hanno assistito le aziende nella registrazione e nell'utilizzo del consiglio irriguo fornito dal servizio IRRIFRAME.

Avete intrapreso azioni per informare le aziende agricole di tutte le diverse opportunità offerte dal PSR 2014-2022 nell'ambito della Misura 4? Se sì, in che modo?

. Nonostante non fosse previsto nel Bando, alcuni Consorzi hanno fornito informazioni diffuse alle aziende agricole tramite incontri con le associazioni agricole o informazioni puntuali ad agricoltori che ne hanno fatto richiesta.

Ritiene vi sia l'esigenza di dare una formazione specifica e specialistica agli utenti del Consorzio in materia irrigua?

Nonostante alcuni Consorzi abbiano già sperimentato progetti per migliorare la programmazione della stagione irrigua e l'utilizzo dei consigli irrigui, tutti i Consorzi sono convinti che una formazione adeguata, se ben organizzata, possa rappresentare un valore aggiunto sia per le aziende agricole che per il consorzio. Questa formazione, che potrebbe svolgersi sotto forma di corsi o eventi di divulgazione, dovrebbe focalizzarsi su nuovi progetti e tecnologie, applicabili o in fase di test, specifici per il settore. Inoltre, dato che il futuro dell'irrigazione

sembra orientato all'uso della sensoristica, con l'obiettivo non solo di ridurre i consumi d'acqua, ma anche di ottimizzare gli apporti in base alla fase fenologica della pianta e al tipo di terreno, sarebbe importante formare gli agricoltori nella gestione dell'irrigazione di precisione.

Avete utilizzato mezzi di comunicazione per informare le aziende agricole su come ottimizzare gli interventi irrigui (bollettini, messaggistica, internet, ecc.)? Intendete farlo nel futuro?

Tutti i Consorzi utilizzano mezzi di comunicazione per informare le aziende agricole su come ottimizzare gli interventi irrigui. Uno di questi informa gli agricoltori tramite il sito istituzionale, mentre altri prevedono una messaggistica dedicata durante l'esercizio irriguo che informa gli agricoltori, ad esempio, sul valore dell'Evapotraspirazione Potenziale (ET₀), con l'obiettivo di passare al consiglio irriguo erogato attraverso IRRINET.

4.5.5 Il livello di soddisfazione dei Consorzi

Quanto è soddisfatto dei risultati raggiunti grazie agli investimenti realizzati in relazione alle ricadute sopra descritte?

Tutti i Consorzi sono molto (4 su 5) o abbastanza (1 su 5) soddisfatti dei risultati raggiunti grazie alla realizzazione degli investimenti. La principale motivazione di questo risultato risiede nel poter irrigare, anche in periodi molto carenti della necessaria risorsa idrica (come i mesi di luglio ed agosto), i terreni serviti dall'invaso. I Consorzi sono, inoltre, in grado di fornire un miglior servizio nella distribuzione dell'acqua irrigua e avranno, nel lungo periodo, un'ottimizzazione nella gestione di personale in quanto la gestione di un impianto in pressione richiede meno lavoro rispetto ad una gestione irrigua con acqua prelevata da canale. Inoltre, le aziende agricole che beneficiano di questo investimento sono molto soddisfatte perché la maggior disponibilità idrica nel periodo irriguo permette di ottenere maggiori e migliori produzioni colturali, oltre ad aver realizzato un miglioramento fondiario che ha portato ad un valore aggiunto dei loro terreni.

In base alla sua esperienza, ritiene che il sostegno del PSR abbia contribuito positivamente ai fini di un utilizzo idrico efficiente?

Tutti i Consorzi concordano sul fatto che il sostegno del PSR abbia avuto un impatto positivo sull'efficienza nell'utilizzo dell'acqua, in quanto l'efficienza nella distribuzione dell'acqua tramite impianti di ultima generazione è significativamente superiore rispetto a quella ottenuta con i tradizionali canali di bonifica. Di conseguenza, gli agricoltori sono diventati più responsabili, consapevoli e sensibili riguardo al risparmio della risorsa idrica, un aspetto fondamentale per adattarsi agli effetti dei cambiamenti climatici in corso. Secondo i Consorzi, senza il contributo del PSR questi investimenti non sarebbero stati realizzabili.

4.5.6 Le criticità incontrate nella presentazione della domanda di sostegno

Per quanto riguarda le criticità riscontrate dai Consorzi nella presentazione delle domande per gli interventi finanziati tramite il TO 4.3.02 del PSR 2014-2020 (Figura 27), emerge che le principali difficoltà sono legate alla complessità e alle difficoltà nel reperire la documentazione tecnica da allegare alla domanda di sostegno, nonché alla complessità della presentazione della domanda di pagamento.

Al contrario, la redazione del progetto, l'implementazione delle procedure di calcolo, l'ottenimento dei titoli abilitativi necessari per la realizzazione delle opere e la concessione del sostegno o l'erogazione del contributo sono risultate meno problematiche.

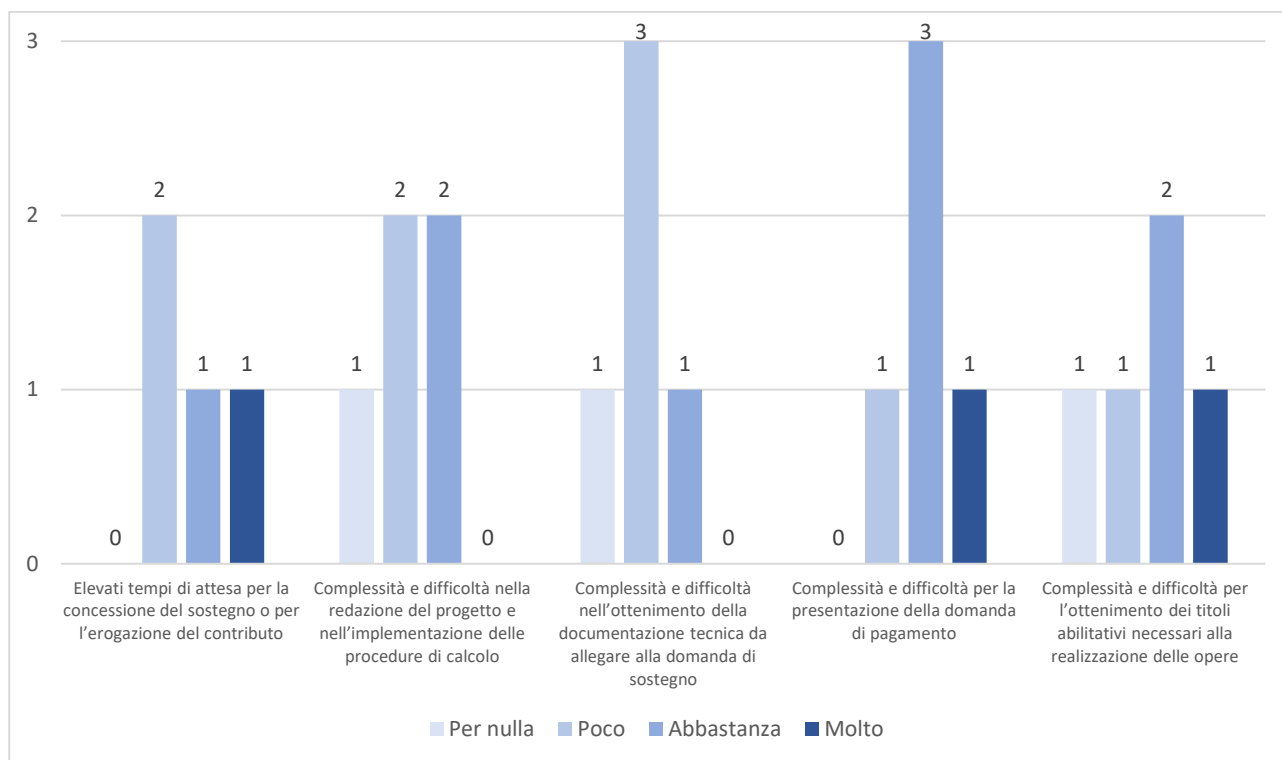


Figura 27 - Criticità riscontrate dai Consorzi di Bonifica nel presentare domanda per gli interventi finanziati con il TO 4.3.02 del PSR 2014-2020

Fonte: elaborazione ASI Srl su risposte ai questionari somministrati ai Consorzi di Bonifica

4.6 Conclusioni e raccomandazioni

4.6.1 Gli investimenti realizzati

Il TO 4.3.02 è stato attuato con il bando DGR 1623 del 23 ottobre 2017, che metteva a disposizione 10.800.000 euro. In risposta al bando, sono stati presentati 5 progetti da altrettanti Consorzi di bonifica, che prevedevano la realizzazione o l'ampliamento di invasi, la realizzazione di reti di distribuzione e, relativamente al progetto presentato dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, era prevista anche la realizzazione di un impianto fotovoltaico galleggiante. La realizzazione dei 5 progetti ha interessato 479 aziende, con una superficie asservita pari a 9.591 ettari e ha realizzato una capacità di invaso post intervento pari a 563.959 m³. La rete di distribuzione è aumentata di 12,39 km, passando da 3,3 km a 15,69 km.

La Regione Emilia-Romagna ha attuato, sempre per rendere più efficiente la gestione delle risorse di acqua ai fini irrigui e per l'ampliamento della rete di distribuzione, anche il TO 4.1.03, destinata ai Consorzi irrigui. Al 2023, erano stati conclusi 10 interventi, che avevano coinvolto 316 aziende, con una superficie asservita pari a 3.049 ettari e una capacità di invaso raggiunta di 1.367.615 metri cubi, quasi il doppio della capacità d'invaso iniziale. Gli interventi strutturali realizzati hanno incrementato, inoltre, la rete di distribuzione, di circa 100 km.

Nel complesso, i due TO, il 4.3.02 e il 4.1.03, hanno interessato 795 aziende, con una superficie asservita di 12.640 ettari e una capacità di invaso post intervento pari a quasi 2 milioni di metri cubi di acqua da destinare ai fini irrigui. Inoltre, c'è stato un aumento di 113 km della rete di distribuzione. Questi risultati sono stati ottenuti a fronte di un investimento realizzato pari a 12.460.412 euro. Tuttavia, va ricordato che, mentre per il TO 4.3.02 l'intensità dell'aiuto era fissata nel 100% della spesa ammissibile e quindi l'intera spesa ammissibile del progetto era a carico della Regione, per il TO 4.1.03 la percentuale di contributo pubblico era pari al 60% e le singole aziende dovevano coprire la parte restante della spesa effettuata.

Gli investimenti realizzati hanno favorito la conversione e l'ammodernamento degli impianti irrigui verso sistemi irrigui più efficienti. Questo evidenzia da una parte il notevole impegno pubblico nei confronti di misure rivolte

a migliorare la gestione delle risorse irrigue, ma dall'altra anche la sensibilità dei singoli agricoltori che ritengono rilevanti questi interventi al fine di migliorare le performance produttive dei terreni, il valore delle aziende e la resilienza nei confronti dei cambiamenti climatici in atto e futuri.

Per il futuro, si suggerisce di proseguire e rafforzare il sostegno agli investimenti finalizzati a rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura nella programmazione 2023-2027, valorizzando la propensione degli agricoltori agli investimenti per il risparmio idrico e l'effetto leva che si è manifestato nella programmazione in corso.

Per quanto riguarda il Risparmio Idrico Potenziale, il valore ottenuto in seguito alla realizzazione dei progetti finanziati con il TO 4.1.03 è pari a oltre il 16%. Valore più elevato (25%) si registra con l'attuazione del TO 4.3.02. Nel complesso, questi due TO hanno portato l'agricoltura regionale a un migliore utilizzo della risorsa idrica ai fini irrigui, con una rete di distribuzione e con impianti di distribuzione più moderni ed efficienti.

4.6.2 Le ricadute degli interventi

Per approfondire le ricadute degli interventi sono state realizzate due indagini basate sulla somministrazione di questionari rivolti alle aziende e ai responsabili dei consorzi irrigui beneficiari degli investimenti. La prima indagine, focalizzata sul TO 4.1.03, è stata restituita nel RAV 2023.

La seconda indagine, oggetto del presente approfondimento, ha coinvolto da una parte tutti i 5 Consorzi di bonifica beneficiari del TO 4.3.02 e, dall'altra, le 33 aziende associate a uno di questi, ossia il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale, individuato quale "Caso Studio".

Questa tipologia di analisi ha permesso di rilevare il punto di vista e le considerazioni specifiche dei due diversi gruppi intervistati.

L'analisi delle risposte ai questionari somministrati alle Aziende e ai Consorzi di bonifica evidenzia un elevato grado di soddisfazione in merito ai risultati raggiunti a seguito della realizzazione degli interventi, pur evidenziandosi alcuni punti di debolezza.

Grazie alla realizzazione dell'investimento, i Consorzi ritengono che l'acqua irrigua stoccata nel nuovo invaso abbia risposto alle necessità di numerosi agricoltori, che ora dispongono della risorsa idrica con maggiore continuità. La maggiore sicurezza sulla disponibilità di acqua ha incentivato le imprese agricole a effettuare investimenti più consistenti nella scelta delle colture irrigue e nei relativi impianti di irrigazione. Inoltre, spesso le acque distribuite attraverso il nuovo impianto sono di qualità superiore rispetto alla situazione precedente, quando l'acqua veniva prelevata principalmente da corsi d'acqua superficiali. Questa migliore qualità è dovuta al fatto che l'acqua in pressione proviene da un invaso, presentando quindi concentrazioni di impurità più basse. La migliore qualità dell'acqua ha avuto un impatto positivo sulle operazioni di routine legate alla gestione dell'impianto di irrigazione, in particolare nella pulizia dei filtri, che con l'acqua in pressione è diventata molto meno frequente, con conseguenti risparmi sia in termini di consumo di acqua che di tempo per gli agricoltori. Inoltre, la realizzazione dell'investimento ha consentito di orientare i piani colturali delle aziende agricole verso colture irrigue come la vite, oltre a colture orticole e da seme. Tutti i Consorzi sono soddisfatti dei risultati raggiunti grazie alla realizzazione degli investimenti, prevalentemente perché le aziende asservite possono irrigare, anche in periodi molto carenti della necessaria risorsa idrica (come i mesi di luglio ed agosto), i terreni serviti dall'invaso.

I Consorzi sono, inoltre, in grado di fornire un miglior servizio nella distribuzione dell'acqua irrigua e avranno, nel lungo periodo, una miglior gestione del personale in quanto la gestione di un impianto in pressione richiede meno lavoro rispetto a una gestione irrigua con acqua prelevata da canale. In merito alla rilevanza del PSR per la realizzazione degli investimenti, i Consorzi lo considerano uno strumento fondamentale perché ha permesso la realizzazione di interventi che hanno avuto un impatto positivo sull'efficienza nell'utilizzo dell'acqua. I motivi principali sono legati al fatto che l'investimento ha permesso di spostare il momento di prelievo dalla stagione autunnale e invernale a quello estivo, quando è effettivamente necessario distribuire l'acqua ai terreni. Inoltre, l'efficienza nella distribuzione dell'acqua tramite impianti di ultima generazione è significativamente superiore rispetto a quella ottenuta con i tradizionali canali di bonifica. Di conseguenza, gli agricoltori sono diventati più responsabili, consapevoli e sensibili riguardo al risparmio della risorsa idrica, un

aspetto fondamentale per adattarsi agli effetti dei cambiamenti climatici in corso. Va sottolineato che secondo i Consorzi, senza il contributo del PSR questi investimenti non sarebbero stati realizzabili.

Per quanto riguarda gli effetti del cambiamento climatico, tutti i Consorzi concordano sulla necessità di interventi aggiuntivi, in particolare riguardo alla realizzazione di opere per lo stoccaggio dell'acqua nei periodi fuori stagione (come invasi, traverse fluviali con accumulo, ecc.), al riutilizzo delle acque reflue civili, previo affinamento del processo di depurazione e alla riduzione delle perdite idriche nel sistema di canali, prevalentemente in terra, attualmente esistenti. Inoltre, sarebbe utile implementare sistemi di telecontrollo e gestione remota dell'irrigazione. Un ulteriore intervento utile potrebbe essere la creazione di nuovi invasi, per aumentare la resilienza contro la siccità, con infrastrutture a uso plurimo che permettano, ad esempio, il controllo delle piene durante eventi meteorologici intensi e la gestione dell'irrigazione antibrina tramite invasi aziendali. Questi interventi, in parte già attuabili nella programmazione 2014-22, sono già stati tutti accolti, tranne il controllo delle piene, dalla Regione Emilia-Romagna nella nuova programmazione 23-27 (interventi SRD07 e SRD08).

Va ricordato inoltre che la Regione ha attivato il TO 4.1.03, con cui sono stati finanziati i consorzi irrigui di scopo tra agricoltori, al fine di realizzare bacini di raccolta delle acque da utilizzare ai fini irrigui. Nell'indagine analoga condotta nel 2024 dal Valutatore sui beneficiari di questo TO, i Consorzi di scopo proponevano di integrare i progetti irrigui realizzati attraverso delle interconnessioni fra gli impianti, oppure di aumentare gli accumuli, in modo da invasare una maggiore quantità d'acqua nel periodo invernale e utilizzarla in estate. Appare evidente, pertanto, come sia opinione comune che per far fronte ai cambiamenti climatici non solo futuri, ma anche a quelli già in atto, sia fondamentale aumentare la capacità di invaso dei bacini presenti sul territorio regionale e di realizzarne di nuovi, al fine di avere una maggiore disponibilità di acqua da utilizzare ai fini irrigui, soprattutto durante i mesi estivi. Emerge, inoltre, un'importanza sempre maggiore della realizzazione di impianti fotovoltaici, in grado di rendere autosufficienti i Consorzi dal punto di vista energetico.

Secondo le 33 aziende intervistate, il più importante risultato dell'investimento consiste nell'aver garantito una riserva idrica disponibile nei periodi di massima carenza, seguito dagli effetti sulle rese e sulla qualità delle produzioni e dall'aumento della superficie servita, con un conseguente aumento della PLV.

Altro risultato rilevante dell'investimento è legato al cambiamento del sistema d'irrigazione, con un aumento consistente della microirrigazione. Questo incremento è reso possibile dalla maggiore pressione dell'acqua fornita agli agricoltori in seguito alla realizzazione dell'investimento rispetto alla situazione precedente in cui veniva fornita la risorsa idrica con canali in terra e con acqua a pelo libero. Il cambiamento, inoltre, è legato a una maggiore qualità dell'acqua nella situazione post investimento, a cui è legata una riduzione della manutenzione degli impianti di irrigazione, rendendo l'irrigazione più efficiente e meno costosa. La sostituzione del sistema di irrigazione a favore di quelli più efficienti è un argomento molto sentito dagli agricoltori negli ultimi anni perché permette di utilizzare meno acqua, di intervenire in maniera efficiente irrigando solamente la parte di terreno necessaria e di risparmiare tempo per la manutenzione, soprattutto se la qualità dell'acqua è elevata. Anche per questo motivo sia il TO 4.3.02 sia il TO 4.1.03 hanno avuto un ruolo determinante per il passaggio da sistemi poco efficienti ad altri maggiormente efficienti, in alcuni casi con un cofinanziamento importante da parte delle aziende agricole della Regione. Tuttavia, va sottolineato che spesso questi investimenti vengono realizzati senza il contributo del PSR, a dimostrazione della sensibilità degli agricoltori riguardo una miglior gestione della risorsa irrigua.

Altra caratteristica che accomuna i beneficiari dei due TO riguarda la difficoltà degli agricoltori ad indicare il tipo di sostegno del PSR di cui hanno beneficiato, a dimostrazione di una conoscenza "indiretta" del PSR da parte degli agricoltori, che spesso si appoggiano a tecnici o ad associazioni di categoria per accedere ai contributi.

Analizzando i punti di debolezza, emerge che secondo i Consorzi esistono criticità legate all'alto fabbisogno idrico delle colture irrigue più comuni, che, in anni di siccità, risultano essere vulnerabili, nonostante molte aziende abbiano investito per migliorare la tecnologia e le pratiche aziendali per affrontare queste difficoltà. Inoltre, le aziende meno strutturate hanno incontrato difficoltà nell'innovare il sistema irriguo a causa degli elevati costi di investimento per ettaro. Infine, i Consorzi hanno evidenziato difficoltà nella presentazione delle domande per gli interventi finanziati tramite il TO 4.3.02, soprattutto a causa della difficoltà nel reperire la

documentazione tecnica da allegare alla domanda di sostegno e alla complessità della presentazione della domanda di pagamento.

Da quanto sopra descritto scaturiscono le conclusioni e le conseguenti raccomandazioni sintetizzate nello schema che segue.

Conclusioni	Raccomandazioni
C1. La realizzazione degli interventi previsti dai 5 progetti realizzati da altrettanti Consorzi di Bonifica che hanno aderito al TO 4.3.02 ha permesso di migliorare la gestione della risorsa irrigua, soprattutto nei mesi di maggior carenza, ossia nei mesi estivi, con la possibilità di ottenere produzioni quantitativamente più elevate e qualitativamente migliori, con un conseguente aumento della PLV. Gli agricoltori ritengono pertanto estremamente utili gli investimenti previsti dal TO 4.3.02, così come quelli del TO 4.1.03. Questi interventi hanno portato anche all'efficientamento dei sistemi irrigui che passano da sistemi superficiali a sistemi in pressione, che richiedono minor acqua per l'irrigazione e minor manutenzione.	R1. Proseguire e rafforzare il sostegno agli investimenti finalizzati a rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura, così come previsto nel CoPSR 23-27.
C2. È importante la realizzazione di investimenti correlati alla realizzazione o all'ampliamento dei bacini, in particolare per quanto riguarda la realizzazione di impianti fotovoltaici, in grado di rendere autosufficienti i Consorzi dal punto di vista energetico. Al momento attuale questi impianti non possono immettere in rete la quantità di energia prodotta in eccesso	R2. Proseguire le azioni che permettono di utilizzare a pieno la capacità di produzione di energia degli impianti fotovoltaici, consentendo la messa in rete dell'energia in eccesso.
C3. Pur riconoscendo il ruolo positivo del PSR, molti agricoltori dimostrano una scarsa conoscenza delle opportunità di sostegno offerte dalla PAC.	R3. Rafforzare le azioni di informazione, formazione e consulenza indirizzate agli obiettivi di risparmio idrico, anche con attività specifiche divulgative, di formazione e di consulenza.
C4. Secondo i Consorzi di bonifica interessati dal TO 4.3.02, così come per i Consorzi irrigui di scopo finanziati con il TO 4.1.03, esistono punti di debolezza legati all'alto fabbisogno idrico delle colture irrigue più comuni, che, in anni di siccità, risultano essere vulnerabili, nonostante molte aziende abbiano investito per migliorare la tecnologia e le pratiche aziendali per affrontare queste difficoltà. Infatti, le aziende meno strutturate hanno incontrato difficoltà nell'innovare il sistema irriguo a causa degli elevati costi di investimento per ettaro.	R4. Oltre quanto già previsto con i bandi della nuova programmazione, orientare, quando possibile, ulteriormente il sostegno agli investimenti irrigui tenendo conto delle esigenze espresse dal territorio, cercando di raggiungere anche le aziende meno strutturate.

5 CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA E AMMONIACA DAGLI ALLEVAMENTI: IL TO 4.1.04 "INVESTIMENTI PER LA RIDUZIONE DI GAS SERRA E AMMONIACA"

5.1 Introduzione e obiettivi dello studio

Come già illustrato in precedenti rapporti di valutazione, la FA 5D è perseguita dal PSR Emilia-Romagna, oltre che attraverso investimenti "immateriali" sul capitale umano e impegni "a superficie", con la programmazione di una specifica misura di sostegno (TO 4.1.04) per investimenti aziendali volti a favorire l'applicazione delle tecniche più efficaci per il miglioramento ambientale in termini di inquinanti azotati, principalmente ossidi di azoto e ammoniaca, derivanti da allevamenti zootecnici esistenti. In particolare, sono finanziati progetti aziendali per la riduzione delle emissioni che possono riguardare singole fasi o più fasi interdipendenti e riconducibili a tre linee principali di intervento: tecniche per il ricovero degli animali; tecniche per il trattamento e lo stoccaggio degli effluenti di allevamento e digestato; tecniche di distribuzione degli effluenti di allevamento e digestato.

Sulla base del solo contributo primario del TO 4.1.04, il PSR si è proposto di interessare una proporzione pari al 2,95% dei capi di bestiame (misurati in UBA) presenti in Regione (indicatore **R16/T17**, PSR 14.1).

Un primo bando per il TO 4.1.04 è stato pubblicato nel 2018 (DGR 19 del 08/01/2018, ID bando 794); in esito al primo bando si sono realizzate economie che sono state utilizzate nel 2019 per un secondo bando (DGR 1705 del 14-10-2019, ID bando 1470). Per questo stesso bando sono state messe a disposizione risorse aggiuntive (TOP-UP) (DGR 1524/2020, ID bando 1968 e DGR 1949/2020, ID bando 1969). A seguito delle modifiche finanziarie apportate con la versione 11.1 del PSR sono state assegnate al TO 4.1.04 ulteriori risorse (EURI) che hanno consentito la pubblicazione di un terzo bando per l'anno 2022 (DGR 2283/2021, Id Bando 2035).

Una prima stima della riduzione di emissioni realizzata dai beneficiari nel passaggio dalle tecniche adottate precedentemente all'investimento a quelle migliorative riferite all'investimento realizzato con il TO 4.1.04 è stata presentata dal Valutatore nel RAV 2020, considerando 120 domande saldate al 31/12/2020. Nel RAV 2022 è stato poi realizzato uno specifico approfondimento che ha:

- aggiornato al 2022 le stime degli indicatori previsti nel disegno di valutazione, considerando sia gli interventi conclusi, sia quelli in corso (potenziali);
- esaminato gli effetti dell'entità del contributo pubblico sulla propensione all'investimento da parte dei beneficiari;
- prodotto un prospetto di efficacia per le diverse tipologie di operazioni (investimenti e misure a superficie), considerando inoltre l'efficienza dei contributi.

Nel presente contributo, il modello di analisi progressivamente messo a punto nel corso delle precedenti attività di valutazione tramite diversi incontri di confronto e approfondimento con gli esperti regionali e dello *Steering Group*, è stato utilizzato per aggiornare la stima del contributo alla riduzione di GHG e ammoniaca degli interventi erogati al 31 dicembre 2024, con dettaglio per specie animale e per tipologia di investimento. Le stime sono fornite anche per bando e anno di riferimento, in modo da facilitare diverse possibilità di aggregazione dei dati.

5.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi

Come sopra accennato, il modello di analisi adottato per la stima delle emissioni e delle relative riduzioni utilizza dei coefficienti (fattori) di emissione (FE) e di abbattimento (FA) per UBA, con dettaglio per specie animale e per tipologia di investimento.

Nello specifico, i FE e i FA, espressi in kg UBA⁻¹ anno⁻¹, sono stati calcolati per le diverse fasi di gestione dei reflui zootecnici a cui fanno riferimento gli interventi erogati dal TO 4.1.04 per i ricoveri, il trattamento (solo FA), lo stoccaggio e l'utilizzo agronomico.

Constatato che il Sistema di monitoraggio regionale non registra il numero di capi o le UBA (Unità di Bovino Adulto) dei beneficiari degli investimenti finanziati con il TO 4.1.04, per quantificare tale valore è stato utilizzato un apposito set di dati fornito dalla Regione, d'ora in avanti chiamato INFO-liquami³², dal quale è stato possibile ricavare il numero di capi allevati per specie per le aziende agro-zootecniche beneficiarie. Il numero di capi è stato convertito in UBA secondo i parametri di conversione indicati dal Reg. UE 808/2014 (per dettagli vedi RAV 2020).

Per alcuni interventi (49), non è stato possibile procedere con l'approccio menzionato in precedenza in quanto l'incrocio con il database INFO-liquami non ha fornito nessuna corrispondenza per la specie e per la relativa categoria di animale; pertanto, non è stato possibile calcolare le UBA. Tuttavia, per questi interventi era disponibile l'informazione sulla quantità di azoto spandibile, informazione che è stata utilizzata per calcolare le relative emissioni e riduzioni di ammoniaca e protossido di azoto. Invece, il solo quantitativo di azoto non ha consentito di procedere con il calcolo delle emissioni e delle riduzioni di metano. La metodologia applicata a questi interventi è stata estrapolata da quella proposta nel RAV 2020, mediando i fattori di emissione adottati per le specie bovina e suina.

Il modello di calcolo sviluppato nelle precedenti valutazioni (cfr. RAV 2020), che ha portato all'elaborazione dei FE e dei FA utilizzati nella valutazione RAV 2022 e nella presente analisi, è stato basato sui quantitativi di azoto dichiarati dagli allevatori e ha tenuto conto di informazioni specifiche dell'azienda, come i trattamenti dei reflui. Inoltre, il modello è stato sviluppato in linea con quanto indicato dal BAT-tool (<https://bat-tools.datamb.eu/>), dai rapporti dell'inventario nazionale delle emissioni rilasciati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2020) e dai documenti tecnici forniti dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA, 2019). La metodologia per l'elaborazione dei FE e dei FA, espressi in unità di bovino adulto (UBA), è stata discussa e concordata con il gruppo di coordinamento.

Per i FE si è proceduto anche ad un confronto con quelli indicati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2020) e dal modello *Greenhouse Gas - Air Pollution Interactions and Synergies* (GAINS) (<https://gains.iiasa.ac.at/models/>). Le differenze tra i FE dei vari modelli sono da ricondurre alla diversa quantità di azoto escreto considerata per le diverse specie e categorie di animali (principale), alla conversione del FE di emissione espressi per capo o per UBA (es. ISPRA) e al diverso modo del calcolo delle UBA (es. GAINS).

Il prospetto completo dei FE e dei FA utilizzati è riportato nelle tabelle presenti **nell'Allegato 2-Sezione A1**. Il confronto tra i FE delle diverse fonti, seppur utile, deve necessariamente pesare le differenze appena esposte.

In base a quanto sopra illustrato, si può osservare che, per quanto riguarda i FE di ammoniaca (NH_3 UBA⁻¹) associati alla stabulazione (Tabella 98), i valori elaborati e utilizzati in questa stima sono più vicini a quelli riportati dall'ISPRA, e lo stesso vale per i FE associati allo stoccaggio (Tabella 100). Invece, per quanto riguarda i FE associati alle emissioni di NH_3 per l'utilizzo agronomico dei reflui, i risultati ottenuti dalla nostra analisi, che segue la metodologia proposta dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EMEP/EEA, 2019), si mostrano più in linea con quelli derivanti dal modello GAINS.

Le emissioni e gli abbattimenti di metano (CH_4) e protossido di azoto (N_2O) calcolate con i FE (Tabella 98; Tabella 100; Tabella 103) e FA (Tabella 99; Tabella 101, Tabella 102; Tabella 104) sono state poi convertite in unità di anidride carbonica equivalente (CO_2e) considerando i fattori di conversione 28 e 265 rispettivamente per il metano (CH_4) e il protossido di azoto (N_2O) (IPCC, 2019).

I dati relativi agli interventi del TO 4.1.04, estratti dal Sistema di monitoraggio, sono stati forniti da Regione e comprendevano, oltre i campi identificativi dell'azienda, anche l'identificativo del bando, il dettaglio

³² Il set di dati INFO-liquami è stato estratto dall'applicativo software "Gestione effluenti", con il quale vengono archiviate le comunicazioni di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento redatte ai sensi del Regolamento Regionale n. 3 del 2017 "Norme e criteri per l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento, del digestato e delle acque reflue" che recepisce il decreto Ministeriale del 25 febbraio 2016, che a sua volta recepisce la Direttiva nitrati 676/91.

dell'intervento (Classe, Intervento, Specifica), l'importo dell'investimento e del relativo contributo per ogni voce specifica.

Ulteriori informazioni necessarie alle analisi sono state estrapolate dalle dichiarazioni presentate dai beneficiari e archiviate nel database denominato "INFO-liquami". Queste informazioni hanno consentito di caratterizzare la specie allevata e le diverse categorie di animali al fine di calcolare il numero di UBA per beneficiario. Le UBA così calcolate sono state utilizzate per la contabilizzazione delle emissioni e delle riduzioni. Per i beneficiari che presentavano 2 azioni per la stessa tipologia di intervento le UBA sono state considerate al 50% per singola azione nel calcolo delle emissioni e abbattimenti (ad esempio nel caso in cui lo stesso beneficiario abbia presentato domanda per interventi che prevedevano lo spandimento rasoterra e quello a solchi chiusi).

5.3 Riduzioni delle emissioni di NH₃ e GHG generate dal TO 4.1.04

In Tabella 23 sono riportate le emissioni e le relative riduzioni (Mg anno⁻¹) delle domande erogate per il TO 4.1.04, suddivise per bando e anno di riferimento. Complessivamente le diverse classi considerate hanno fatto registrare 651 interventi, coinvolto 385.699 UBA e contribuito alla riduzione del 57% di NH₃ e del 14% di GHG. Si rimanda al paragrafo successivo per un maggior dettaglio dell'incidenza dei diversi bandi sulla riduzione di ammoniaca.

I bandi 794 e 2035 sono stati quelli che hanno fatto registrare il maggior numero d'interventi (81%) e coinvolto il 76% delle UBA beneficiarie. Il bando 2035 è quello che ha avuto più interventi e coinvolto più UBA e ha contribuito a ridurre del 51% le emissioni di NH₃ e del 50% quelle di GHG.

In Tabella 24 sono riportati i risultati aggregati per classe d'intervento. La classe denominata "Tecniche per lo spandimento degli effluenti" ha registrato il maggior numero d'interventi, coinvolto circa il 41% di UBA e contribuito a ridurre del 48% l'NH₃ e del 41% i GHG. Le tecniche per lo stoccaggio dei reflui non palabili hanno riguardato il 31% degli interventi e il 36% delle UBA beneficiarie; complessivamente hanno ridotto del 28% l'NH₃ e del 35% i GHG, risultando efficaci nel ridurre le emissioni di CH₄ durante le fasi di stoccaggio. Il resto degli interventi ha riguardato le classi denominate "Ricovero degli animali" e "trattamento degli effluenti non palabili", mentre minore è stato il contributo della classe d'intervento relativa alla gestione degli effluenti palabili.

In Tabella 25 sono invece riportati gli interventi (49) che non hanno trovato indicazione delle UBA nel database INFO-liquami. Questi casi sono stati analizzati diversamente dai precedenti a partire dall'informazione comune sull'azoto spandibile e per le quali è stato possibile calcolare le sole emissioni e riduzioni di NH₃ e N₂O. L'86% degli interventi ha riguardato lo spandimento degli effluenti che hanno contribuito alla riduzione dell'88% di NH₃ e dell'85% di GHG.



Tabella 23 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per gli interventi realizzati a valere sui diversi bandi del TO 4.1.04

Id Bando	Interventi N°	UBA	Emissione Mg anno ⁻¹				Riduzione Mg anno ⁻¹				Riduzione %			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
794	207	113768,9	1557	440	39	22787	702	67	4	2935	45%	15%	10%	13%
1470	44	28889,6	393	173	15	8688	254	33	2	1357	65%	19%	11%	16%
1968	25	14772,4	147	92	5	3995	106	18	0,3	593	72%	20%	5%	15%
1969	53	47650,95	547	287	21	13681	341	37	2	1597	62%	13%	10%	12%
2035	322	180617,3	2395	650	92	42633	1449	114	12	6435	61%	18%	13%	15%
Totale	651	385.699	5.039	1.643	173	91.783	2.851	271	20	12.917	57%	16%	12%	14%

Tabella 24 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per classe di intervento del TO 4.1.04

Classe d'intervento	Interventi N°	UBA	Emissione Mg anno ⁻¹				Riduzione Mg anno ⁻¹				Riduzione %			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Tecniche per i ricoveri degli animali	73	43060	559	NA	NA	NA	152	NA	NA	NA	27%	NA	NA	NA
Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine	84	41417	NA	NA	NA	NA	528	110	0	3085	NA	NA	NA	NA
Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature	281	158756	2989	NA	111	29423	1362	NA	20	5340	46%	NA	18%	18%
Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture	201	137846	1433	1643	62	62360	802	160	NA	4492	56%	10%	NA	7%
Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili	12	4621	58	NA	NA	NA	8	NA	NA	NA	14%	NA	NA	NA
Totale	651	385.699	5.039	1.643	173	91.783	2.851	271	20	12.917	57%	16%	12%	14%

Tabella 25 - Emissioni e relative riduzioni di gas serra e ammoniaca stimate per classe di intervento per 49 interventi senza indicazione delle UBA

Classe d'intervento	Interventi N°	Azoto spandibile kg	Emissione Mg anno ⁻¹				Riduzione Mg anno ⁻¹				Riduzione %			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Tecniche per i ricoveri degli animali	0	0												
Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine	2	44.213	19	NA	1	184	13	NA	0	19	68%	NA	10%	10%
Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature	42	3.611.410	1623	NA	57	15039	1136	NA	6	1654	70%	NA	11%	11%
Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture	4	279.341,7	123	NA	7	1730	85	NA	1	190	70%	NA	11%	11%
Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili	1	159.531,9	72	NA	3	664	50	NA	0	73	70%	NA	11%	11%
Totale	49	4.094.496	1.837	0	66	17.618	1.284	0	7	1937	70%	NA	11%	11%

5.4 Emissioni e riduzioni di gas serra e ammoniaca: approfondimento per bando

In **Allegato 2-Sezione A2** sono riportate in maggior dettaglio le emissioni di gas serra e ammoniaca e le relative riduzioni per anno di riferimento e tipologia d'intervento. Il bando emesso nel 2018 (ID bando 794) ha totalizzato 207 interventi, coinvolto 113.769 UBA e contribuito a ridurre di 702 Mg anno⁻¹ le emissioni di NH₃ e di 2.935 Mg anno⁻¹ le emissioni di GHG.

I bandi relativi al 2019 (ID bando 1470, 1968 e 1969) hanno totalizzato 122 interventi, coinvolto circa 90.000 UBA e contribuito alla riduzione di 701 Mg anno⁻¹ le emissioni di NH₃ e di 3.547 Mg anno⁻¹ di CO₂e le emissioni di GHG.

Il bando 2035 ha fatto registrare 322 interventi, coinvolto 180.617 UBA e contribuito alla riduzione del 61% e 15% per l'NH₃ e i GHG, rispettivamente.

Maggiori dettagli sul contributo delle diverse tipologie d'intervento alla riduzione di NH₃ sono riportati nelle tabelle che popolano l'Allegato 2.

5.5 Bibliografia

- IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2019. Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- EMEP/EEA, 2019. Air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No. 13/2019. ISBN 978-92-9480-098-5. Scaricabile da: <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/ce310211-4bc5-11ea-8aa5-01aa75ed71a1> (ultimo accesso 6 maggio 2023).
- ISPRA, 2020. Italian Emission Inventory 1990-2018. Informative Inventory Report 2020. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. ISPRA, Rapporti 319/2020. ISBN 978-88-448-0994-2. Scaricabile da: www.isprambiente.gov.it

6. CARBON FOOTPRINT DEI PROCESSI PRODUTTIVI AGRICOLI

6.1 Introduzione e obiettivi dell'indagine

Il disegno di valutazione relativo al quesito valutativo comune della Focus Area 5D (CEQ 14 - In che misura gli interventi del PSR hanno contribuito a ridurre le emissioni di gas a effetto serra e di ammoniaca prodotte dall'agricoltura?) ha previsto la realizzazione di una indagine campionaria svolta nel triennio 2017-2018-2019 al fine di raccogliere dati primari presso aziende agricole operanti nella regione Emilia-Romagna aderenti ai Tipi di Operazioni 10.1.01 (Produzione Integrata) e 11.2.01 (Produzione Biologica) del PSR 2014-20 (Reg. UE 1305/2013) e in aziende "convenzionali" aventi caratteristiche simili alle precedenti, ma non aderenti a tali tipi di operazioni. Ciò al fine di verificare ed analizzare le eventuali differenze quali-quantitative tra i due gruppi di aziende (in applicazione di un approccio "controfattuale" alla valutazione degli effetti) in relazione ai seguenti aspetti e variabili della gestione agronomica delle coltivazioni:

- a) fertilizzazione: tipi e livelli di impiego dei fertilizzanti minerali/di sintesi, dei fertilizzanti organici e degli ammendanti, con determinazione degli apporti ("carichi") dei nutrienti azoto e fosforo e di carbonio organico;
- b) difesa fitosanitaria e diserbo: quantità dei prodotti utilizzati classificati per livello di pericolo e tossicità, ai sensi del regolamento (CE) 1272/2008 ("cosiddetto CLP");
- c) impiego di mezzi utilizzati nel processo produttivo: irrigazioni, lavorazioni, raccolta, ecc.

Nell'approfondimento di indagine qui presentato gli aspetti a) e b), già affrontati e sviluppati nell'ambito di precedenti rapporti di valutazione (cfr. RAV 2020, ARVI 2014-2020), sono riesaminati e integrati nell'approccio della *Carbon Footprint* (d'ora in avanti CFP) che permette di misurare il peso delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) nei processi agricoli, sia per ettaro che per unità di prodotto. Ciò al fine del popolamento dell'Indicatore aggiuntivo "A14.2.1 Carbon Footprint dei processi produttivi agricoli" previsto nel disegno di valutazione e già oggetto di una precedente analisi nel ciclo di programmazione 2007-2013 (cfr. ARVI 2012, Allegato 9).

In particolare, l'indagine si concentra su tre obiettivi principali:

- analizzare dati primari e secondari per il calcolo della Carbon Footprint (CFP) associata ai processi produttivi di specifiche colture agricole, nello specifico mais, erba medica, frumento, pomodoro, vite, e pero;
- confrontare i modelli produttivi biologico e integrato, soggetti agli impegni del PSR, con quelli convenzionali, evidenziando eventuali differenze significative nelle emissioni di gas a effetto serra;
- analizzare i dati secondari per il caso dell'agricoltura conservativa proponendo il calcolo della CFP per le colture sopra riportate per comprendere meglio come queste tecniche possano contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra.

Questo lavoro offre un contributo significativo alla comprensione degli effetti delle misure del PSR in termini di riduzione delle emissioni, fornendo indicazioni utili per migliorare le politiche future e supportare la transizione verso pratiche agricole più rispettose dell'ambiente.

6.2 Fonti e metodi utilizzati per le analisi

In questo capitolo vengono descritti i materiali e le metodologie utilizzate per la stima della CFP. L'obiettivo di questa sezione è fornire un quadro di riferimento metodologico chiaro e strutturato, utile alla comprensione delle analisi condotte nei capitoli successivi.

Le fonti utilizzate nei calcoli e nelle stime sono citate in calce alle tabelle presentate nei paragrafi che seguono.

6.2.1 Origine e struttura dei dati

La popolazione complessiva oggetto di indagine è costituita dalle aziende agricole beneficiarie dei tipi di operazioni 10.1.01 (produzione integrata) e 11.2.01 (mantenimento pratiche e metodi biologici) con superficie sotto impegno nelle annualità agrarie 2017, 2018 e 2019 e dalle aziende non beneficiarie che riportano una gestione simile (gestione "convenzionale"), interessate da una o più delle seguenti colture: erba medica,

frumento tenero, mais, pero, pomodoro, vite. Si tratta di colture scelte tra quelle più diffuse negli ordinamenti colturali dei beneficiari e comunque ritenute rappresentative del settore agricolo regionale.

Come già accennato, l'analisi si basa sui dati raccolti tra il 2017 e il 2019 attraverso un'indagine campionaria svolta in Emilia-Romagna. In sintesi, sono state coinvolte aziende agricole che presentano modelli produttivi diversi:

- produzione integrata (definito fattuale), aderenti al tipo di operazione 10.1.01;
- produzione biologica (definito fattuale), partecipanti al tipo di operazione 11.2.01;
- produzione convenzionale (definito controfattuale), non aderenti alle operazioni del PSR, ma con caratteristiche analoghe alle precedenti.

La Tabella che segue presenta il riepilogo delle unità di indagine rilevate per ciascun anno nei tre regimi.

Tabella 26 - Riepilogo delle unità d'indagine - Numero di appezzamenti rilevati nei tre anni per coltura e regime

Coltura	Anno			Totale
	2017	2018	2019	
Erba medica	162	150	126	438
Biologico	81	75	63	219
C/Fatt. biologico	81	75	63	219
Frumento	246	214	180	640
Integrato	51	43	41	135
C/Fatt. Integrato	51	43	41	135
Biologico	72	64	49	185
C/Fatt. Biologico	72	64	49	185
Mais	66	60	48	174
Integrato	33	30	24	87
C/Fatt. Integrato	33	30	24	87
Pero	44	44	30	118
Integrato	22	22	15	59
C/Fatt. Integrato	22	22	15	59
Pomodoro	10	8	16	34
Biologico	5	4	8	17
C/Fatt. Biologico	5	4	8	17
Vite	228	222	216	666
Integrato	40	40	40	120
C/Fatt. Integrato	40	40	40	120
Biologico	74	71	68	213
C/Fatt. Biologico	74	71	68	213
Totale	756	698	616	2070

Fonte: Elaborazione ASI Srl su dati indagine campionaria

L'approccio metodologico adottato è controfattuale, ovvero punta a confrontare gruppi simili per verificare e quantificare eventuali differenze nei risultati. In breve, sono posti a confronto i regimi di coltivazione biologico e integrato con i modelli produttivi convenzionali per le diverse colture (cfr. anche capitolo successivo). Come già detto, l'attenzione è stata rivolta a tre principali aspetti della gestione agronomica:

- fertilizzazione: sono stati analizzati i tipi e le quantità di fertilizzanti utilizzati (minerali, organici, ammendanti), con un focus sui carichi di nutrienti come azoto, fosforo e carbonio organico;
- difesa fitosanitaria e diserbo: è stata valutata l'entità dei prodotti impiegati e la loro classificazione in base al livello di rischio, come previsto dal Regolamento (CE) 1272/2008;
- uso di mezzi di produzione: questo punto, oggetto dell'indagine attuale, si concentra sulle emissioni di CO₂ legate a operazioni come irrigazione, lavorazioni del suolo e raccolta.

I dati relativi alle rese produttive e all'impiego di fertilizzanti e fitofarmaci sono stati tratti dallo specifico database realizzato dal Valutatore nel corso delle indagini precedenti (cfr. RAV 2020, ARVI 2014-2020); i dati relativi alle lavorazioni/operazioni colturali raccolti nelle diverse unità di indagine sono riepilogati nella tabella successiva.

Tabella 27 - Dati relativi alle lavorazioni/operazioni colturali

COLTURE	OPERAZIONE	CODICE	DESCRIZIONE
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0001	Provenienza risorsa idrica
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0101	L'azienda utilizza sistemi di irrigazione?
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0102	Tipologia sistema irriguo
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0103	Altro sistema (specificare)
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0104	Potenza impegnata [CV] (1CV = 0,7354kW)
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0105	Ore di funzionamento per intervento irriguo
VITE, PERO	IRRIGAZIONE	intArb0106	Numero interventi irrigui
VITE, PERO	INERBIMENTO	intArb0201	La coltura è inerbita?
VITE, PERO	INERBIMENTO	intArb0202	Tipo inerbimento
VITE, PERO	INERBIMENTO	intArb0203	Localizzazione inerbimento
VITE, PERO	INERBIMENTO	intArb0204	Numero di tagli o trinciature
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0301	Gestione della superficie non inerbita
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0302	Numero interventi con attrezzature azionate da PDP
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0302b	Potenza della trattrice utilizzata con attrezzature azionate da PDP (Potenza kW o CV)
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0303	Profondità di lavoro con attrezzature azionate da PDP (cm)
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0304	Numero interventi con attrezzature senza PDP
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0305	Profondità di lavoro con attrezzature senza PDP (cm)
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0305b	Potenza della trattrice utilizzata con attrezzature senza PDP (Potenza kW o CV)
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0306	Raccolta
VITE, PERO	SUPERFICIE NON INERBITA	intArb0307	Motivazioni della mancata raccolta
VITE	POTATURA	intArb0401	Tipologia potatura
VITE	POTATURA	intArb0401b	In azienda si effettua anche la potatura meccanica?
VITE	POTATURA	intArb0402	Forma di allevamento
VITE	POTATURA	intArb0402a	Specificare altro allevamento vite
VITE	POTATURA	intArb0403	Sesto d'impianto - distanza sulla fila (cm)
VITE	POTATURA	intArb0403b	Sesto d'impianto - distanza tra le file (cm)
PERO	POTATURA	intArb0501	Tipologia di potatura
PERO	POTATURA	intArb0501b	In azienda si effettua anche la potatura meccanica?
PERO	POTATURA	intArb0502	Forma di allevamento
PERO	POTATURA	intArb0503	Sesto d'impianto - distanza sulla fila (cm)
PERO	POTATURA	intArb0503b	Sesto d'impianto - distanza tra le file (cm)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0001	Provenienza risorsa idrica
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0101	L'azienda utilizza sistemi di irrigazione non in pressione (Tipo A)?
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0102	Tipologia sistema irriguo non in pressione (Tipo A)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0102b	altro sistema irriguo non in pressione (specificare)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0103	Uso di pompe per il sollevamento
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0104	Potenza impiegata [CV] (1 CV = 0,7354 kW)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0105	Ore di funzionamento annuo
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO A	intSem0106	Numero di interventi irrigui
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0201	L'azienda utilizza sistemi di irrigazione in pressione (Tipo B)?
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0202	Tipologia sistema irriguo in pressione (Tipo B)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0203	altro sistema (specificare)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0204	Tipo attrezzatura impiegata
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0205	altro (specificare)



COLTURE	OPERAZIONE	CODICE	DESCRIZIONE
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0206	Potenza impegnata [CV] (1 CV = 0,7354 kW)
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0207	Ore di funzionamento per intervento irriguo
FRUMENTO, MEDICA, MAIS, POMODORO	IRRIGAZIONE TIPO B	intSem0208	Numero interventi irrigui
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI	intSem0301	Lavorazioni tradizionali
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: TRINCIATURA	intSem0302	Trinciatura dei residui
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: TRINCIATURA	intSem0302 b	Potenza della trattrice utilizzata per trinciatura dei residui (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: RIPUNTATURA	intSem0303	Ripuntatura
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: RIPUNTATURA	intSem0304	Profondità di lavoro (cm)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: RIPUNTATURA	intSem0304 b	Potenza della trattrice utilizzata per ripuntatura (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0305	Lavorazione principale (aratura)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0306	Data (mese)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0307	Attrezzatura impiegata
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0307 b	Altro (Specificare)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0308	Profondità di lavoro (cm)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI TRADIZIONALI: ARATURA	intSem0308 b	Potenza della trattrice utilizzata per l'aratura (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0401	Lavorazioni secondarie e di preparazione
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0402	Numero interventi con attrezzature azionate da PDP
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0402 b	Potenza della trattrice utilizzata con PDP (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0403	Numero interventi con attrezzature senza PDP
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0403 b	Potenza della trattrice utilizzata senza PDP (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0403c	Semina con seminatrici tradizionale
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0403 d	Potenza della trattrice utilizzata per la seminatrice tradizionale (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0404	Semina con seminatrici combinate
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0404 b	Potenza della trattrice utilizzata per la seminatrice combinata (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI SECONDARIE E PREPARAZIONE	intSem0405	Tipo attrezzatura impiegata per la seminatrice combinata
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI IN COPERTURA	intSem0406	Lavorazioni in copertura (tipo Sarchiatura, Diserbo meccanico, Rincalzatura)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI IN COPERTURA	intSem0407	Numero interventi con attrezzature azionate da PDP
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI IN COPERTURA	intSem0407 b	Potenza della trattrice utilizzata per lavorazioni in copertura con PDP (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI IN COPERTURA	intSem0408	Numero interventi con attrezzature senza PDP
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI IN COPERTURA	intSem0408 b	Potenza della trattrice utilizzata per lavorazioni in copertura senza PDP (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0501	Lavorazioni conservative (minima lavorazione o semina su sodo)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0502	Trinciatura dei residui
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0502 b	Potenza della trattrice utilizzata per trinciatura dei residui (Potenza kW o CV)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0503	Numero interventi con attrezzature azionate da PDP (lavorazioni conservative)

COLTURE	OPERAZIONE	CODICE	DESCRIZIONE
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0504	Profondità di lavoro con attrezzature azionate da PDP (cm) (lavorazioni conservative)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0504 b	Potenza della trattrice utilizzata con attrezzatura azionata da PDP (Potenza kW o CV) (lavorazioni conservative)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0505	Numero interventi con attrezzature senza PDP (lavorazioni conservative)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0506	Profondità di lavoro con attrezzature senza PDP (cm) (lavorazioni conservative)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0506 b	Potenza della trattrice utilizzata con attrezzatura azionata senza PDP (Potenza kW o CV) (lavorazioni conservative)
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0507	Attrezzatura impiegata per la semina
FRUMENTO, MAIS, POMODORO	LAVORAZIONI CONSERVATIVE	intSem0507 b	Potenza della trattrice utilizzata per la semina (Potenza kW o CV)
MAIS	RACCOLTA MAIS	intSem0601	Umidità di raccolta (%)
MAIS	RACCOLTA MAIS	intSem0602	Il prodotto di questa coltura è reimpiegato in azienda
MAIS	RACCOLTA MAIS	intSem0603	Come
POMODORO	RACCOLTA E TRAPIANTO POMODORO	intSem0701	Metodo trapianto
POMODORO	RACCOLTA E TRAPIANTO POMODORO	intSem0702	Metodo raccolta
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0801	Numero medio di spargimenti, rivoltamenti, andature per taglio
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0802	Macchina per la raccolta
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0803	Metodo di conservazione
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0804	Metodo di essiccazione
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0805	Metodo di ventilazione
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0806	Consumo di energia elettrica per la ventilazione (kW)
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0807	Consumo di gasolio per la ventilazione (kg)
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0808	Consumo di combustibili fossili per il riscaldamento dell'aria di ventilazione (kg)
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0809	Metodo di insilamento
MEDICA	RACCOLTA MEDICA	intSem0810	Altro (specificare)

Fonte: Tabella estratta dall'applicativo informatico AGRI-PSR (cfr. RAV 2020)

Inoltre, sono state stimate le quantità dei seguenti mezzi di produzione:

- energia impiegata ($\text{kW} \cdot \text{ha}^{-1}$): $[\text{potenza irrigua (CV)} \times \text{numero interventi irrigui (n)} \times \text{durata intervento irriguo (h)} \times 0,7355 \text{ kW}] / \text{superficie aziendale (ha)}$;
- carburante impiegato: sono stati impiegati i valori desunti dai manuali di settore (cfr. tabella successiva), moltiplicati per il numero di interventi.

Tabella 28 - Consumi medi di carburante in Emilia-Romagna per operazione colturale

Operazione	Consumo minimo (kg ha^{-1})	Consumo massimo (kg ha^{-1})
Aratura	20,875	29,225
Ripuntatura	25,05	33,4
Erpicatura pesante	8,35	12,525
Erpicatura leggera	5,01	8,35
Fresatura	16,7	25,05
Rullatura	1,67	4,175
Sarchiatura	2,505	5,01
Semina semplice	4,175	6,68
Semina combinata	6,68	10,02
Concimazione (organica)	12,525	20,875
Concimazione minerale	2,505	5,01
Diserbo chimico	0,835	2,505
Trinciatura residui	8,35	16,7
Irrigazione (motopompa)	0,835	2,505
Raccolta cereali	8,35	15,03

Fonti: (1) Augusti et al., (2018) Prontuario Reda - dati tecnico-economici settore agricoltura. (2) Regione Emilia-Romagna (2024) - Statistiche agrarie anno 2023.

6.2.2 Costruzione del campione dell'indagine campionaria del 2017-2019

Il campione oggetto dell'indagine è stato costruito a partire dall'universo statistico che include la banca dati regionale dei richiedenti PAC per l'anno 2017. Ogni azienda è stata descritta congiuntamente da quattro variabili di stratificazione: la coltura predominante (seminativi quali frumento tenero, mais, erba medica e pomodoro; colture arboree quali vite e pero), il sistema di gestione agronomica (produzione integrata, produzione biologica o conduzione convenzionale), la fascia altimetrica di appartenenza (pianura, collina, montagna) e lo stato di vulnerabilità ai nitrati (Si, No). L'incrocio di queste variabili ha generato molteplici strati indipendenti, ciascuno dei quali è stato oggetto di un disegno di campionamento dedicato. Sono state fissate soglie minime di superficie al di sotto delle quali l'associazione "azienda x coltura" non è stata considerata eleggibile: almeno 0,5 ha per i seminativi e 0,2 ha per le colture arboree.

All'interno di ciascuno strato sono state estratte le unità "fattuali", vale a dire quelle che nel 2017 avevano aderito al TO 10.1.01 (produzione integrata) o alla Misura 11 (produzione biologica) del Programma di Sviluppo Rurale regionale 2014-2020. Per ciascuna azienda fattuale è stata ricercata una rosa di cinque aziende "controfattuali" che soddisfacessero simultaneamente tre requisiti: l'assenza di adesione alle Misure 10 e 11, la coltivazione di almeno una delle stesse specie presenti nell'azienda trattata e la localizzazione nello stesso foglio catastale, condizione che garantisce altimetria e vulnerabilità ai nitrati identiche. Le cinque unità così individuate sono state poste in ordine di priorità in funzione della distanza geografica dal centro aziendale della corrispondente unità trattata; la più prossima è stata designata come controfattuale primaria, mentre le restanti hanno costituito una graduatoria di riserva da attivare in successione in caso di fallimento della rilevazione.

La raccolta delle informazioni di base è stata affidata a dottori in scienze agrarie e ad agrotecnici previamente formati sulle finalità, sulle procedure di campionamento e sugli strumenti di rilevazione; parte di essi aveva già partecipato all'indagine regionale condotta nel periodo 2010-2011, apportando un bagaglio di esperienza utile alla standardizzazione dei protocolli. Tutte le interviste sono state realizzate in modalità CAPI (*Computer Assisted Personal Interviewing*), mediante un applicativo sviluppato *ad hoc* da Agriconsulting che ha consentito la conduzione di colloqui *face to face*, l'inserimento guidato delle risposte e la contestuale acquisizione di documentazione probante le informazioni fornite.

I dati elementari raccolti sono stati successivamente elaborati a livello di singolo appezzamento, con l'obiettivo di calcolare specifici indicatori di processo e di impatto. In particolare, sono state quantificate le dotazioni di nutrienti imputate tramite concimazioni, l'impiego di fitosanitari e relative unità di impatto, le operazioni colturali, i livelli produttivi conseguiti. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al Capitolo dedicato contenuto nel RAV 2020.

6.2.3 I metodi: Life Cycle Assessment (LCA) e Carbon footprint (CFP).

La metodologia LCA: le basi teoriche

La LCA è la metodologia più accettata a livello internazionale secondo le norme (ISO 14040:2006 *Principles and framework* e 14044 *Requirements and guidelines*) per il calcolo delle emissioni atmosferiche. Questa, consente di valutare i potenziali impatti ambientali, sociali ed economici associati a un prodotto, processo o servizio lungo l'intero ciclo di vita. Questo approccio può includere tutte le fasi, dall'acquisizione delle materie prime alla produzione, distribuzione, utilizzo e gestione finale, comprese le eventuali attività di riciclo o smaltimento (Meier et al., 2015; Verdi et al., 2022).

Si basa su un'analisi sistematica dei flussi di energia e materiali, considerando anche le emissioni generate in ciascuna fase del ciclo di vita, con l'obiettivo di identificare i carichi ambientali e i loro effetti su ecosistemi, risorse naturali e salute umana (Fallahpour et al., 2012; Van Stappen et al., 2015; Krzyzaniak et al., 2018). I flussi vengono associati agli impatti attraverso specifiche metodologie e indicatori, come il cambiamento climatico (emissioni di gas serra), l'acidificazione (emissioni di diossido di zolfo, ossidi di azoto), l'eutrofizzazione (rilascio di nitrati, ammoniaca e fosforo) e altri. La metodologia LCA sta infatti alla base del calcolo della CFP, un approccio bottom-up (da livello micro a macro) che può analizzare l'intero ciclo di vita di un prodotto, dalla produzione al consumo, includendo materiali, processi e rifiuti, sulla base dei confini di

sistema selezionati. La *carbon footprint*, o impronta di carbonio, rappresenta una misura delle emissioni totali di gas a effetto serra, espresse in equivalenti di anidride carbonica generate da un'attività, un prodotto o un'organizzazione lungo il suo ciclo di vita. La CFP misura le emissioni di CO₂ causate direttamente e indirettamente da un'attività o accumulate durante il ciclo di vita di un prodotto o di un servizio (Wiedmann e Minx, 2009). Grazie alla sua capacità di individuare le principali fonti di emissione viene utilizzata in molti settori per guidare strategie di riduzione delle emissioni, ottimizzare le risorse e promuovere la transizione verso modelli di sviluppo a basse emissioni di carbonio e si dimostrata particolarmente utile nel settore agricolo (Subedi et al., 2024). In relazione a quest'ultimo, la CFP viene più comunemente espressa in kg di CO₂ equivalente (CO₂e) per unità funzionale di prodotto (ad es. un kg di pomodoro, 1 ha di frumento, ecc.), a seconda dei confini del sistema e dell'obiettivo dell'analisi.

La LCA segue una struttura ben definita che ne garantisce l'efficacia e la coerenza con gli standard internazionali ISO 14040 e 14044. Si articola in quattro fasi operative:

- 1) *definizione degli obiettivi (goal definition and scoping)*: in questa fase sono precisate le finalità dello studio (oggetto, destinatari, applicazioni), individuando il sistema considerato (comprensivo dei confini) e l'unità funzionale (UF) per ciascuna tipologia aziendale. A tal scopo viene effettuata una disaggregazione del ciclo di vita in fasi per impostare i confini di sistema:
 - acquisizione delle materie prime;
 - processo produttivo;
 - produzione;
 - trasporto/distribuzione;
 - uso/riuso/manutenzione;
 - riciclo;
 - gestione dei rifiuti.
- 2) *Analisi di Inventario (LCI – Life Cycle Inventory)*: questa fase comprende l'organizzazione dei dati (tra primari e secondari) e la definizione dei procedimenti di calcolo che consentiranno di quantificare i flussi in entrata e in uscita da ciascun sistema. Nello specifico, le categorie secondo le quali verranno organizzati i dati di inventario, riguarderanno:
 - consumi di materie prime;
 - consumi di acqua;
 - consumi energetici;
 - emissioni atmosferiche;
 - rifiuti.
- 3) *Valutazione (Impact assessment)*: le informazioni ottenute dall'Analisi di Inventario costituiscono la base di partenza per la valutazione di tipo ambientale, cui è dedicata la fase della LCA definita *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA), con specifico focus sull'indicatore relativo alle emissioni prodotte. Quindi, l'analisi prevede la definizione di differenti categorie di impatto in base alla scala con cui gli impatti stessi manifestano il loro effetto nei confronti dell'ambiente. Le categorie di impatto generalmente considerate sono molteplici, in base all'obiettivo dello studio si procede con l'indicatore dedicato:
 - *Acidification potential - Average European*;
 - *Depletion of abiotic resources*;
 - *Climate change - GWP 100a³³*;

³³ Potenziale di riscaldamento globale (*Global Warming Potential*) su un orizzonte temporale di 100 anni.

- *Eutrophication potential - average European;*
- *Photochemical oxidation (summer smog) - high NOx POCP;*
- *Freshwater aquatic ecotoxicity - FAETP 100a;*
- *Human toxicity - HTP 100a;*
- *Marine aquatic ecotoxicity - MAETP 100a;*
- *Stratospheric ozone depletion - ODP 40a;*
- *Terrestrial ecotoxicity - TAETP 100a.*

4) Interpretazione (*Interpretation*): questa fase prevede l'interpretazione dei risultati delle fasi di inventario e di valutazione degli impatti, in relazione a ciascun ordinamento e regime produttivo, evidenziando le differenze con un approccio di "controllo".

Queste fasi, sebbene descritte in modo lineare, si sviluppano spesso in modo iterativo, in quanto le informazioni ottenute in una fase possono influenzare o modificare il corso delle fasi successive. L'iterazione permette di affinare progressivamente l'analisi, garantendo risultati più accurati e rilevanti.

La tabella seguente riporta i pro e i contro più enfatizzati dalla letteratura scientifica (Cimini et al., 2021; Cimini et al., 2022).

Tabella 29 - Pro e Contro della metodologia applicata per il Carbon Footprint

Metodologia	Pro	Contro
Life Cycle Assessment	Analisi dettagliata e specifica dei prodotti lungo tutto il ciclo di vita	Richiede una grande quantità di dati, spesso difficili da ottenere o mancanti (<i>benchmark</i>)
	Considera sia emissioni dirette che indirette	Difficoltà nell'applicazione a livello macro (regioni o settori)
	Adatta per identificare fasi critiche e migliorare pratiche produttive	Costi elevati in termini di risorse economiche e umane
	Fornisce risultati accurati sul caso studio	Confini del sistema e criteri di calcolo possono variare l'output
	Permette analisi di comparabilità	Spesso prodotto specifico, trascura aspetti come servizi ecosistemici

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La metodologia LCA può essere ampliata con approcci come il *Life Cycle Costing* o *Social Life Cycle* o *Input-Output analysis*, che integrano anche dimensioni sociali ed economiche (Jacob et al., 2021). Questo permette di analizzare il peso degli impatti su comunità e *stakeholders*, offrendo un supporto decisionale basato su una prospettiva più sistemica (Valdivia et al., 2021), utile per favorire una gestione responsabile delle risorse e promuovere soluzioni orientate alla sostenibilità.

Analisi Carbon Footprint per le colture oggetto di studio

Il presente lavoro calcolerà l'impronta carbonica sulla base della metodologia LCA, poiché come risultato dell'analisi sistematica della letteratura è la più utilizzata. La stima della CFP mira a quantificare le emissioni di CO₂. In tale studio viene considerata la sola fase agricola (impianto e produzione); pertanto, il sistema riguarda tutti i flussi di materiali ed energia relativi alla sola produzione primaria in pieno campo (*from cradle to farm gate*). In particolare, l'analisi si concentra sulle seguenti pratiche culturali:

- lavorazioni del terreno;
- impianto;
- concimazioni;
- controllo dei patogeni;
- irrigazione;

- potatura (ove previsto).

La CFP è espressa in kg CO₂e e le unità funzionali alle quali la CFP è riferita sono:

- 1 kg di prodotto (kg CO₂e·kg⁻¹ prodotto);
- 1 ettaro di superficie coltivata (kg CO₂e·ha⁻¹ superficie).

L'indicatore calcolato è il GWP 100a³⁴ e nella fase di LCIA sono stati utilizzati i fattori di caratterizzazione IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2007 vers.1.02. L'analisi si è servita di dati primari aziendali e dati secondari. Questi ultimi sono stati desunti da apposita ricerca bibliografica, nonché dal database EcoInvent v3.11 (<https://ecoinvent.org/>), ossia il database di inventario del ciclo di vita più utilizzato a livello globale che supporta vari tipi di valutazioni di sostenibilità fornendo set di dati scientificamente validi, trasparenti e di qualità garantita. Il database contenente migliaia di processi afferenti a diversi ambiti, quali: agricoltura, energia, trasporti, biocarburanti, biomateriali, prodotti chimici, edilizia, materiali di imballaggio, risorse minerali, metalli, elettronica e rifiuti. L'analisi è stata condotta mediante il software OpenLCA (<https://www.openlca.org/>).

Nello specifico, le emissioni di protossido di azoto (N₂O), monossido di azoto (NO) e ammoniaca (NH₃) derivanti dall'uso di fertilizzanti azotati e organici (letame) sono valutate mediante il modello di Bouwman et al., 2002 (Hillier et al., 2011) sulla base della seguente equazione:

$$N_2O = e^{c + \sum_{i=1}^{n=i} F(i)} \quad (1)$$

dove c è una costante e $F(i)$ riguarda diversi fattori agronomici, pedoclimatici (es. tipo di coltura, fertilizzante, livello di distribuzione del fertilizzante, struttura del suolo, carbonio organico del suolo, pH del suolo, clima, ecc.). Anche per la stima delle emissioni di NO viene utilizzata l'equazione (1), mentre le emissioni di NH₃ sono calcolate attraverso la seguente espressione:

$$NH_3 = F \times e^{c + \sum_{i=1}^{n=i} F(i)} \quad (2)$$

dove F è la quantità di fertilizzante utilizzato. Le emissioni di monossido di azoto (NO) e ammoniaca (NH₃) sono convertite in protossido di azoto (N₂O) tramite il fattore 0,01 (IPPC, 2006).

Le emissioni derivanti dalla gestione dei residui di potatura, nonché le variazioni dello stock di carbonio nel suolo sono calcolate mediante gli approcci di Hillier et al. (2011).

Le emissioni derivanti dall'uso di fitofarmaci sono stimate con l'approccio di Hillier et al. (2011) sulla base di un valore di 20,5 kg di CO₂e ha⁻¹ per applicazione del prodotto.

Le emissioni generate dal carburante utilizzato tramite le attrezzature agricole aziendali sono stimate attraverso il modello dell'*American Society of Agricultural and Biological Engineers* (ASABE, 2006a, 2006b), mentre per le emissioni generate dalla rete elettrica è utilizzato il protocollo GHG (<https://ghgprotocol.org/>).

Nota: nei dati tabellari riportati nei paragrafi successivi, eventuali discrepanze apparenti sono attribuibili ad arrotondamenti dovuti al numero ridotto di decimali riportati rispetto a quelli utilizzati nei calcoli.

³⁴ Potenziale di riscaldamento globale (*Global Warming Potential*) su un orizzonte temporale di 100 anni.

6.3 Analisi Carbon footprint per le colture selezionate

6.3.1 Il dataset

Il campione raccoglie le informazioni di 2.070 appezzamenti della regione. Le informazioni raccolte sono sintetizzate nelle tabelle che seguono (Tabella 30; Tabella 31; Tabella 32), i cui dati sono suddivisi per tipologia di coltura, regime aziendale, zona altimetrica e livello di vulnerabilità ai nitrati. Il 39% degli appezzamenti è costituito da colture cerealicole, il 32% da legnose, il 21% da foraggere e una parte residuale da orticole. Per quanto riguarda la zona altimetrica, il 45% si trova in pianura, mentre il 34% in collina e il 22% in montagna. Infine, il 63% degli appezzamenti si trova in zona non vulnerabile ai nitrati di origine agricola.

Tabella 30 - Suddivisione degli appezzamenti per regime aziendale

Coltura	Regime aziendale	Frequenza	Percentuale
Erba medica	Biologico	219	50%
	Convenzionale	219	50%
	Totale erba medica	438	100%
Frumento tenero	Biologico	185	28,9%
	Integrato	135	21,1
	Convenzionale	320	50%
	Totale frumento tenero	640	100%
Mais	Integrato	87	50%
	Convenzionale	87	50%
	Totale mais	174	100%
Pero	Integrato	59	50%
	Convenzionale	59	50%
	Totale pero	118	100%
Pomodoro	Biologico	17	50%
	Convenzionale	17	50%
	Totale pomodoro	34	100%
Vite	Biologico	213	32%
	Integrato	120	18%
	Convenzionale	333	50%
	Totale vite	666	100%
	TOTALE BIOLOGICO	634	
	TOTALE INTEGRATO	401	
	TOTALE CONVENZIONALE	1.035	
	TOTALE COMPLESSIVO	2.070	

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Tabella 31 - Suddivisione degli appezzamenti per zona altimetrica.

Coltura	Zona altimetrica	Regime aziendale	Frequenza	Percentuale
Erba medica	Collina	Biologico	76	50,7%
		Convenzionale	74	49,3%
		Totale	150	100%
	Montagna	Biologico	108	49,5%
		Convenzionale	110	50,5%
		Totale	218	100%
	Pianura	Biologico	35	50%
		Convenzionale	35	50%
		Totale	70	100%
Frumento tenero	Collina	Biologico	68	37,0%
		Integrato	24	13,0%
		Convenzionale	92	50,0%
		Totale	184	100,0%
	Montagna	Biologico	74	45,7%
		Integrato	7	4,3%
		Convenzionale	81	50,0%
		Totale	162	100,0%
	Pianura	Biologico	43	14,6%
		Integrato	104	35,4%
		Convenzionale	147	50,0%
		Totale	294	100,0%
Mais	Collina	Integrato	6	42,9%
		Convenzionale	8	57,1%
		Totale	14	100,0%
	Pianura	Integrato	81	50,6%
		Convenzionale	79	49,4%
		Totale	160	100,0%
Pero	Pianura	Integrato	59	50,0%
		Convenzionale	59	50,0%
		Totale	118	100,0%
Pomodoro	Pianura	Biologico	17	50,0%
		Convenzionale	17	50,0%
		Totale	34	100,0%
Vite	Collina	Biologico	133	38,4%
		Integrato	41	11,8%
		Convenzionale	172	49,7%
		Totale	346	100,0%
	Montagna	Biologico	35	48,6%



Coltura	Zona altimetrica	Regime aziendale	Frequenza	Percentuale
		Convenzionale	37	51,4%
		Totale	72	100,0%
	Pianura	Biologico	45	18,1%
		Convenzionale	124	50,0%
		Integrato	79	31,9%
		Totale	248	100,0%
		TOTALE COLLINA	694	
		TOTALE MONTAGNA	452	
		TOTALE PIANURA	924	

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

Tabella 32 - Suddivisione degli appezzamenti per vulnerabilità ai nitrati

Coltura	Zona	Regime aziendale	Frequenza	Percentuale
Erba medica	Vulnerabile	Biologico	51	51,0%
		Convenzionale	49	49,0%
		Totale	100	100,0%
	Non vulnerabile	Biologico	168	49,7%
		Convenzionale	170	50,3%
		Totale	338	100,0%
Frumento tenero	Vulnerabile	Biologico	58	23,1%
		Integrato	70	27,9%
		Convenzionale	123	49,0%
		Totale	251	100,0%
	Non vulnerabile	Biologico	127	32,6%
		Integrato	65	16,7%
		Convenzionale	197	50,6%
		Totale	389	100,0%
Mais	Vulnerabile	Integrato	56	50,0%
		Convenzionale	56	50,0%
		Totale	112	100,0%
	Non vulnerabile	Integrato	31	50,0%
		Convenzionale	31	50,0%
		Totale	62	100,0%
Pero	Vulnerabile	Integrato	34	50,0%
		Convenzionale	34	50,0%
		Totale	68	100,0%
	Non vulnerabile	Integrato	25	50,0%
		Convenzionale	25	50,0%



Coltura	Zona	Regime aziendale	Frequenza	Percentuale
		Totale	50	100,0%
Pomodoro	Vulnerabile	Biologico	8	50,0%
		Convenzionale	8	50,0%
		Totale	16	100,0%
	Non vulnerabile	Biologico	9	50,0%
		Convenzionale	9	50,0%
		Totale	18	100,0%
Vite	Vulnerabile	Biologico	59	28,1%
		Integrato	46	21,9%
		Convenzionale	105	50,0%
		Totale	210	100,0%
	Non vulnerabile	Biologico	157	34,4%
		Integrato	71	15,6%
		Convenzionale	228	50,0%
		Totale	456	100,0%
		TOTALE ZONE VULNERABILI	757	
		TOTALE ZONE NON VULNERABILI	1.313	

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

6.3.2 Frumento tenero

Unità funzionale e confini del sistema

L'analisi ha riguardato la produzione di frumento tenero in Emilia-Romagna, includendo le fasi di coltivazione e raccolta. Pertanto, il sistema analizzato include tutti i flussi di materia ed energia associati alla produzione primaria del frumento tenero (*from cradle to farm gate*).

L'impatto ambientale è stato stimato attraverso l'indicatore GWP 100a e sono state definite due unità funzionali:

- unità di prodotto ($\text{kg CO}_2\text{e}\cdot\text{kg}^{-1}$ prod.);
- unità di superficie coltivata ($\text{kg CO}_2\text{e}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Nella figura seguente si riportano i flussi del processo produttivo del frumento tenero nell'ambito dei confini del sistema considerato.

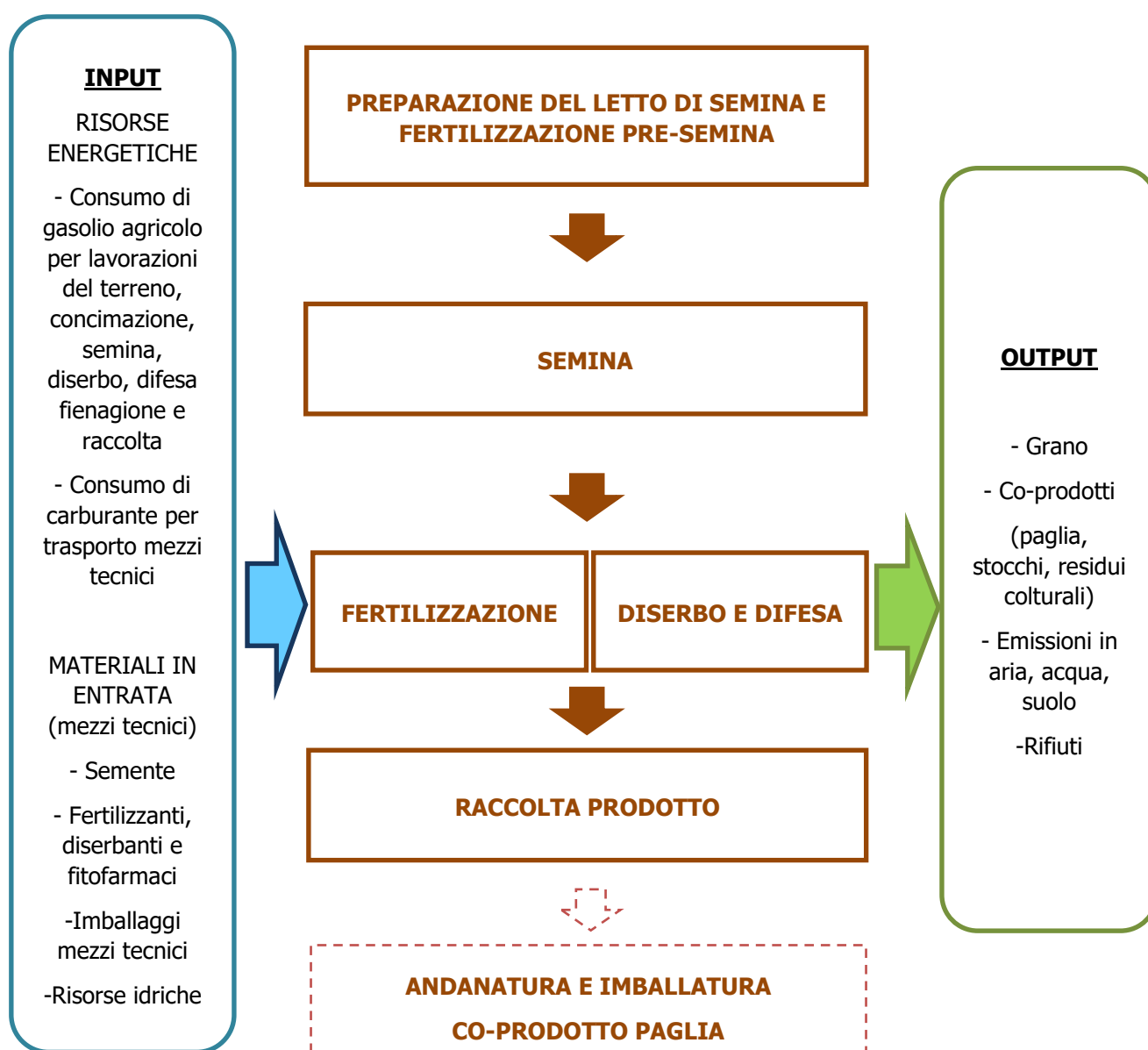


Figura 28 - Flow chart del processo produttivo del frumento tenero.

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

Tabella 33 - Dati raccolti - Frumento tenero

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono riportati i dati di inventario utilizzati nei regimi biologico e integrato (fattuali), nonché nei rispettivi controfattuali a conduzione convenzionale, per macrocategoria di input. Su questi dati è stata condotta una prima analisi del t-test tesa ad individuare caratteristiche e differenze tra i regimi considerati, in altri termini a verificare se i valori medi osservati nei regimi fattuali si discostano in modo statisticamente significativo dal rispettivo controfattuale. Il t-test consente di confrontare le medie di due gruppi assumendo una distribuzione normale dei dati.

Impiego di fertilizzanti

La tabella seguente riassume le classi di fertilizzanti applicate nella coltivazione di frumento tenero in conduzione biologica e convenzionale: azoto minerale (CNmin), azoto organico (CNorg), azoto totale (CNTot), fosforo minerale (CPmin), fosforo organico (CPorg), fosforo totale (CPTot) e potassio (CK). I dati sono ulteriormente disaggregati per fascia altimetrica e per grado di vulnerabilità ai nitrati.

Nel complesso, i risultati indicano che la gestione biologica impiega, nella maggior parte dei casi, quantitativi di fertilizzante inferiori rispetto al sistema convenzionale.

Tabella 34 - Fertilizzanti -Frumento tenero biologico

Frumento tenero	Appezzamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	185	0,0	65,1	-65,1	-100,0%	-9,42	0,000	***
CNorg	185	42,6	25,9	16,7	64,5%	0,98	0,330	
CNTot	185	42,6	91,0	-48,4	-53,2%	-4,67	0,000	***
CPmin	185	1,1	12,0	-10,9	-90,8%	-3,18	0,002	***
CPorg	185	24,1	19,3	4,8	24,9%	0,37	0,711	
CPtot	185	25,2	31,3	-6,1	-19,5%	-0,89	0,375	
CK	185	37,1	32,9	4,2	12,8%	0,11	0,910	
Fertilizzanti - Montagna								
CNmin	74	0,0	14,2	-14,2	-100,0%	-4,67	0,000	***
CNorg	74	72,0	31,1	40,9	131,5%	0,93	0,355	
CNTot	74	72,0	45,3	26,7	58,9%	0,49	0,624	
CPmin	74	1,0	6,3	-5,3	-84,1%	-0,85	0,401	
CPorg	74	49,0	27,7	21,3	76,9%	0,59	0,559	
CPtot	74	50,0	33,9	16,1	47,5%	0,42	0,674	
CK	74	67,5	73,8	-6,3	-8,5%	-0,88	0,382	
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	68	0,0	56,5	-56,5	-100,0%	-5,34	0,000	***
CNorg	68	19,4	48,2	-28,8	-59,8%	-0,86	0,395	
CNTot	68	19,4	104,7	-85,3	-81,5%	-4,33	0,000	***
CPmin	68	1,2	5,4	-4,2	-77,8%	-2,77	0,007	***
CPorg	68	11,6	31,9	-20,3	-63,6%	-0,86	0,392	
CPtot	68	12,9	37,3	-24,4	-65,4%	-1,80	0,076	*
CK	68	16,3	18,3	-2,0	-10,9%	-1,16	0,251	
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	43	0,0	108,1	-108,1	-100,0%	-7,95	0,000	***
CNorg	43	40,0	2,1	37,9	1804,8%	2,89	0,006	***
CNTot	43	40,1	110,1	-70,0	-63,6%	-4,79	0,000	***
CPmin	43	1,1	22,0	-20,9	-95,0%	-1,91	0,063	*
CPorg	43	11,4	2,0	9,4	470,0%	3,42	0,001	***
CPtot	43	12,5	24,0	-11,5	-47,9%	-0,72	0,479	
CK	43	30,0	17,8	12,2	68,5%	1,18	0,245	
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	58	0,0	59,3	-59,3	-100,0%	-4,40	0,000	***
CNorg	58	23,1	47,0	-23,9	-50,9%	-1,37	0,176	
CNTot	58	23,1	106,3	-83,2	-78,3%	-3,28	0,002	***
CPmin	58	0,9	16,6	-15,7	-94,6%	-2,23	0,030	**
CPorg	58	14,1	33,4	-19,3	-57,8%	-1,60	0,116	
CPtot	58	15,0	50,0	-35,0	-70,0%	-2,61	0,011	**
CK	58	33,4	48,4	-15,0	-31,0%	-0,64	0,525	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	127	0,0	67,9	-67,9	-100,0%	-8,42	0,000	***
CNorg	127	49,2	15,7	33,5	213,4%	2,27	0,025	**
CNTot	127	49,2	83,6	-34,4	-41,1%	-3,39	0,001	***
CPmin	127	1,1	9,8	-8,7	-88,8%	-2,39	0,018	**
CPorg	127	27,5	12,5	15,0	120,0%	1,58	0,116	
CPtot	127	28,7	22,3	6,4	28,7%	0,86	0,393	
CK	127	38,4	25,4	13,0	51,2%	0,36	0,719	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Nella tabella seguente sono riportate le stesse categorie di fertilizzanti utilizzate nella coltivazione di frumento tenero per i regimi integrato e convenzionale. Dai risultati emerge che generalmente non vi sono differenze statisticamente significative nell'impiego di fertilizzanti, fatta eccezione per l'impiego di azoto minerale nelle zone non vulnerabili, che risulta maggiore nell'integrato.

Tabella 35 - Fertilizzanti -Frumento tenero integrato

Frumento tenero	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	135	113,4	102,8	10,6	10,3%	0,90	0,368	
CNorg	135	10,1	28,3	-18,2	-64,3%	-1,91	0,058	*
CNTot	135	123,6	131,2	-7,6	-5,8%	-0,54	0,592	
CPmin	135	10,8	13,8	-3,0	-21,7%	-0,25	0,805	
CPorg	135	4,6	21,0	-16,4	-78,1%	-1,39	0,166	
CPtot	135	15,4	34,8	-19,4	-55,7%	-1,09	0,278	
CK	135	4,7	28,0	-23,3	-83,2%	-1,55	0,124	
Fertilizzanti - Montagna								
CNmin	7	53,5	84,5	-31,0	-36,7%	-0,63	0,554	
CNorg	7	0,1	11,5	-11,4	-99,1%	-2,18	0,072	*
CNTot	7	53,5	96,0	-42,5	-44,3%	-1,74	0,132	
CPmin	7	39,1	1,0	38,1	3810,0%	1,70	0,141	
CPorg	7	0,0	9,1	-9,1	-100,0%	-2,12	0,078	*
CPtot	7	39,1	10,1	29,0	287,1%	1,35	0,225	
CK	7	0,0	33,4	-33,4	-100,0%	-2,12	0,078	*
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	24	100,6	127,9	-27,3	-21,3%	-0,67	0,509	
CNorg	24	2,1	17,2	-15,1	-87,8%	-0,92	0,368	
CNTot	24	102,8	145,0	-42,2	-29,1%	-1,13	0,269	
CPmin	24	10,2	1,6	8,6	537,5%	2,07	0,050	*
CPorg	24	0,8	4,5	-3,7	-82,2%	-0,73	0,472	
CPtot	24	11,1	6,1	5,0	82,0%	0,77	0,451	
CK	24	5,1	14,0	-8,9	-63,6%	-0,60	0,554	
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	104	115,4	99,1	16,3	16,4%	1,35	0,180	
CNorg	104	10,9	30,5	-19,6	-64,3%	-1,52	0,132	
CNTot	104	126,4	129,7	-3,3	-2,5%	-0,22	0,826	
CPmin	104	10,4	16,1	-5,7	-35,4%	-1,27	0,207	
CPorg	104	5,0	24,0	-19,0	-79,2%	-1,11	0,268	
CPtot	104	15,4	40,0	-24,6	-61,5%	-1,66	0,100	
CK	104	4,7	30,2	-25,5	-84,4%	-1,02	0,312	
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	70	108,4	124,3	-15,9	-12,8%	-1,19	0,239	
CNorg	70	12,9	8,4	4,5	53,6%	1,40	0,167	
CNTot	70	121,2	132,7	-11,5	-8,7%	-1,78	0,080	*
CPmin	70	11,5	18,2	-6,7	-36,8%	-1,08	0,283	
CPorg	70	4,0	4,5	-0,5	-11,1%	-1,72	0,090	*
CPtot	70	15,5	22,6	-7,1	-31,4%	-1,97	0,053	*
CK	70	4,8	12,2	-7,4	-60,7%	-1,60	0,114	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	65	121,8	79,5	42,3	53,2%	2,59	0,012	**
CNorg	65	5,6	50,0	-44,4	-88,8%	-1,56	0,123	
CNTot	65	127,4	129,5	-2,1	-1,6%	-0,64	0,526	
CPmin	65	9,7	9,1	0,6	6,6%	1,37	0,176	
CPorg	65	5,6	38,9	-33,3	-85,6%	-0,97	0,336	
CPtot	65	15,3	48,0	-32,7	-68,1%	-0,29	0,773	
CK	65	4,6	45,2	-40,6	-89,8%	-0,91	0,366	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Nella tabella successiva sono riportati i dati relativi alle principali categorie di fitofarmaci utilizzati nella coltivazione di frumento tenero in biologico e convenzionale: acaricidi, insetticidi, fungicidi, erbicidi, anche classificati in base alla categoria di rischio:

- 1) prodotti a tossicità acuta elevata (GHS06), che possono rappresentare un pericolo per l'operatore se non vengono seguite con particolare attenzione le procedure di sicurezza richieste per la manipolazione di questi prodotti;
- 2) prodotti a tossicità moderata (GHS07) con possibili effetti ambientali nocivi, anche se relativamente limitati;
- 3) prodotti a tossicità cronica elevata (GHS08) e/o GHS08 ex R40 e R63, in cui il sottoinsieme GHS08 ex R40 e R63 identifica i prodotti a sospetta o comprovata cancerogenicità o teratogenicità;
- 4) prodotti con caratteristiche tossicologiche ed ambientali tali da non renderli pericolosi per gli operatori, i consumatori e l'ambiente (ALTRO NON GHS 06, 07, 08).

L'analisi del test parametrico mostra spesso un minore impiego di fitofarmaci nel regime biologico (soprattutto per le aree di collina e pianura) rispetto al controfattuale. L'assenza di impiego di fitofarmaci di sintesi all'interno del regime biologico giustifica un impiego maggiore di sostanze come il rame e altri prodotti consentiti dal Regolamento 834/2007.

Tabella 36 - Fitofarmaci - Frumento tenero biologico

Frumento tenero	Appezamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fitofarmaci								
Acaricidi	185	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-3,26	0,001	***
Insetticidi	185	0,000	0,040	-0,040	-100,0%	-3,25	0,001	***
Fungicidi	185	1,130	0,520	0,610	117,3%	1,85	0,067	*
Erbicidi	185	0,000	0,330	-0,330	-100,0%	-5,22	0,000	***
GHS06	136	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	136	0,700	0,780	-0,080	-10,3%	-0,19	0,854	
GHS08	136	0,000	0,090	-0,090	-100,0%	-4,10	0,000	***
GHS08 ex R40 e R63	136	0,000	0,470	-0,470	-100,0%	-3,42	0,001	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	136	0,460	0,130	0,330	253,8%	1,46	0,147	
RAME	136	0,450	0,116	0,334	287,9%	1,60	0,111	
Reg. 834	136	1,160	0,110	1,050	954,5%	1,97	0,051	*
Fitofarmaci - Montagna								
Acaricidi	74	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Insetticidi	74	0,000	0,023	-0,023	-100,0%	-1,00	0,321	
Fungicidi	74	0,430	0,286	0,144	50,3%	1,41	0,164	
Erbicidi	74	0,000	0,040	-0,040	-100,0%	-1,51	0,135	
GHS06	54	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	54	0,000	0,050	-0,050	-100,0%	-1,00	0,322	
GHS08	54	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS08 ex R40 e R63	54	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	54	0,540	0,728	-0,188	-25,8%	-1,36	0,173	
RAME	54	0,536	0,815	-0,279	-34,2%	-1,12	0,226	
Reg. 834	54	0,264	0,337	-0,073	-21,7%	-1,28	0,186	
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	68	0,000	0,002	-0,002	-100,0%	-1,00	0,321	
Insetticidi	68	0,000	0,006	-0,006	-100,0%	-1,00	0,321	
Fungicidi	68	0,020	0,040	-0,020	-50,0%	-0,87	0,388	
Erbicidi	68	0,000	0,100	-0,100	-100,0%	-2,92	0,005	***
GHS06	52	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	52	0,020	0,030	-0,010	-33,3%	-0,59	0,555	
GHS08	52	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-2,29	0,027	**
GHS08 ex R40 e R63	52	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-2,33	0,024	**
ALTRO NON GHS 06,07,08	52	0,000	0,090	-0,090	-100,0%	-2,03	0,048	**

Frumento tenero	Appezzeamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
RAME	52	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	52	0,020	0,010	0,010	100,0%	-0,01	0,990	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	43	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-3,38	0,002	***
Insetticidi	43	0,010	0,110	-0,100	-90,9%	-3,35	0,002	***
Fungicidi	43	3,650	1,320	2,330	176,5%	1,86	0,070	*
Erbicidi	43	0,000	0,720	-0,720	-100,0%	-4,72	0,000	***
GHS06	30	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	30	2,780	1,950	0,830	42,6%	0,02	0,981	
GHS08	30	0,000	0,230	-0,230	-100,0%	-3,89	0,001	***
GHS08 ex R40 e R63	30	0,000	1,200	-1,200	-100,0%	-3,68	0,001	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	30	1,060	0,250	0,810	324,0%	1,26	0,217	
RAME	30	1,060	0,481	0,579	120,4%	2,48	0,019	**
Reg. 834	30	3,840	0,210	3,630	1728,6%	2,17	0,039	**

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Dall'analisi sull'impiego di fitofarmaci per il regime integrato emerge, invece, che quest'ultimo non presenta sostanziali differenze rispetto al sistema controfattuale. L'ammontare degli input nel regime integrato risulta lievemente inferiore se consideriamo la categoria degli insetticidi, al contrario se consideriamo quella degli acaricidi (cfr. tabella successiva).

Tabella 37 - Fitofarmaci -Frumento tenero integrato

Frumento tenero	Appezzeamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fitofarmaci								
Acaricidi	135	0,020	0,010	0,010	100,0%	4,79	0,000	**
Insetticidi	135	0,020	0,040	-0,020	-50,0%	0,00	0,000	**
Fungicidi	135	0,970	0,510	0,460	90,2%	0,00	0,173	
Erbicidi	135	0,470	0,200	0,270	135,0%	0,00	0,242	
GHS06	94	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	94	0,950	0,640	0,310	48,4%	0,00	0,202	
GHS08	94	0,160	0,130	0,030	23,1%	0,00	0,369	
GHS08 ex R40 e R63	94	0,480	0,370	0,110	29,7%	0,00	0,134	
ALTRO NON GHS 06,07,08	94	0,470	0,140	0,330	235,7%	0,00	0,056	*
RAME	94	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	94	0,270	0,920	-0,650	-70,7%	0,00	0,246	
Fitofarmaci - Montagna								
Acaricidi	7	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Insetticidi	7	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Fungicidi	7	0,000	0,090	-0,090	-100,0%	0,00	0,356	
Erbicidi	7	0,170	0,030	0,140	466,7%	0,00	0,381	
GHS06	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS08	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS08 ex R40 e R63	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
RAME	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	5	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	24	0,000	0,000	0,000	-	0,00	0,328	
Insetticidi	24	0,010	0,010	0,000	0,0%	0,00	0,919	
Fungicidi	24	0,160	0,610	-0,450	-73,8%	0,00	0,321	
Erbicidi	24	0,690	0,220	0,470	213,6%	0,00	0,273	

Frumento tenero	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
GHS06	17	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	17	0,100	0,570	-0,470	-82,5%	0,00	0,203	
GHS08	17	0,110	0,020	0,090	450,0%	0,00	0,134	
GHS08 ex R40 e R63	17	0,070	0,500	-0,430	-86,0%	0,00	0,362	
ALTRO NON GHS 06,07,08	17	0,820	0,130	0,690	530,8%	0,00	0,300	
RAME	17	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	17	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	104	0,020	0,010	0,010	100,0%	0,00	0,000	***
Insetticidi	104	0,020	0,050	-0,030	-60,0%	0,00	0,000	***
Fungicidi	104	1,050	0,500	0,550	110,0%	0,00	0,128	
Erbicidi	104	0,460	0,200	0,260	130,0%	0,00	0,768	
GHS06	72	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	72	1,060	0,660	0,400	60,6%	0,00	0,164	
GHS08	72	0,170	0,150	0,020	13,3%	0,00	0,569	
GHS08 ex R40 e R63	72	0,540	0,360	0,180	50,0%	0,00	0,074	*
ALTRO NON GHS 06,07,08	72	0,430	0,140	0,290	207,1%	0,00	0,093	*
RAME	72	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	72	0,300	0,098	0,202	206,1%	0,00	0,246	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Energia, carburante e potenza trattrice

Nella tabella seguente sono riportati i consumi di energia e carburante, nonché la potenza delle trattrici impiegate nella coltivazione di frumento tenero in regime biologico e convenzionale. Dai risultati emerge che il regime biologico prevede un maggior consumo di energia, ma meno di carburante. In relazione ai dati sulla potenza della trattrice, non si registrano valori di p-value statisticamente significativi; tuttavia, in termini assoluti, valori più bassi emergono per il regime biologico.

Tabella 38 - Energia, carburante e potenza trattrice - Frumento tenero biologico

Frumento tenero	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.	t	p-value	Sign.
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia – Totale	185	251,1	52,1	199,0	381,9%	2,98	0,004	***
Energia – Montagna	74	668,6	98,5	570,1	578,5%	2,29	0,027	**
Energia – Collina	68	57,1	33,7	23,3	69,3%	1,42	0,164	
Energia – Pianura	43	27,6	24,1	3,5	14,6%	1,47	0,146	
Energia – Zone vulnerabili	58	113,2	40,6	72,6	178,6%	2,66	0,008	***
Energia – Zone non vulnerabili	127	389,0	63,6	325,4	511,7%	2,29	0,010	***
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante – Totale	185	66,5	74,1	-7,6	-10,3%	-1,69	0,094	*
Carburante – Montagna	74	54,0	60,5	-6,6	-10,9%	-2,15	0,036	**
Carburante – Collina	68	76,1	85,4	-9,3	-10,9%	2,17	0,032	**
Carburante Pianura	43	69,4	76,3	-6,9	-9,1%	-2,30	0,027	**
Carburante – Zone vulnerabili	58	68,7	76,8	-8,2	-10,6%	-2,33	0,025	**
Carburante – Zone non vulnerabili	127	64,3	71,4	-7,1	-9,9%	-2,13	0,035	**
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	185	243,1	254,0	-10,9	-4,3%	-0,78	0,436	
Potenza trattrice - Montagna	74	217,0	218,6	-1,5	-0,7%	-2,60	0,012	
Potenza trattrice - Collina	68	234,7	261,7	-27,0	-10,3%	1,82	0,072	*
Potenza trattrice - Pianura	43	277,5	281,6	-4,1	-1,4%	0,17	0,869	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	58	245,4	258,3	-12,9	-5,0%	0,08	0,934	

Frumento tenero	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	127	240,8	249,7	-8,8	-3,5%	-1,21	0,227	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Dai risultati presentati nella tabella successiva emerge che il regime integrato richiede maggiori impieghi di energia (soprattutto in montagna), ma meno di carburante (soprattutto in collina e nelle zone vulnerabili).

Tabella 39 - Energia, carburante e potenza trattrice – Frumento tenero integrato

Frumento tenero	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kW ha ⁻¹	kW ha ⁻¹	kW ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	135	80,6	38,5	42,1	109,3%	3,23	0,002	***
Energia - Montagna	7	114,2	60,3	53,9	89,4%	2,14	0,037	**
Energia - Collina	24	71,8	38,4	33,5	87,3%	0,67	0,606	
Energia - Pianura	104	55,7	16,8	38,9	231,1%	1,32	0,191	
Energia - Zone vulnerabili	70	76,2	42,8	33,4	77,9%	2,13	0,031	**
Energia - Zone non vulnerabili	65	85,0	34,2	50,8	148,7%	2,19	0,030	**
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	135	69,6	87,9	-18,3	-20,8%	-1,32	0,190	
Carburante - Montagna	7	56,9	75,8	-18,9	-25,0%	-0,89	0,393	
Carburante - Collina	24	79,5	99,5	-20,0	-20,1%	-2,10	0,043	**
Carburante Pianura	104	72,5	88,2	-15,7	-17,8%	-1,45	0,149	
Carburante - Zone vulnerabili	70	79,8	100,7	4,8	4,7%	2,70	0,009	***
Carburante - Zone non vulnerabili	65	59,4	75,0	-41,3	-55,0%	-1,62	0,110	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice -Totale	135	271,3	274,4	-3,0	-1,1%	-1,45	0,149	
Potenza trattrice - Montagna	7	261,0	261,6	-0,6	-0,2%	0,47	0,656	
Potenza trattrice - Collina	24	270,2	272,4	-2,3	-0,8%	-0,37	0,713	
Potenza trattrice - Pianura	104	282,9	289,3	-6,4	-2,2%	-1,01	0,312	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	70	237,2	285,6	-48,5	-17,0%	-0,90	0,369	
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	65	305,5	263,1	42,4	16,1%	0,50	0,621	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Analisi di impatto e interpretazione

Relativamente all'analisi della CFP, i risultati mostrati nella tabella seguente evidenziano una performance migliore in termini di impronta carbonica nel regime biologico rispetto al controfattuale, considerando sia l'unità funzionale dell'unità di prodotto, sia l'unità di superficie. Infatti, la significatività statistica all'1% conferma questo risultato per quasi tutte le stime, ad eccezione della zona montana, dove la differenza tra biologico e convenzionale è piuttosto ridotta (2,2%), cosicché il relativo t-test non evidenzia una differenza statisticamente significativa.

Tabella 40 - Carbon footprint -Frumento tenero biologico

Frumento tenero	Aspezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	185	0,0762	0,1311	-0,05	-41,9%	-7,11	0,000	***
GHG - Montagna	74	0,0483	0,0821	-0,03	-41,2%	-3,83	0,000	***
GHG - Collina	68	0,0828	0,1378	-0,05	-39,9%	-2,89	0,004	***
GHG - Pianura	43	0,0973	0,1732	-0,08	-43,8%	-3,03	0,003	***
GHG - Zone vulnerabili	58	0,0869	0,1570	-0,07	-44,7%	-3,23	0,002	***
GHG - Zone non vulnerabili	127	0,0654	0,1051	-0,04	-37,8%	-5,21	0,000	***
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	185	366,67	647,12	-280,45	-43,3%	-2,97	0,004	***
GHG - Montagna	74	191,14	195,35	-4,21	-2,2%	-1,46	0,147	
GHG - Collina	68	374,86	552,43	-177,57	-32,1%	-4,14	0,000	***
GHG - Pianura	43	650,95	1872,69	-1221,73	-65,2%	-5,23	0,000	***
GHG - Zone vulnerabili	58	318,10	880,71	-562,61	-63,9%	-4,74	0,000	***
GHG - Zone non vulnerabili	127	347,63	489,18	-141,55	-28,9%	-3,89	0,001	***

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in biologico < CFP controfattuale; Rosso: CFP in biologico > CFP controfattuale

L'analisi ha permesso inoltre di identificare il peso di ciascuna operazione colturale nel calcolo complessivo dell'impronta carbonica. In particolare, i valori di CFP (per unità di superficie) sono stati calcolati tenendo conto di come questi si distribuiscono in termini percentuali tra le diverse operazioni colturali. Nella tabella successiva sono riportate tali stime, considerando le operazioni di meccanizzazione, fertilizzazione e impiego di fitofarmaci. I risultati evidenziano che il sistema biologico genera un impatto più contenuto rispetto allo scenario controfattuale. Come previsto, la componente dell'impianto e della successiva gestione incide in misura prevalente sulla relativa CFP.

Tabella 41 - Incidenza delle operazioni colturali - Frumento tenero biologico

Frumento tenero	Biologico (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Biologico (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	319,15	87,04%	474,47	73,32%
Meccanizzazione impianto e gestione	265,21	83,10%	352,44	74,28%
Meccanizzazione raccolta	53,94	16,90%	122,03	25,72%
Fertilizzazione	40,15	10,95%	152,79	23,61%
Fertilizzazione uso macchine	7,76	19,33%	5,52	3,61%
Fertilizzazione chimica	0,00	0,00%	133,12	87,13%
Fertilizzazione organica	32,39	80,67%	14,15	9,26%
Impiego fitofarmaci	7,37	2,01%	19,87	3,07%
Impiego fitofarmaci uso macchine	5,45	73,90%	13,33	67,12%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,00%	0,24	1,20%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	1,92	26,10%	3,83	19,28%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,00	0,00%	0,48	2,40%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	0,00	0,00%	1,99	10,00%

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

Le figure seguenti riportano il valore medio di CFP stimato per fase oggetto di studio sia per unità di superficie che per unità di prodotto nel regime biologico.

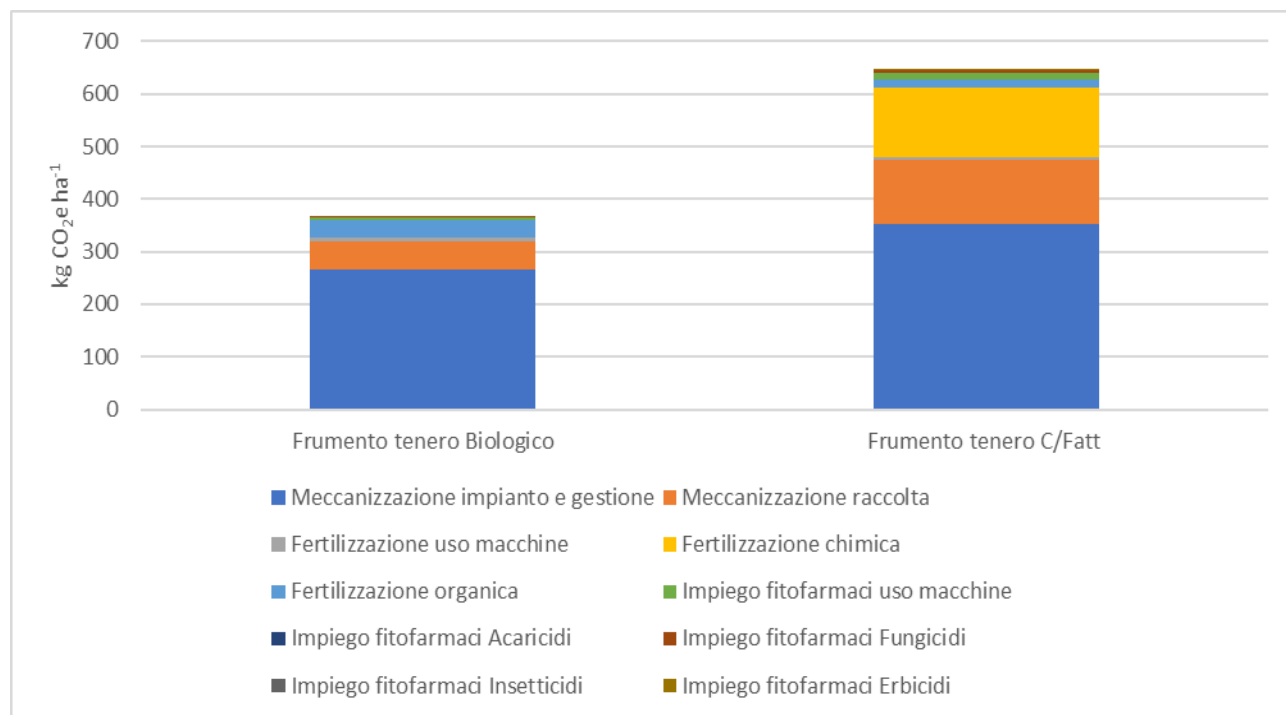


Figura 29 - Valore CFP stimato (valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

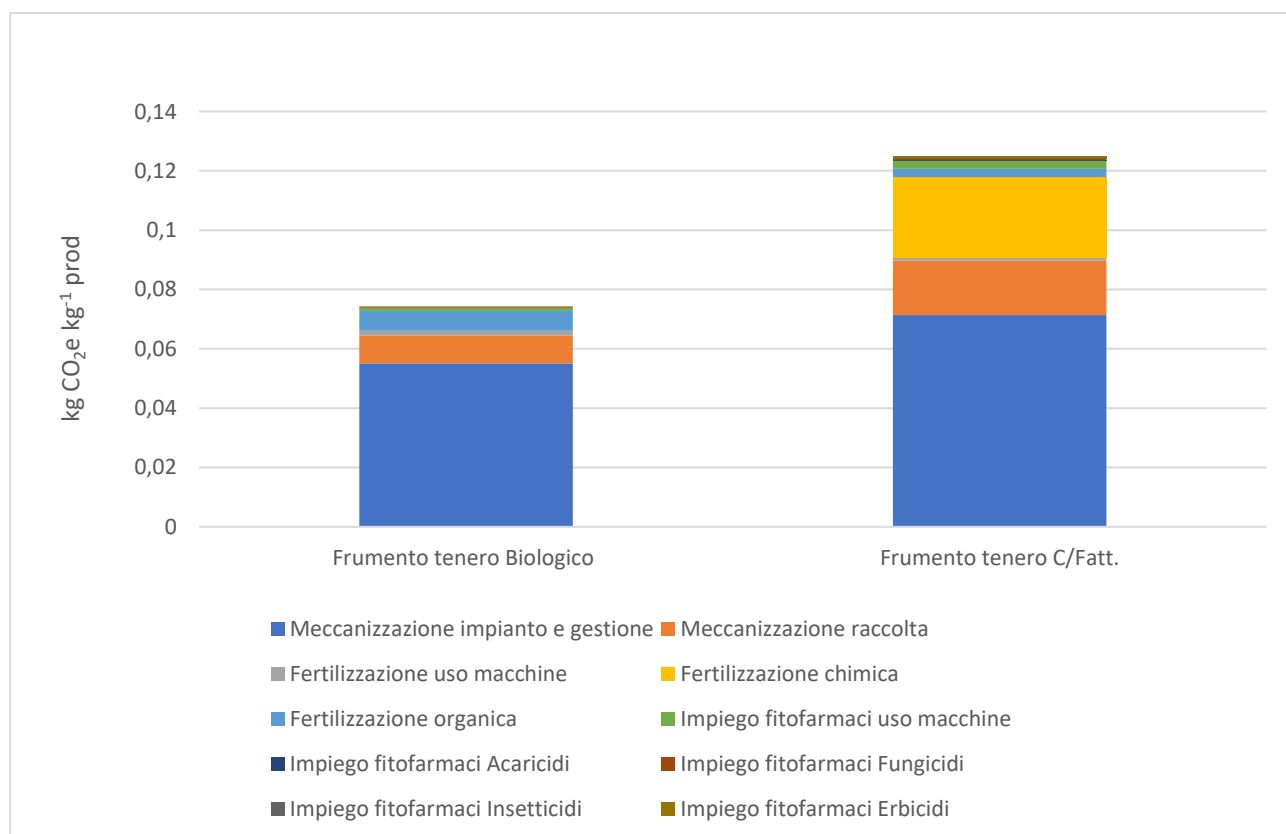


Figura 30 - Valore CFP stimato per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Per quanto riguarda il confronto tra il regime integrato e controfattuale, i risultati in Tabella 42 evidenziano una performance migliore per l'integrato, considerando sia la CFP per unità di prodotto che di superficie.

Tabella 42 - Carbon footprint -Frumento tenero integrato

Frumento tenero	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	185	0,0911	0,1440	-0,05	-36,8%	-6,44	0,000	***
GHG - Montagna	74	0,0547	0,0967	-0,04	-43,4%	-4,39	0,000	***
GHG - Collina	68	0,1012	0,1390	-0,04	-27,2%	-2,69	0,008	***
GHG - Pianura	43	0,1172	0,1962	-0,08	-40,3%	-2,79	0,006	***
GHG - Zone vulnerabili	58	0,1019	0,1717	-0,07	-40,6%	-3,45	0,001	***
GHG - Zone non vulnerabili	127	0,0803	0,1164	-0,04	-31,0%	-4,40	0,000	***
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	185	879,69	1475,96	-596,27	-40,4%	-3,38	0,001	***
GHG - Montagna	74	112,09	190,71	-78,63	-41,2%	-2,69	0,008	***
GHG - Collina	68	331,76	882,46	-550,70	-62,4%	-2,79	0,006	***
GHG - Pianura	43	1390,96	2296,95	-905,99	-39,4%	-3,45	0,001	***
GHG - Zone vulnerabili	58	1135,54	1883,02	-747,49	-39,7%	-3,59	0,001	***
GHG - Zone non vulnerabili	127	642,34	1107,33	-464,99	-42,0%	-3,29	0,008	***

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in integrato < CFP controfattuale; Rosso: CFP in integrato > CFP controfattuale

Dai risultati in tabella seguente emerge che anche per il regime integrato l'incidenza maggiore (in termini di CFP) è ricoperta dalla fase di meccanizzazione di impianto e gestione.

Tabella 43 - Incidenza operazioni colturali - Frumento tenero integrato

Frumento tenero	Integrato (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Integrato (%)	C/Fatt, (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt, (%)
Meccanizzazione	518,32	58,92%	784,03	53,12%
Meccanizzazione impianto e gestione	454,30	87,65%	636,08	81,13%
Meccanizzazione raccolta	64,01	12,35%	147,95	18,87%
Fertilizzazione	335,25	38,11%	637,03	43,16%
Fertilizzazione uso macchine	27,46	8,19%	23,00	3,61%
Fertilizzazione chimica	302,26	90,16%	613,39	96,29%
Fertilizzazione organica	5,53	1,65%	0,64	0,10%
Impiego fitofarmaci	26,13	2,97%	54,91	3,72%
Impiego fitofarmaci uso macchine	14,72	56,33%	22,41	40,82%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	1,41	5,38%	1,20	2,18%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	5,68	21,75%	15,31	27,88%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,80	3,08%	4,19	7,63%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	3,52	13,46%	11,80	21,49%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La seguente figura riporta il valore medio di CFP stimato nel regime biologico per unità di superficie, mentre la Figura 32 riporta invece i valori CFP per unità di prodotto.

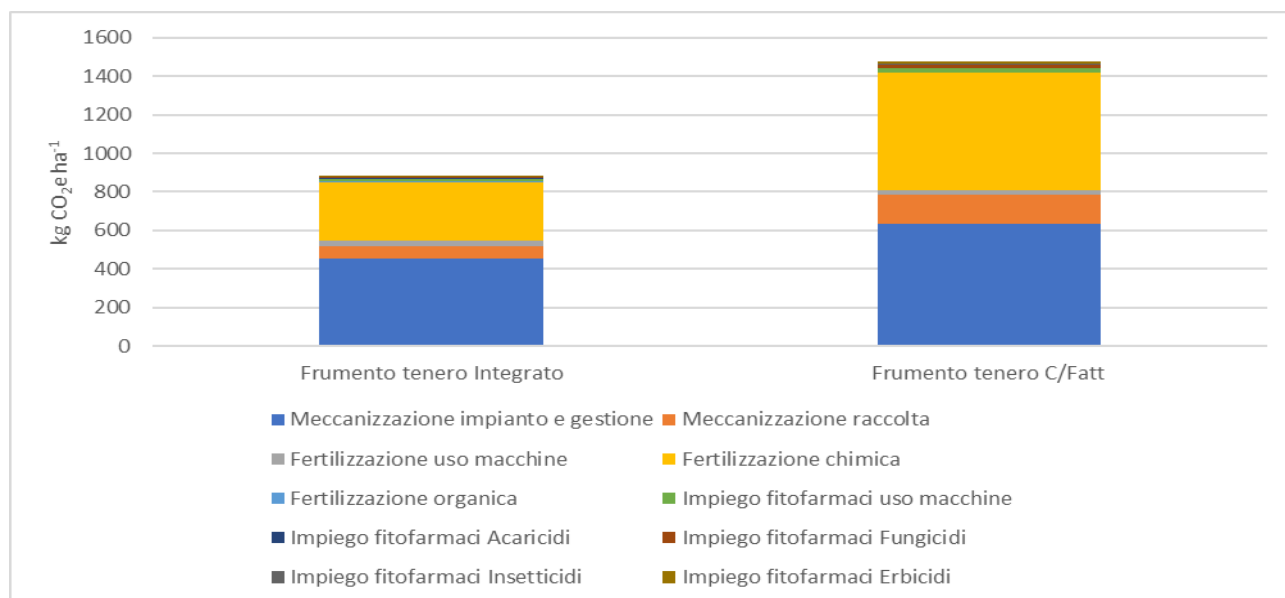


Figura 31 - Valore assoluto di CFP stimato (il valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

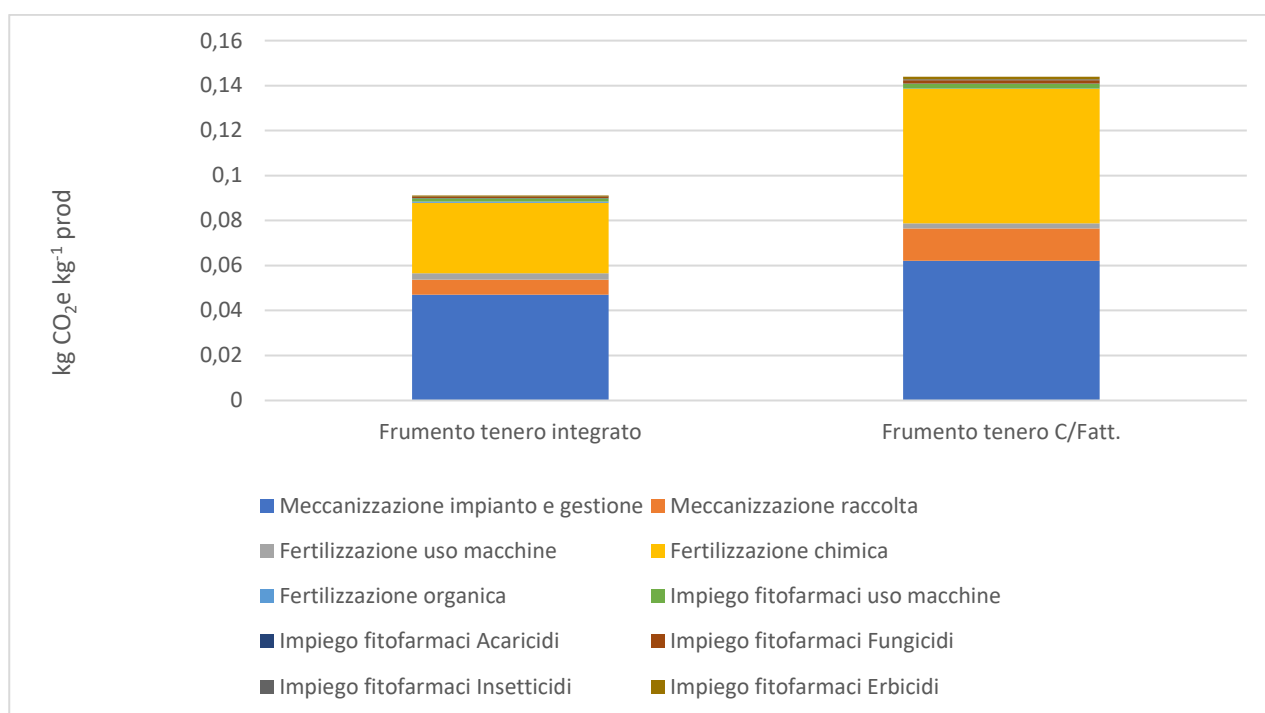


Figura 32 - Valore CFP stimato per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

L'analisi mostra che, per il frumento tenero, la CFP risulta inferiore sia nei sistemi biologici sia in quelli a produzione integrata rispetto allo scenario controfattuale convenzionale. Il divario è più marcato nel caso della conduzione biologica. Le prestazioni ambientali si rivelano particolarmente favorevoli quando la CFP è espressa per unità di superficie.

6.3.3 Erba medica

Unità funzionale e confini del sistema

L'indagine ha esaminato la produzione dell'erba medica in Emilia-Romagna, comprendendo le fasi di coltivazione e di raccolta; di conseguenza, il sistema in studio abbraccia tutti i flussi di materia ed energia connessi alla produzione primaria dell'erba medica, "from cradle to farm gate". L'impatto ambientale è stato quantificato mediante l'indicatore GWP 100a e sono state individuate due distinte unità funzionali:

- unità di prodotto (kg CO₂e kg⁻¹ prod.);
- unità di superficie coltivata (kg CO₂e ha⁻¹).

Nella figura seguente si riportano i flussi del processo produttivo dell'erba medica nell'ambito dei confini del sistema considerato.

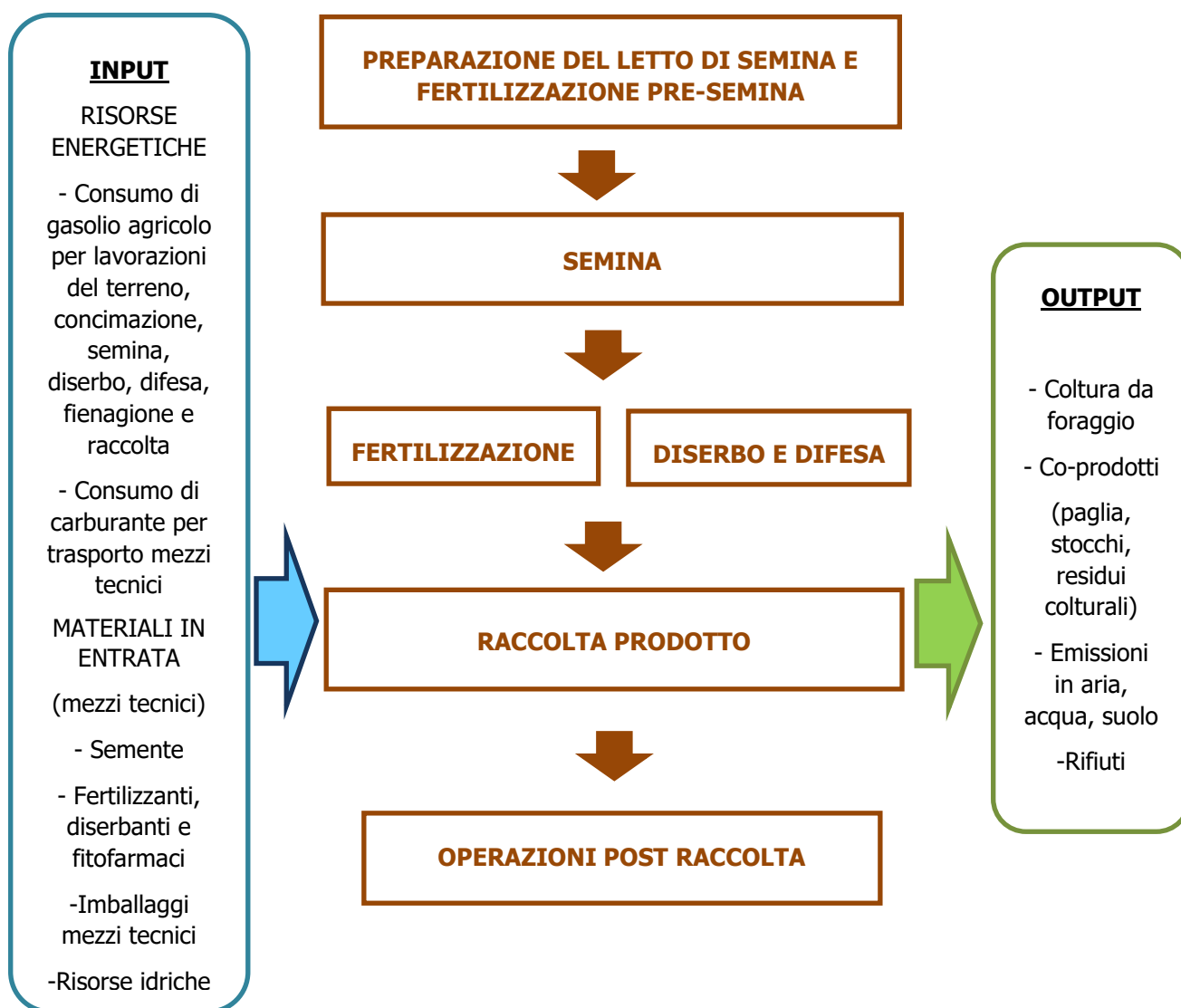


Figura 33 - Flow chart del processo produttivo relativo alle colture foraggere annuali (es. erba medica)

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

I dati raccolti sono riportati nella Tabella 44.

Tabella 44 - Dati raccolti - Erba medica

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono presentati i dati di inventario impiegati per il regime biologico e per il relativo scenario controfattuale, raggruppati per macrocategoria di input. Su tali dati è stata condotta una prima analisi statistica mediante t-test, volta a individuare le caratteristiche e le differenze tra i due regimi, ossia a determinare se le medie osservate nel sistema fattuale si discostino in modo statisticamente significativo da quelle del controfattuale. Il t-test consente infatti di confrontare le medie di due gruppi sotto l'ipotesi di normalità dei dati.

Impiego di fertilizzanti

Seguendo la lettura delle tabelle precedenti, dai valori riportati in Tabella 45 si osserva che, per la coltivazione dell'erba medica, il regime biologico tende generalmente a performare meglio per quanto riguarda l'impiego di fertilizzanti rispetto al controfattuale, soprattutto nelle situazioni evidenziate, dove i quantitativi impiegati nel biologico risultano significativamente inferiori. Le differenze positive a favore del biologico sono riscontrabili soprattutto nelle aree di collina e montagna.

Tabella 45 - Fertilizzanti -Erba medica biologico

Erba medica	Appezzamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	219	0,0	5,4	-5,4	-100,0%	-3,74	0,000	***
CNorg	219	22,7	15,1	7,6	50,3%	0,02	0,986	
CNTot	219	22,7	20,5	2,2	10,7%	1,27	0,205	
CPmin	219	0,4	2,9	-2,5	-86,2%	-2,94	0,004	***
CPorg	219	15,7	9,9	5,8	58,6%	0,24	0,813	
CPtot	219	16,2	12,8	3,4	26,6%	1,28	0,202	
CK	219	26,9	18,4	8,5	46,2%	0,52	0,606	
Fertilizzanti - Montagna								
CNmin	108	0,0	2,0	-2,0	-100,0%	-2,24	0,027	**
CNorg	108	31,8	10,2	21,6	211,8%	0,19	0,849	
CNTot	108	31,8	12,2	19,6	160,7%	0,17	0,864	
CPmin	108	0,5	2,4	-1,9	-79,2%	-2,03	0,045	**
CPorg	108	21,3	7,5	13,8	184,0%	0,26	0,799	
CPtot	108	21,8	9,8	12,0	122,4%	0,82	0,415	
CK	108	38,1	14,3	23,8	166,4%	0,58	0,563	
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	76	0,0	13,2	-13,2	-100,0%	-3,23	0,002	***
CNorg	76	9,7	28,9	-19,2	-66,4%	-0,87	0,388	
CNTot	76	9,7	42,2	-32,5	-77,0%	-2,46	0,016	**
CPmin	76	0,2	4,4	-4,2	-95,5%	-2,33	0,022	**
CPorg	76	8,1	17,8	-9,7	-54,5%	-0,50	0,621	
CPtot	76	8,4	22,2	-13,8	-62,2%	-1,61	0,112	
CK	76	10,8	31,5	-20,7	-65,7%	-0,46	0,649	
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	35	0,1	0,1	0,0	-28,6%	0,74	0,466	
CNorg	35	5,5	3,1	2,4	77,4%	1,87	0,070	*
CNTot	35	5,5	2,6	2,9	111,5%	1,89	0,068	*
CPmin	35	1,4	1,3	0,1	7,7%	0,84	0,409	
CPorg	35	3,0	1,6	1,4	87,5%	1,84	0,075	*
CPtot	35	4,3	1,3	3,0	230,8%	1,74	0,092	*
CK	35	6,7	1,7	5,0	294,1%	1,70	0,099	*
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	51	0,0	2,6	-2,6	-100,0%	-1,73	0,090	*
CNorg	51	19,1	20,9	-1,8	-8,6%	-0,81	0,423	
CNTot	51	19,1	23,5	-4,4	-18,7%	-1,16	0,251	
CPmin	51	0,8	7,5	-6,7	-89,3%	-1,97	0,055	*
CPorg	51	11,7	13,6	-1,9	-14,0%	-0,82	0,418	
CPtot	51	12,5	21,1	-8,6	-40,8%	-2,14	0,037	**
CK	51	24,7	32,9	-8,2	-24,9%	-0,62	0,536	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	168	0,0	6,0	-6,0	-100,0%	-3,38	0,001	***
CNorg	168	23,6	13,8	9,8	71,0%	0,49	0,623	
CNTot	168	23,6	19,8	3,8	19,2%	0,81	0,417	
CPmin	168	0,3	1,9	-1,6	-84,2%	-2,38	0,018	**
CPorg	168	16,8	9,1	7,7	84,6%	0,69	0,489	
CPtot	168	17,1	11,0	6,1	55,5%	0,14	0,886	
CK	168	27,5	15,2	12,3	80,9%	0,17	0,863	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Nella tabella successiva sono riportati i dati relativi alle principali categorie di fitofarmaci utilizzati nella coltivazione di erba medica in biologico e convenzionale. L'analisi conferma che il regime biologico prevede un minore uso di tali input tecnici rispetto al controfattuale in termini generali e soprattutto nelle aree montagna.

Tabella 46 - Fitofarmaci - Erba medica biologico

Erba medica	Appezamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fitofarmaci-Totale								
Acaricidi	219	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-2,27	0,024	**
Insetticidi	219	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,84	0,068	*
Fungicidi	219	0,060	0,010	0,050	500,0%	1,01	0,312	
Erbicidi	219	0,000	0,080	-0,080	-100,0%	-2,69	0,008	***
GHS06	156	0,000	0,090	-0,090	-100,0%	-2,25	0,026	**
GHS07	156	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,08	0,282	
GHS08	156	0,000	0,090	-0,090	-100,0%	-2,28	0,024	**
GHS08 ex R40 e R63	156	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	156	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,67	0,097	*
RAME	156	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,00	0,319	
Reg. 834	156	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,00	0,319	
Fitofarmaci - Montagna								
Acaricidi	108	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,00	0,320	
Insetticidi	108	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,13	0,263	
Fungicidi	108	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,00	0,320	
Erbicidi	108	0,000	0,130	-0,130	-100,0%	-2,79	0,006	***
GHS06	81	0,000	0,160	-0,160	-100,0%	-2,02	0,047	**
GHS07	81	0,000	0,030	-0,030	-100,0%	-1,00	0,320	
GHS08	81	0,000	0,160	-0,160	-100,0%	-2,02	0,047	**
GHS08 ex R40 e R63	81	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	81	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,00	0,320	
RAME	81	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,00	0,320	
R834	81	0,000	0,030	-0,030	-100,0%	-1,00	0,320	
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	76	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,00	0,321	
Insetticidi	76	0,000	0,040	-0,040	-100,0%	-1,00	0,321	
Fungicidi	76	0,060	0,010	0,050	500,0%	1,00	0,321	
Erbicidi	76	0,000	0,030	-0,030	-100,0%	-1,32	0,192	
GHS06	53	0,000	0,060	-0,060	-100,0%	1,00	0,322	
GHS07	53	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,00	0,322	
GHS08	53	0,000	0,030	-0,030	-100,0%	-1,00	0,322	
GHS08 ex R40 e R63	53	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	53	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,03	0,308	
RAME	53	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	53	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	35	0,000	0,030	-0,030	-100,0%	-2,01	0,053	*
Insetticidi	35	0,000	0,050	-0,050	-100,0%	-2,02	0,051	*
Fungicidi	35	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	0,00	1,000	
Erbicidi	35	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,62	0,115	
GHS06	22	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
GHS07	22	0,000	0,010	-0,010	-100,0%	-1,89	0,073	*
GHS08	22	0,000	0,070	-0,070	-100,0%	-1,00	0,329	
GHS08 ex R40 e R63	22	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
ALTRO NON GHS 06,07,08	22	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-1,65	0,114	
RAME	22	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	22	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Energia, carburante e potenza trattrice

Nella tabella sono riportati i consumi di energia e carburante nella coltivazione dell'erba medica in regime biologico e convenzionale. Si osserva che il regime biologico prevede generalmente un minor consumo di energia e carburante, nonché l'uso di trattrici di minore potenza.

Tabella 47 - Energia, carburante e potenza trattrice – Erba medica biologico

Erba medica	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	219	47,7	65,5	-17,80	-27,2%	-2,39	0,021	**
Energia - Montagna	108	78,3	60,2	18,06	30,0%	0,93	-0,487	
Energia - Collina	76	35,4	32,1	3,39	10,6%	0,63	0,533	
Energia - Pianura	35	29,4	104,3	-74,86	-71,8%	-1,37	0,203	
Energia - Zone vulnerabili	51	61,3	77,2	-15,91	-20,6%	-2,11	0,051	*
Energia - Zone non vulnerabili	168	34,1	53,8	-19,69	-36,6%	-0,38	0,706	
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	219	146,2	151,6	-5,31	-3,5%	-2,23	0,041	**
Carburante - Montagna	108	122,4	120,7	1,63	1,4%	0,69	0,515	
Carburante - Collina	76	155,2	157,0	-1,82	-1,2%	-0,56	0,588	
Carburante Pianura	35	161,2	176,9	-15,75	-8,9%	-2,38	0,019	**
Carburante - Zone vulnerabili	51	156,3	163,5	-7,20	-4,4%	-3,45	0,001	***
Carburante - Zone non vulnerabili	168	136,2	139,6	-3,41	-2,4%	-1,16	0,320	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	219	196,4	217,4	-21,07	-9,7%	-2,68	0,011	**
Potenza trattrice - Montagna	108	133,2	149,6	-16,36	-10,9%	-2,18	0,042	**
Potenza trattrice - Collina	76	188,5	153,2	35,28	23,0%	2,01	0,053	*
Potenza trattrice - Pianura	35	267,4	259,2	8,23	3,2%	1,62	0,115	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	51	206,1	178,8	27,31	15,3%	1,38	0,188	
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	168	186,6	155,8	30,78	19,8%	1,03	0,302	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Analisi di impatto e interpretazione

Secondo i risultati riportati nella tabella successiva, la CFP dell'erba medica coltivata in regime biologico risulta maggiore di quella del controfattuale quando è espressa per unità di prodotto, ma risulta inferiore se riferita all'ettaro, in quanto le rese per superficie sono inferiori.

Tabella 48 - Carbon footprint -Erba medica biologico

Erba medica	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	219	0,0946	0,0718	0,0228	31,8%	3,38	0,001	***
GHG - Montagna	108	0,1138	0,1117	0,0021	1,9%	0,66	0,514	
GHG - Collina	76	0,0939	0,0709	0,0230	32,4%	2,27	0,024	**
GHG - Pianura	35	0,0760	0,0528	0,0232	43,9%	2,31	0,022	**
GHG - Zone vulnerabili	51	0,0851	0,0624	0,0227	36,4%	2,36	0,020	**
GHG - Zone non vulnerabili	168	0,1040	0,0811	0,0229	28,2%	0,64	0,539	
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	219	530,59	600,24	-69,64	-11,6%	-2,29	0,021	**
GHG - Montagna	108	601,33	722,77	-121,44	-16,8%	1,19	0,247	
GHG - Collina	76	505,77	544,51	-38,74	-7,1%	-2,34	0,020	**
GHG - Pianura	35	434,72	477,11	-42,39	-8,9%	-2,14	0,037	**
GHG - Zone vulnerabili	51	536,02	598,00	-61,99	-10,4%	-2,83	0,005	***
GHG - Zone non vulnerabili	168	585,29	524,67	60,61	11,6%	1,13	0,263	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in biologico < CFP controfattuale; Rosso: CFP in biologico > CFP controfattuale

Nella tabella successiva sono riportate le stime relative alle operazioni colturali. Dall'analisi emerge che l'incidenza maggiore sul valore totale di CFP per unità di superficie è rappresentata dalla fase di raccolta, date le numerose operazioni di sfalcio previste.

Tabella 49 - Incidenza delle operazioni colturali- Erba medica biologico

Erba medica	Biologico (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Biologico (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	490,96	92,5%	532,47	88,7%
Meccanizzazione impianto e gestione	89,55	18,2%	100,96	19,0%
Meccanizzazione raccolta	401,41	81,8%	431,51	81,0%
Fertilizzazione	39,64	7,5%	37,45	6,2%
Fertilizzazione uso macchine	19,07	48,1%	10,18	27,2%
Fertilizzazione chimica	0,00	0,0%	17,25	46,1%
Fertilizzazione organica	20,56	51,9%	10,03	26,8%
Impiego fitofarmaci	0,00	0,0%	30,31	5,1%
Impiego fitofarmaci uso macchine	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,0%	6,46	21,3%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	0,00	0,0%	23,86	78,7%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La Figura 34 presenta la CarbonFootprint per superficie, disaggregata per ciascuna operazione colturale, mentre la Figura 35 ne mostra la ripartizione per unità di prodotto. Nel complesso, questi risultati indicano che il sistema biologico ottiene prestazioni ambientali generalmente superiori rispetto al corrispondente scenario controfattuale.

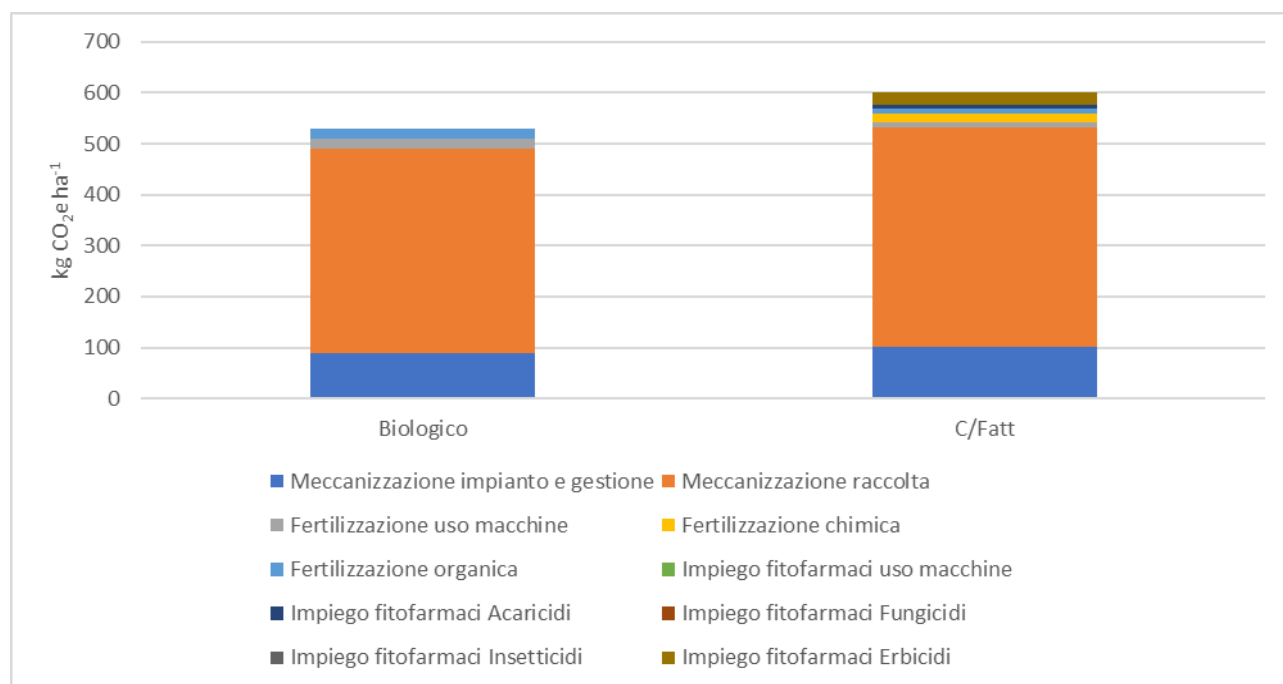


Figura 34 - Valore assoluto CFP stimato (Valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

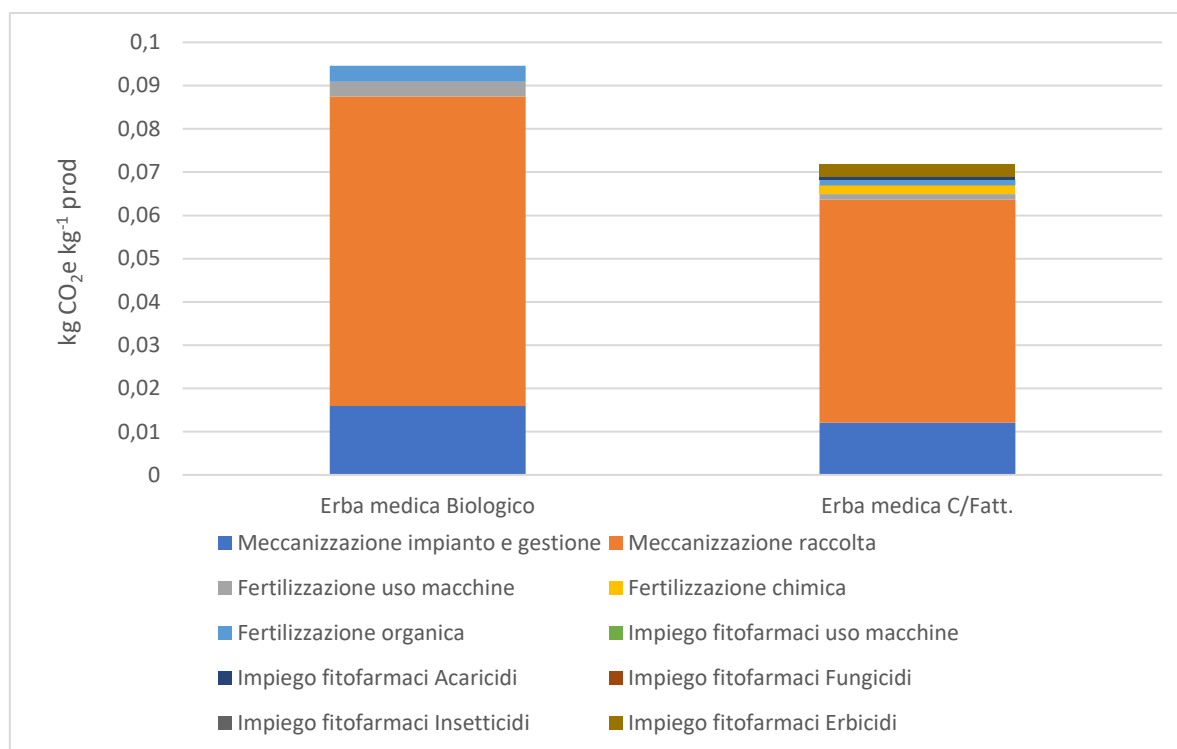


Figura 35 - Valori percentuali CFP stimato per unità di prodotto
Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.3.4 Mais

Unità funzionale e i confini del sistema

Lo studio ha preso in esame la filiera maidicola dell'Emilia-Romagna, seguendo il ciclo colturale completo fino alla fase di raccolta. Il confine di sistema è stato fissato al cancello aziendale, includendo dunque l'insieme dei flussi di materia ed energia imputabili alla produzione primaria "cradle-to-farm-gate".

L'impatto ambientale è stato calcolato tramite l'indicatore Global Warming Potential a 100 anni (GWP 100a) e la valutazione è stata eseguita rispetto a due distinte unità funzionali:

- unità di prodotto (kg CO₂e kg⁻¹ prod.);
- unità di superficie coltivata (kg CO₂e ha⁻¹).

Nella figura seguente si riportano i flussi del processo produttivo del mais nell'ambito dei confini del sistema considerato.

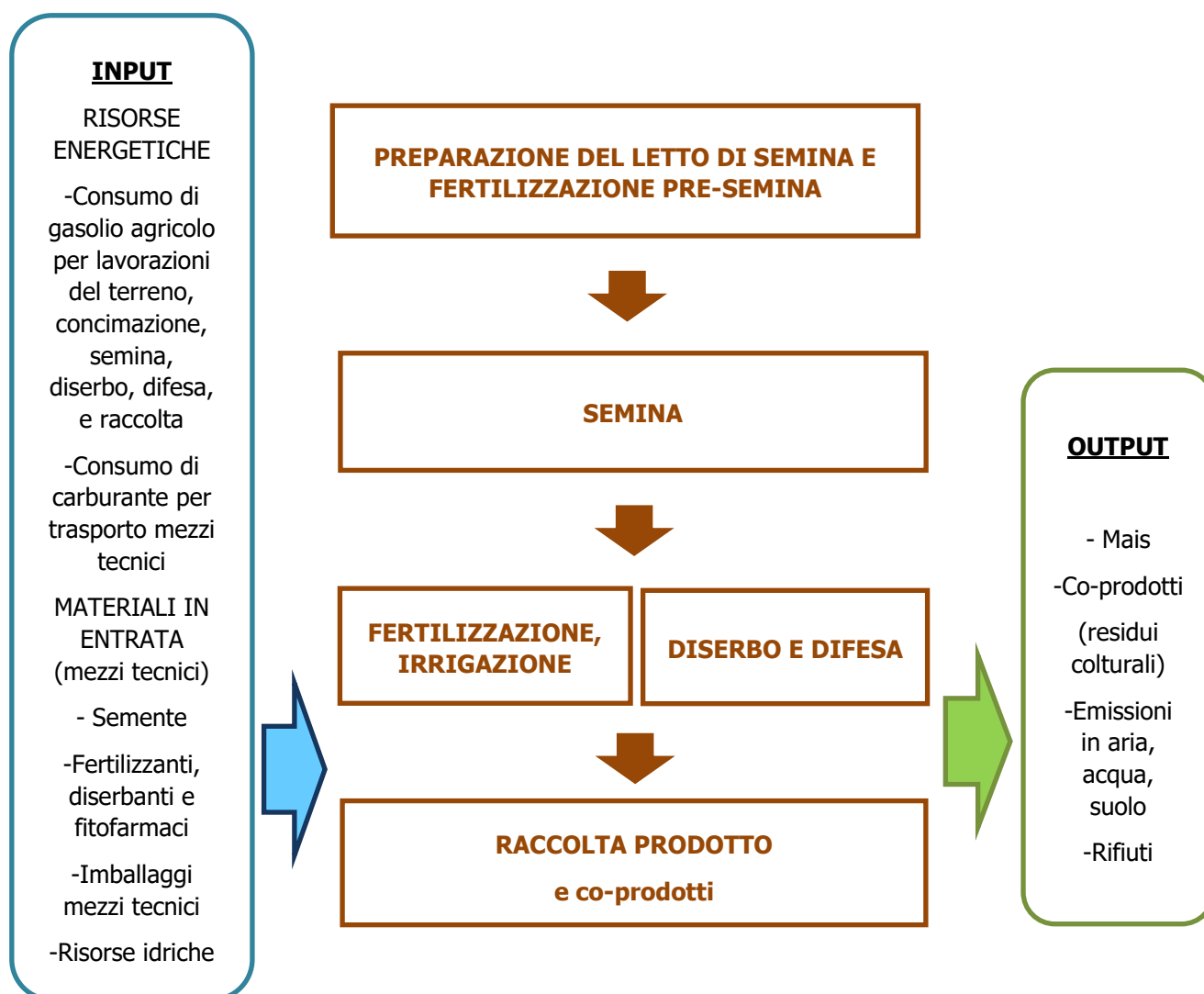


Figura 36 - Flow chart del processo produttivo relativo al mais

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

I dati raccolti sono riportati nella tabella successiva.

Tabella 50 - Dati raccolti -Mais

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono riportati i dati di inventario utilizzati nei regimi integrato e relativo controfattuale, per macrocategoria di input. Anche per questa coltura, è stata condotta una prima analisi del t-test tesa ad individuare caratteristiche e differenze tra i regimi considerati.

Impiego di fertilizzanti

Dai valori riportati nella seguente tabella si osserva che, in termini assoluti, i valori di impiego di fertilizzanti del fattuale risultano generalmente superiori rispetto al controfattuale. Tuttavia, le differenze tra i due regimi generalmente non risultano statisticamente significative.

Tabella 51 - Fertilizzanti - Mais integrato

Mais ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	87	125,1	149,1	-24,0	-16,1%	-0,42	0,673	
CNorg	87	55,3	13,3	42,0	315,8%	1,27	0,208	
CNTot	87	180,4	162,4	18,0	11,1%	0,48	0,635	
CPmin	87	41,8	38,7	3,1	8,0%	2,03	0,045	**
CPorg	87	22,1	7,0	15,1	215,7%	1,35	0,180	
CPtot	87	63,9	45,7	18,2	39,8%	0,04	0,970	
CK	87	30,4	26,4	4,0	15,2%	0,78	0,439	
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	6	98,9	139,3	-40,4	-29,0%	-0,62	0,561	
CNorg	6	2,4	6,2	-3,8	-61,3%	-0,66	0,541	
CNTot	6	101,3	145,5	-44,2	-30,4%	-0,84	0,438	
CPmin	6	28,7	49,5	-20,8	-42,0%	0,00	0,998	
CPorg	6	0,0	6,2	-6,2	-100,0%	-1,00	0,363	
CPtot	6	28,7	55,7	-27,0	-48,5%	-0,34	0,751	
CK	6	49,4	14,1	35,3	250,4%	3,26	0,023	**
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	81	125,3	149,5	-24,2	-16,2%	-0,30	0,762	
CNorg	81	55,6	13,5	42,1	311,9%	1,30	0,197	
CNTot	81	180,9	163,0	17,9	11,0%	0,63	0,532	
CPmin	81	41,9	38,3	3,6	9,4%	2,10	0,039	**
CPorg	81	22,3	7,1	15,2	214,1%	1,41	0,163	
CPtot	81	64,2	45,3	18,9	41,7%	0,09	0,933	
CK	81	30,3	26,8	3,5	13,1%	0,57	0,573	

Mais ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	56	121,3	166,9	-45,6	-27,3%	-0,70	0,487	
CNorg	56	63,3	7,1	56,2	791,5%	0,39	0,698	
CNTot	56	184,6	174,0	10,6	6,1%	0,57	0,573	
CPmin	56	47,6	43,0	4,6	10,7%	1,95	0,056	*
CPorg	56	23,2	5,0	18,2	364,0%	0,55	0,585	
CPtot	56	70,9	48,0	22,9	47,7%	1,96	0,055	*
CK	56	31,3	24,2	7,1	29,3%	0,85	0,400	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	31	142,1	91,1	51,0	56,0%	0,09	0,931	
CNorg	31	19,9	33,4	-13,5	-40,4%	-1,21	0,236	
CNTot	31	162,0	124,5	37,5	30,1%	1,15	0,261	
CPmin	31	15,9	24,7	-8,8	-35,6%	-0,73	0,471	
CPorg	31	17,3	13,6	3,7	27,2%	1,59	0,123	
CPtot	31	33,2	38,3	-5,1	-13,3%	-1,24	0,224	
CK	31	26,5	33,3	-6,8	-20,4%	-1,42	0,165	

¹ assenza di appezzamenti per il gruppo Fertilizzanti – Montagna

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Dai risultati riportati nella tabella successiva emerge che il regime integrato registra un generale minore impiego rispetto al controfattuale in termini di Erbicidi, GHS07, GHS08, ma un maggiore impiego di prodotti GHS08 ex R40 e R63 e di prodotti previsti dal Regolamento 834. I risultati appaiono particolarmente significativi in pianura, dove il mais è maggiormente diffuso.

Tabella 52 - Fitofarmaci - Mais integrato

Mais ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign
Fitofarmaci - Totale								
Acaricidi	87	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Insetticidi	87	0,160	0,090	0,070	77,8%	1,59	0,116	
Fungicidi	87	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Erbicidi	87	1,050	1,180	-0,130	-11,0%	-2,25	0,027	**
GHS06	63	0,010	0,020	-0,010	-50,0%	-1,00	0,321	
GHS07	63	0,420	0,720	-0,300	-41,7%	-2,12	0,038	**
GHS08	63	0,110	0,400	-0,290	-72,5%	-3,04	0,003	***
GHS08 ex R40 e R63	63	0,130	0,090	0,040	44,4%	2,18	0,033	**
ALTRO NON GHS 06,07,08	63	0,990	0,720	0,270	37,5%	1,36	0,179	
RAME	63	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	63	0,140	0,130	0,010	7,7%	2,99	0,004	**
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	6	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Insetticidi	6	0,010	0,015	-0,005	-33,3%	-1,58	0,175	
Fungicidi	6	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Erbicidi	6	1,010	1,900	-0,890	-46,8%	-1,12	0,313	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	81	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Insetticidi	81	0,160	0,100	0,060	60,0%	1,60	0,113	
Fungicidi	81	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Erbicidi	81	1,050	1,150	-0,100	-8,7%	-1,98	0,051	*
GHS06	59	0,000	0,001	-0,001	-100,0%	-1,00	0,321	

Mais ¹	Appezamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign
GHS07	59	0,420	0,700	-0,280	-40,0%	-1,96	0,054	*
GHS08	59	0,110	0,370	-0,260	-70,3%	-2,49	0,016	**
GHS08 ex R40 e R63	59	0,130	0,090	0,040	44,4%	2,17	0,034	**
ALTRO NON GHS 06,07,08	59	1,000	0,720	0,280	38,9%	1,20	0,234	
RAME	59	0,000	0,000	0,000	-	0,00	1,000	
Reg. 834	59	0,140	0,130	0,010	7,7%	3,00	0,004	***

¹ assenza di appezzamenti per il gruppo Fitofarmaci – Montagna e alcune categorie di Fitofarmaci - Collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Energia, carburante e potenza trattrice

Nella tabella seguente sono riportati i vari aspetti relativi agli input energetici della coltivazione di mais in regime integrato e convenzionale. L'impiego di carburante risulta significativamente inferiore nelle zone collinari, così come il consumo di energia erogata per il lavoro delle trattrici agricole per le aree vulnerabili. In generale, non emergono valori significativi dal confronto tra i due regimi.

Tabella 53 - Energia, carburante e potenza trattrice – Mais integrato

Mais ¹	Appezamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	87	764,6	837,6	-72,9	-8,7%	-0,78	0,442	
Energia - Collina	6	637,1	726,9	-89,8	-12,4%	-0,63	0,511	
Energia - Pianura	81	892,2	948,2	-56,0	-5,9%	-0,86	0,405	
Energia - Zone vulnerabili	56	905,4	967,6	-62,2	-6,4%	0,71	0,485	
Energia - Zone non vulnerabili	31	623,8	707,7	-83,8	-11,8%	-1,15	0,289	
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	87	239,2	285,7	-46,6	-16,3%	-0,86	0,390	
Carburante - Collina	6	221,2	288,4	-67,3	-23,3%	7,11	0,000	***
Carburante Pianura	81	257,2	283,1	-25,8	-9,1%	-0,95	0,345	
Carburante - Zone vulnerabili	56	242,0	292,9	-50,9	-17,4%	-0,95	0,345	
Carburante - Zone non vulnerabili	31	236,4	278,5	-42,1	-15,1%	1,38	0,175	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice -Totale	87	237,6	247,1	-9,5	-3,9%	-0,52	0,606	
Potenza trattrice - Collina	6	232,1	225,2	6,9	3,1%	0,79	0,453	
Potenza trattrice - Pianura	81	243,1	269,1	-26,0	-9,7%	-0,59	0,557	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	56	255,2	275,9	-20,7	-7,5%	-2,31	0,024	**
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	31	219,9	218,3	1,6	0,8%	0,97	0,365	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie relative alla montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Analisi di impatto e interpretazione

Relativamente alla CFP del mais (cfr. tabella seguente), confrontando il sistema integrato con il convenzionale, si osserva che l'integrato presenta performance migliori sia per quanto riguarda l'unità di prodotto che per l'unità di superficie. È interessante notare che nel confronto emerge una differenza statisticamente significativa, sia in relazione alle zone altimetriche sia rispetto alla vulnerabilità dell'area.

Tabella 54 - Carbon footprint -Mais integrato

Mais ¹	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	87	0,2521	0,2909	-0,04	-13,3%	-2,51	0,014	**
GHG - Collina	6	0,1898	0,2772	-0,09	-31,5%	-2,96	0,005	***
GHG - Pianura	81	0,3144	0,3046	0,01	3,2%	-0,97	0,336	
GHG - Zone vulnerabili	56	0,2938	0,3297	-0,04	-10,9%	-2,27	0,025	**
GHG - Zone non vulnerabili	31	0,2104	0,2521	-0,04	-16,5%	-2,41	0,017	**
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	87	4245,29	5660,49	-1415,20	-25,0%	-3,32	0,007	***
GHG - Collina	6	2829,10	4803,22	-1974,11	-41,1%	-3,22	0,003	***
GHG - Pianura	81	5572,87	5375,08	197,79	3,7%	-1,35	0,176	
GHG - Zone vulnerabili	56	4002,78	6353,29	-2350,51	-37,0%	-2,74	0,006	***
GHG - Zone non vulnerabili	31	4766,08	4991,17	-225,09	-4,5%	-1,00	0,318	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie relative alla montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in integrato < CFP controfattuale; Rosso: CFP in integrato > CFP controfattuale

Inoltre, dall'analisi emerge che le fasi con l'incidenza maggiore sulla CFP calcolata per unità di superficie sono quelle di impianto e gestione e di fertilizzazione chimica (cfr. tabella successiva). Tuttavia, le incidenze percentuali per l'integrato sono sensibilmente inferiori rispetto al convenzionale.

Tabella 55 - Incidenza delle operazioni colturali - Mais integrato

Mais	Integrato (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Integrato (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	2311,98	54,5%	3015,91	53,3%
Meccanizzazione impianto e gestione	1537,24	66,5%	2057,15	68,2%
Meccanizzazione raccolta	774,75	33,5%	958,76	31,8%
Fertilizzazione	1891,27	44,6%	2559,11	45,2%
Fertilizzazione uso macchine	45,96	2,4%	54,25	2,1%
Fertilizzazione chimica	1772,31	93,7%	2424,50	94,7%
Fertilizzazione organica	73,00	3,9%	80,36	3,1%
Impiego fitofarmaci	42,03	1,0%	85,47	1,5%
Impiego fitofarmaci uso macchine	9,74	23,2%	22,63	26,5%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	0,00	0,0%	0,00	0,0%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	7,70	18,3%	18,41	21,5%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	24,59	58,5%	44,43	52,0%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La Figura 37 riporta la CFP ripartita per operazione colturale e unità di superficie, mentre la Figura 38 riporta i relativi valori CFP per unità di prodotto.

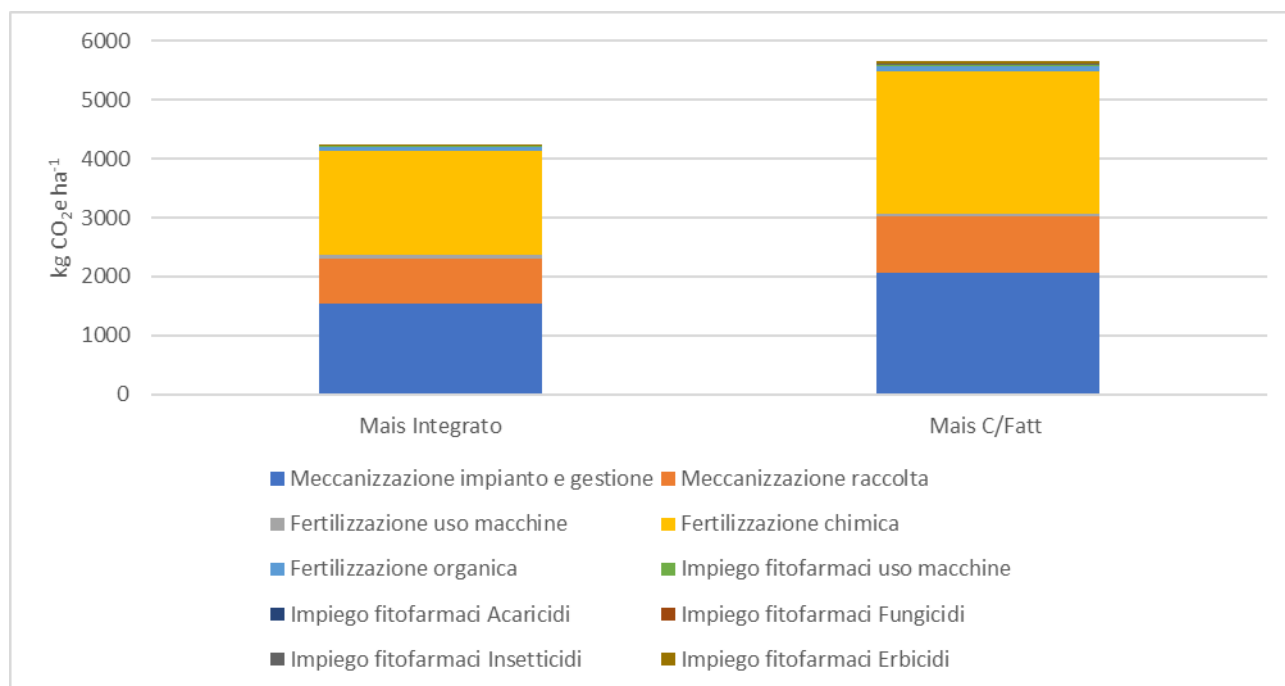


Figura 37 - Valore assoluto di CFP stimato (valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

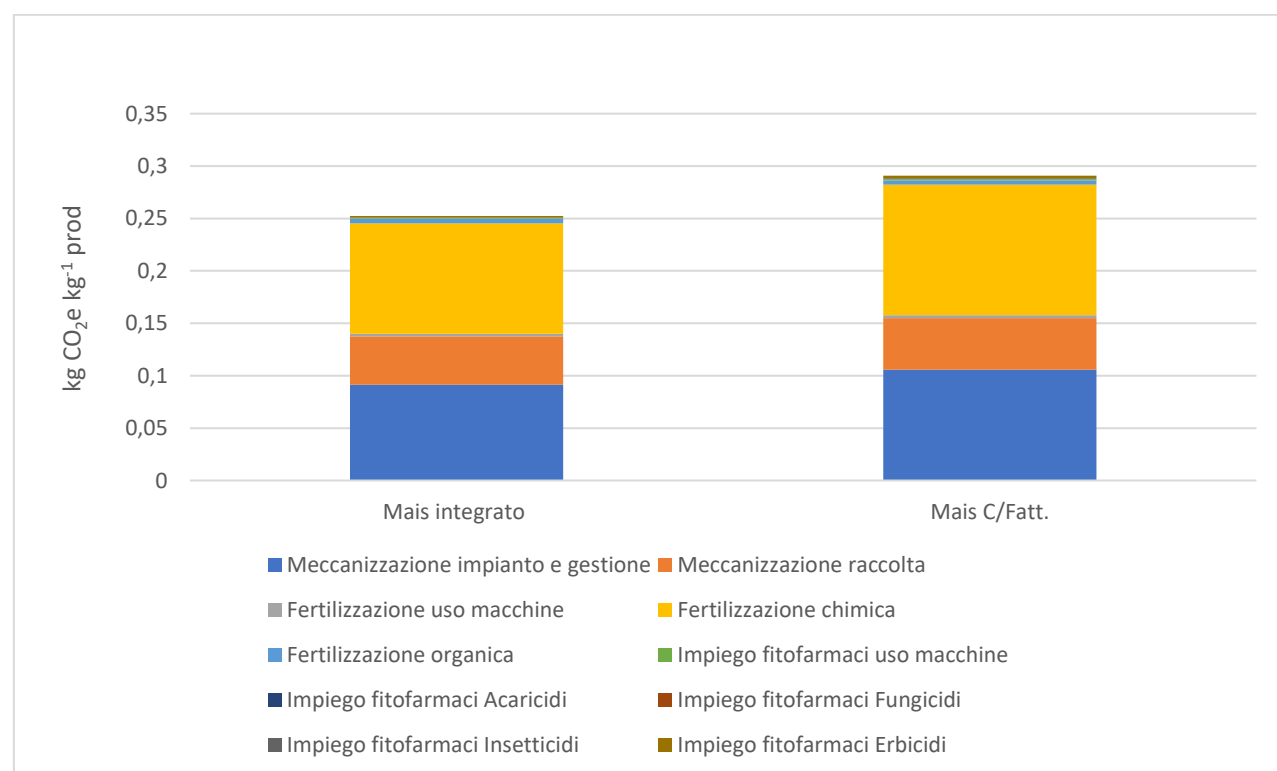


Figura 38 - Valore CFP stimato per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.3.5 Pomodoro

Unità funzionale e confini del sistema

L'analisi ha riguardato la produzione di pomodoro in Emilia-Romagna, includendo le fasi di coltivazione e raccolta. Pertanto, il sistema analizzato include tutti i flussi di materia ed energia associati alla produzione primaria del pomodoro (*from cradle to farm gate*).

L'impatto ambientale è stato stimato attraverso l'indicatore GWP 100a e sono state definite due unità funzionali:

- unità di prodotto (kg CO₂e kg⁻¹ prod.);
- unità di superficie coltivata (kg CO₂e ha⁻¹).

Nella figura seguente si riportano i flussi del processo produttivo del pomodoro nell'ambito dei confini del sistema considerato.

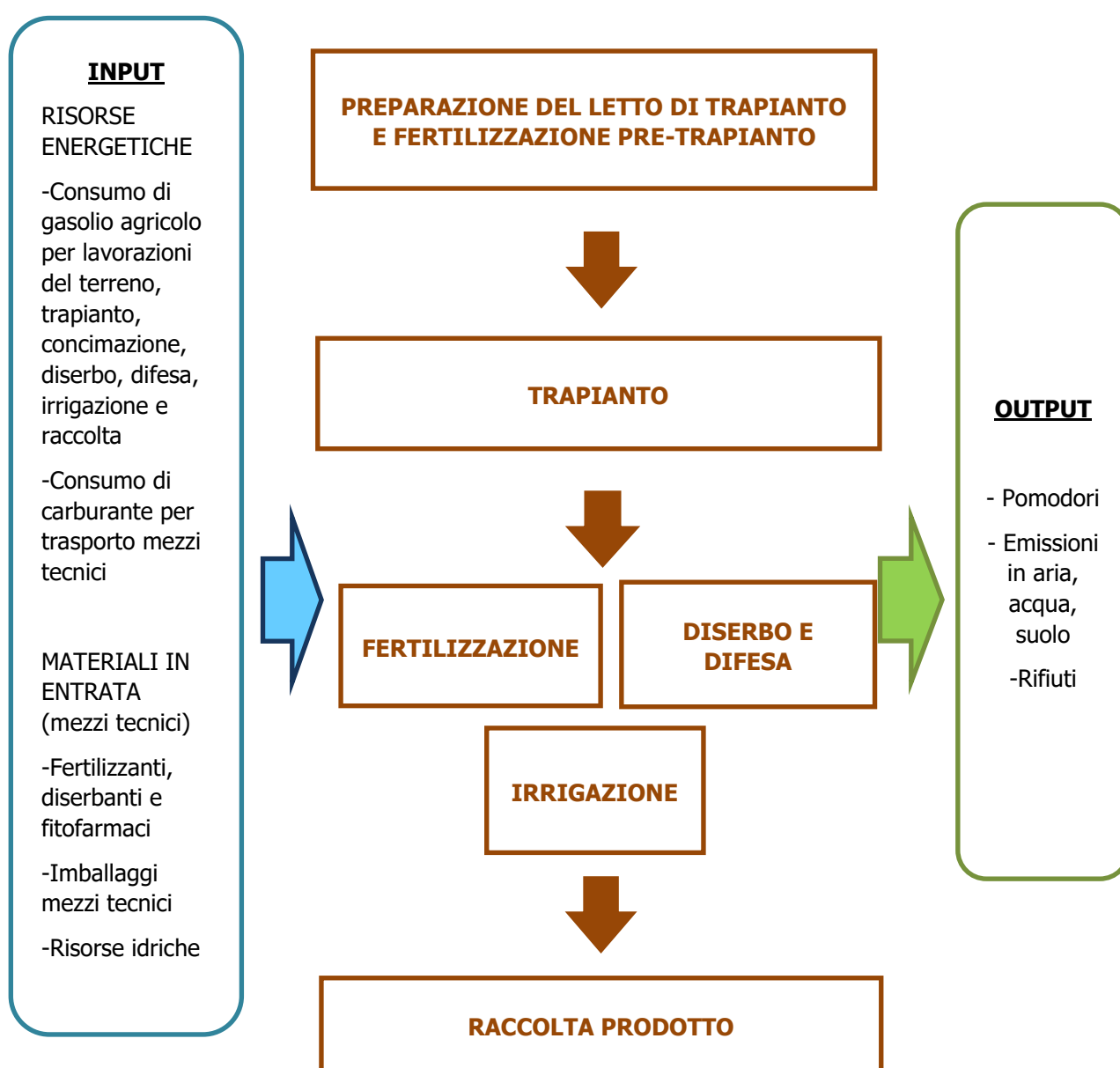


Figura 39 - Flow chart del processo produttivo relativo al pomodoro

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

I dati raccolti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 56 - Dati raccolti - Pomodoro

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono riportati i dati di inventario utilizzati nei regimi biologico e relativo controfattuale, per macrocategoria di input. Su questi dati è stata condotta una prima analisi del t-test tesa ad individuare caratteristiche e differenze tra i regimi considerati.

Impiego di fertilizzanti

Nella tabella successiva si osserva che, per la coltivazione del pomodoro biologico, quest'ultimo prevede un minore uso di fertilizzanti rispetto al convenzionale per la maggior parte dei fertilizzanti considerati.

Le differenze positive a favore del biologico sono riscontrabili per alcuni fertilizzanti in pianura e nelle zone vulnerabili e non.

Tabella 57 - Fertilizzanti - Pomodoro biologico

Pomodoro da industria ¹	Appezzamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	17	0,5	116,4	-115,9	-99,6%	-7,10	0,000	***
CNorg	17	53,2	1,4	51,8	3700,0%	3,42	0,004	***
CNTot	17	53,7	117,7	-64,0	-54,4%	-3,07	0,007	***
CPmin	17	1,6	79,4	-77,8	-98,0%	-9,44	0,000	***
CPorg	17	39,4	1,1	38,3	3481,8%	2,51	0,023	**
CPtot	17	41,1	79,4	-38,3	-48,2%	-2,29	0,036	**
CK	17	41,5	83,7	-42,2	-50,4%	-1,49	0,156	
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	17	0,5	116,4	-115,9	-99,6%	-7,10	0,000	***
CNorg	17	53,2	1,4	51,8	3700,0%	3,42	0,004	***
CNTot	17	53,7	117,7	-64,0	-54,4%	-3,07	0,007	***
CPmin	17	1,6	79,4	-77,8	-98,0%	-9,44	0,000	***
CPorg	17	39,4	0,7	38,7	5528,6%	2,51	0,023	**
CPtot	17	41,1	79,4	-38,3	-48,2%	-2,29	0,036	**
CK	17	41,5	83,7	-42,2	-50,4%	-1,49	0,156	
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	8	0,4	92,5	-92,1	-99,6%	-5,83	0,001	***
CNorg	8	18,0	2,0	16,0	800,0%	1,66	0,141	
CNTot	8	18,4	94,5	-76,1	-80,5%	-2,28	0,057	*
CPmin	8	4,5	92,7	-88,2	-95,1%	-6,76	0,000	***
CPorg	8	16,8	1,3	15,5	1192,3%	2,23	0,061	*
CPtot	8	21,2	92,7	-71,5	-77,1%	-2,86	0,025	**
CK	8	34,1	88,9	-54,8	-61,6%	-0,82	0,440	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	9	0,6	133,8	-133,2	-99,6%	-5,87	0,000	***
CNorg	9	61,0	0,9	60,1	6677,8%	3,11	0,015	**
CNTot	9	61,6	134,7	-73,1	-54,3%	-2,22	0,057	*
CPmin	9	1,0	69,6	-68,6	-98,6%	-7,10	0,000	***
CPorg	9	44,5	0,4	44,1	11025,0%	1,57	0,154	
CPtot	9	45,5	69,6	-24,1	-34,6%	-0,92	0,385	
CK	9	43,2	79,8	-36,6	-45,9%	-1,23	0,252	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie Fertilizzanti Montagna e Collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Dall'analisi, emerge che il pomodoro in regime biologico prevede un minore impiego di fitofarmaci rispetto al controfattuale (cfr. tabella successiva). Comprensibilmente, questo non avviene per gli input ammessi dal regime biologico, dove gli impieghi in valore assoluto risultano lievemente superiori al controfattuale.

Tabella 58 - Fitofarmaci - Pomodoro biologico

Pomodoro da industria	Appezamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fitofarmaci - Totale								
Acaricidi	17	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-2,93	0,010	**
Insetticidi	17	0,310	0,150	0,160	106,7%	0,62	0,545	
Fungicidi	17	5,190	5,160	0,030	0,6%	2,67	0,017	**
Erbicidi	17	0,000	1,130	-1,130	-100,0%	-5,21	0,000	***
GHS06	9	0,000	0,000	0,000	0,0%	0,00	1,000	
GHS07	9	1,570	3,980	-2,410	-60,6%	-3,21	0,012	**
GHS08	9	0,000	1,010	-1,010	-100,0%	-3,38	0,010	**
GHS08 ex R40 e R63	9	0,000	0,230	-0,230	-100,0%	-2,78	0,024	**
ALTRO NON GHS 06,07,08	9	2,850	3,170	-0,320	-10,1%	-0,51	0,621	
RAME	9	4,120	3,540	0,580	16,4%	1,14	0,288	
Reg. 834	9	4,260	3,860	0,400	10,4%	1,49	0,174	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	17	0,000	0,020	-0,020	-100,0%	-2,93	0,010	**
Insetticidi	17	0,310	0,150	0,160	106,7%	0,62	0,545	
Fungicidi	17	5,190	5,160	0,030	0,6%	2,67	0,017	**
Erbicidi	17	0,000	1,130	-1,130	-100,0%	-5,21	0,000	***
GHS06	9	0,000	0,000	0,000	0,0%	0,00	1,000	
GHS07	9	1,570	3,980	-2,410	-60,6%	-3,21	0,012	**
GHS08	9	0,000	1,010	-1,010	-100,0%	-3,38	0,010	**
GHS08 ex R40 e R63	9	0,000	0,230	-0,230	-100,0%	-2,78	0,024	**
ALTRO NON GHS 06,07,08	9	2,850	3,170	-0,320	-10,1%	-0,51	0,621	
RAME	9	4,120	3,540	0,580	16,4%	1,14	0,288	
Reg. 834	9	4,260	3,860	0,400	10,4%	1,49	0,174	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie Fitofarmaci Montagna e Collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Energia, carburante, potenza trattrice

Dall'analisi si osserva che il regime biologico prevede un minore impiego di energia, nonché l'uso di trattrici con minore potenza, soprattutto per quanto riguarda le zone di pianura e le aree vulnerabili. Per l'impiego di carburante, invece, il t-test non identifica differenze statisticamente significative, probabilmente a causa della ridotta numerosità campionaria.

Tabella 59 - Energia, carburante, potenza trattrice - Pomodoro biologico

Pomodoro da industria ¹	Appezamenti (n.)	Biologico (kWh ha ⁻¹)	C/Fatt. (kWh ha ⁻¹)	Diff. (kWh ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	17	101,4	132,5	-31,1	-23,5%	-2,86	0,025	**
Energia - Pianura	17	101,4	132,5	-31,1	-23,5%	-2,86	0,025	**
Energia - Zone vulnerabili	8	114,3	157,9	-43,6	-27,6%	-3,29	0,008	***
Energia - Zone non vulnerabili	9	88,5	107,1	-18,6	-17,3%	-2,37	0,028	**
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	17	418,2	371,4	46,8	12,6%	0,63	0,539	
Carburante Pianura	17	418,2	371,4	46,8	12,6%	0,63	0,539	
Carburante - Zone vulnerabili	8	440,7	380,6	60,0	15,8%	1,69	0,138	

Pomodoro da industria ¹	Appezamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Carburante – Zone non vulnerabili	9	395,7	362,2	33,4	9,2%	0,38	0,710	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	17	237,4	276,1	-38,7	-16,3%	-2,28	0,024	**
Potenza trattrice - Pianura	17	237,4	276,1	-38,7	-14,0%	-2,28	0,024	**
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	8	239,1	291,4	-52,3	-18,0%	-2,52	0,037	**
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	9	235,7	260,9	-25,2	-9,7%	-0,51	0,619	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna e Collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Analisi d'impatto e interpretazione

Per quanto riguarda la Carbon Footprint, il pomodoro coltivato in regime biologico evidenzia un impatto superiore a quello del controfattuale quando l'indicatore è espresso per unità di prodotto; al contrario, l'impronta si riduce se rapportata alla superficie coltivata.

Tabella 60 - Carbon footprint - Pomodoro biologico

Pomodoro da industria ¹	Appezamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	17	0,1931	0,1588	0,03	21,6%	3,53	0,001	***
GHG - Pianura	17	0,1931	0,1588	0,03	21,6%	3,53	0,001	***
GHG - Zone vulnerabili	8	0,2091	0,1750	0,03	19,5%	3,31	0,008	***
GHG - Zone non vulnerabili	9	0,1771	0,1426	0,03	24,2%	4,47	0,000	***
GHG (Climate change) ha		kg CO₂e ha⁻¹	kg CO₂e ha⁻¹	kg CO₂e ha⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	17	10875,12	13379,24	-2504,12	-18,7%	-3,33	0,007	***
GHG - Pianura	17	10875,12	13379,24	-2504,12	-18,7%	-3,33	0,007	***
GHG - Zone vulnerabili	8	9974,23	15067,67	-5093,45	-33,8%	-3,72	0,000	***
GHG - Zone non vulnerabili	9	11500,42	11744,62	-244,20	-2,1%	1,14	0,288	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna e Collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in biologico < CFP controfattuale; Rosso: CFP in biologico > CFP controfattuale

Osservando la ripartizione della CFP per operazione colturale (Tabella 61) emerge che l'incidenza maggiore è ricoperta dalle fasi di impianto e gestione e fertilizzazione organica.

Tabella 61 - Incidenza delle operazioni colturali -Pomodoro Biologico

Pomodoro da industria	Biologico (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Biologico (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	9504,85	87,4%	10328,77	77,2%
Meccanizzazione impianto e gestione	7518,34	79,1%	8459,26	81,9%
Meccanizzazione raccolta	1986,51	20,9%	1869,51	18,1%
Fertilizzazione	1033,14	9,5%	2863,16	21,4%
Fertilizzazione uso macchine	22,73	2,2%	83,03	2,9%
Fertilizzazione chimica	109,51	10,6%	2362,10	82,5%
Fertilizzazione organica	900,89	87,2%	418,02	14,6%
Impiego fitofarmaci	337,13	3,1%	187,31	1,4%
Impiego fitofarmaci uso macchine	218,80	64,9%	61,62	32,9%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,0%	24,91	13,3%

Pomodoro da industria	Biologico (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Biologico (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Impiego fitofarmaci Fungicidi	118,33	35,1%	92,53	49,4%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,00	0,0%	3,00	1,6%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	0,00	0,0%	5,24	2,8%

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

La Figura 40 riporta il valore di CFP ripartito per operazione colturale e unità di superficie, mentre la Figura 41 riporta i relativi valori CFP per unità di prodotto.

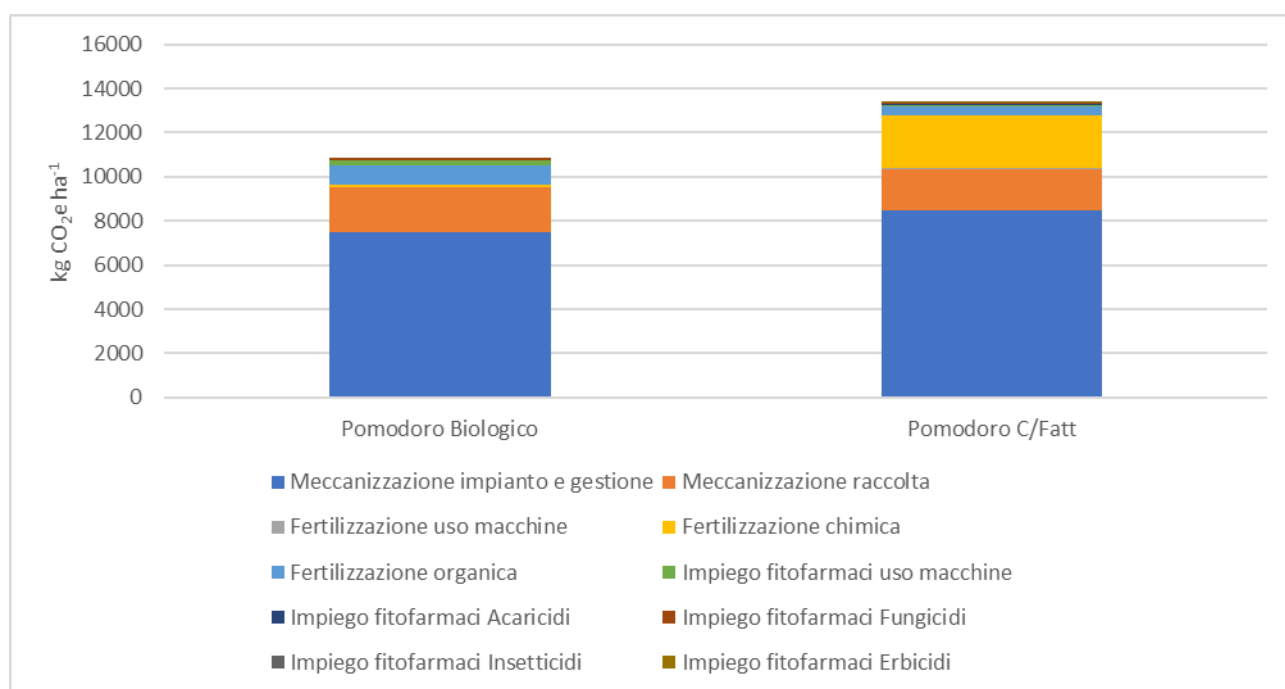


Figura 40 - Valore assoluto di CFP stimato (Valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

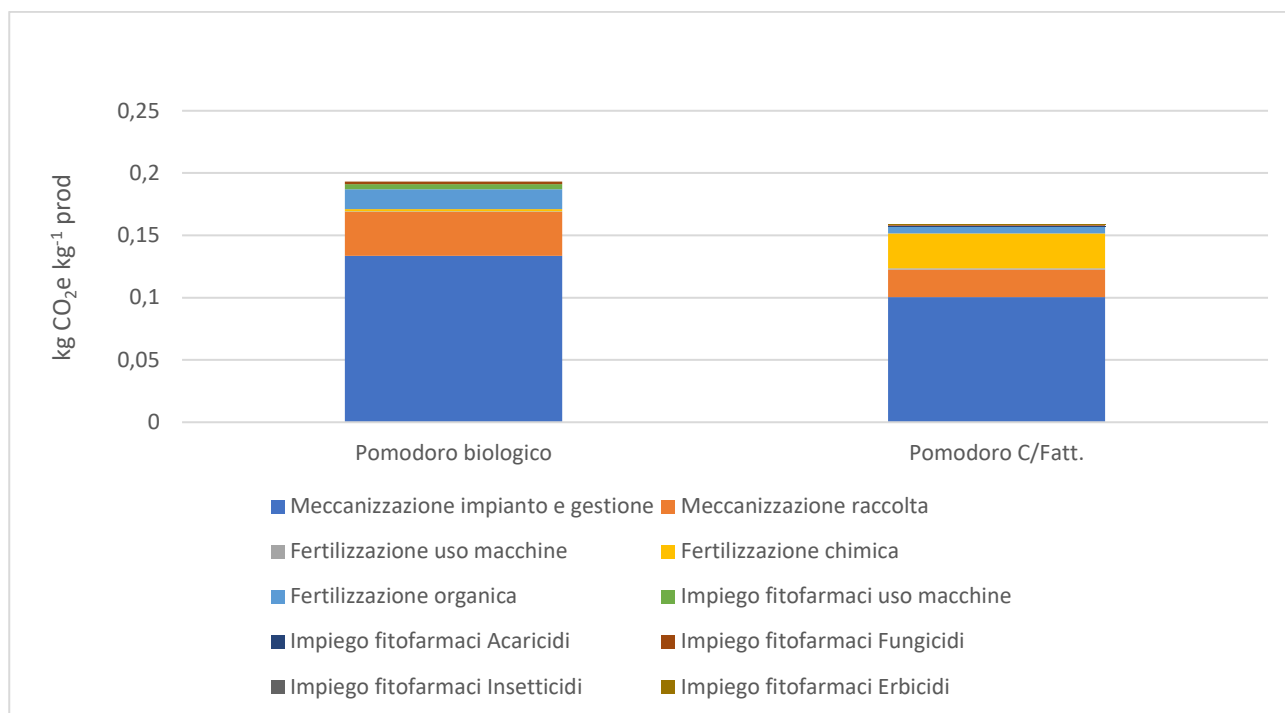


Figura 41 - Valori di CFP percentuale stimati per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.3.6 Vite

Unità funzionale e confini del sistema

L'analisi ha riguardato la produzione di uva da vino in Emilia-Romagna, includendo le fasi di coltivazione e raccolta. Pertanto, il sistema analizzato include tutti i flussi di materia ed energia associati alla produzione primaria di uva da vino (*from cradle to farm gate*).

L'impatto ambientale è stato stimato attraverso l'indicatore GWP 100a e sono state definite due unità funzionali:

- unità di prodotto ($\text{kg CO}_2\text{e kg}^{-1} \text{ prod.}$);
- unità di superficie coltivata ($\text{kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$).

Nella figura si riportano i flussi del processo produttivo dell'uva da vino nell'ambito dei confini del sistema considerato.

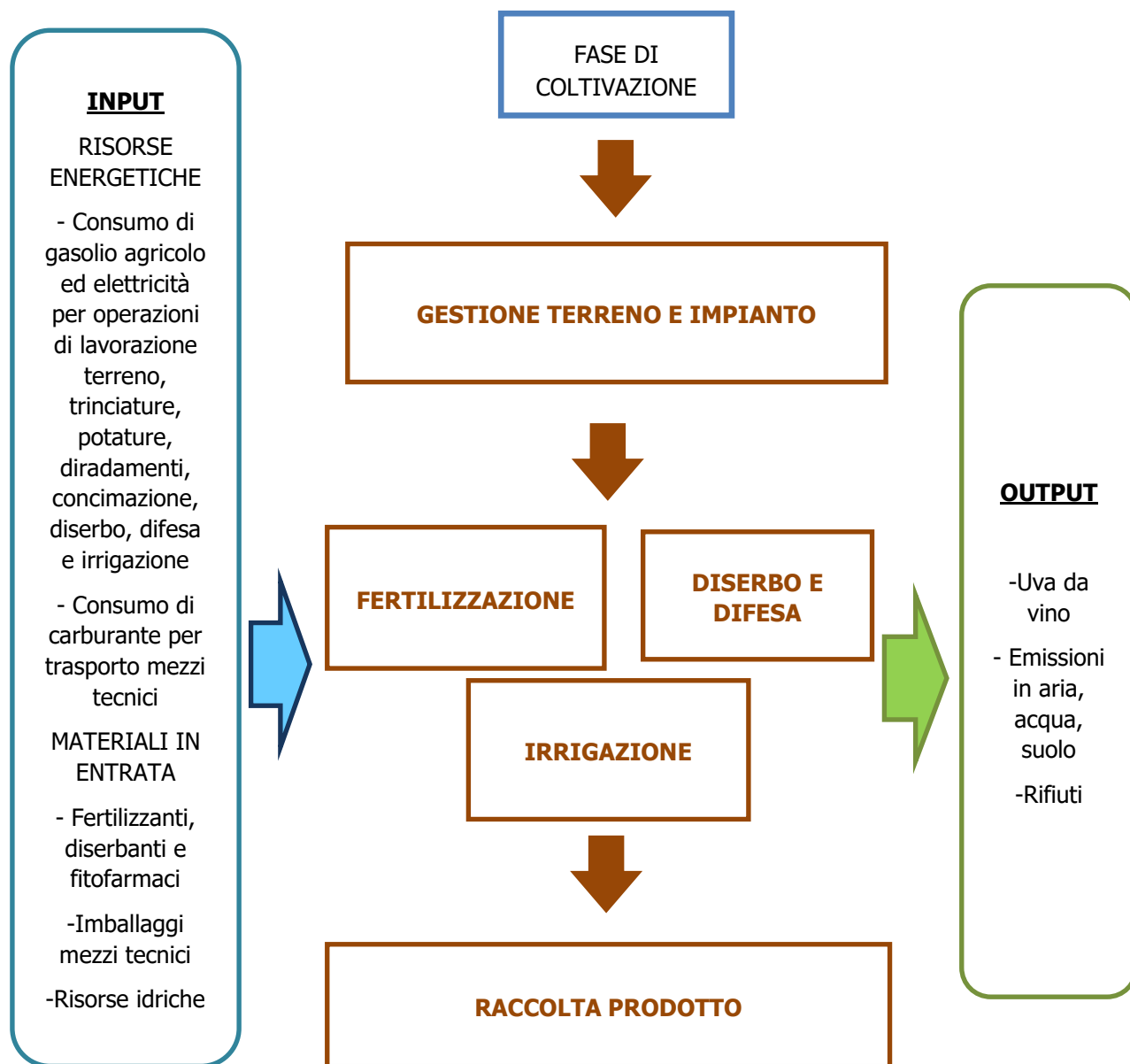


Figura 42 - Flow chart del processo produttivo relativo alla vite

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

I dati raccolti sono riportati nella tabella successiva.

Tabella 62 - Dati raccolti - Vite

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono riportati i dati di inventario utilizzati per i regimi biologico e integrato (fattuali), nonché convenzionale (controfattuale), per macrocategoria di input. Su questi dati è stata condotta una prima analisi del t-test tesa ad individuare caratteristiche e differenze tra i regimi considerati, in altri termini a verificare se i valori medi osservati nei regimi fattuali si discostano in modo statisticamente significativo dai rispettivi controfattuali. Il t-test consente di confrontare le medie di due gruppi assumendo una distribuzione normale dei dati.

Impiego di fertilizzanti

Dai risultati emerge che, nel caso della vite in biologico, le differenze rispetto al controfattuale risultano statisticamente significative (cfr. tabella seguente). Il biologico prevede un minore impiego generale rispetto al controfattuale relativamente ai nutrienti di natura "minerale", con particolare riferimento alle aree collinari e pianeggianti, nonché alle zone vulnerabili. Al contrario, si registrano maggiori impieghi di fertilizzanti organici.

Tabella 63 - Fertilizzanti - Vite biologico

Vite	Appezzamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	213	0,9	17,0	-16,1	-94,7%	-8,04	0,000	***
CNorg	213	14,6	3,3	11,3	342,4%	4,67	0,000	***
CNTot	213	15,5	20,3	-4,8	-23,6%	-1,87	0,063	*
CPmin	213	3,1	9,2	-6,1	-66,3%	-5,30	0,000	***
CPorg	213	4,8	1,3	3,5	269,2%	2,57	0,011	**
CPtot	213	7,9	10,6	-2,7	-25,5%	-1,90	0,059	*
CK	213	14,5	19,4	-4,9	-25,3%	-3,13	0,002	***
Fertilizzanti - Montagna								
CNmin	35	1,8	11,8	-10,0	-84,7%	-1,82	0,078	*
CNorg	35	14,8	1,2	13,6	1133,3%	2,47	0,019	**
CNTot	35	16,5	13,0	3,5	26,9%	0,28	0,784	
CPmin	35	4,8	6,5	-1,7	-26,2%	-0,81	0,427	
CPorg	35	5,7	1,6	4,1	256,3%	1,39	0,174	
CPtot	35	10,5	8,1	2,4	29,6%	0,07	0,944	
CK	35	28,2	12,5	15,7	125,6%	0,35	0,726	
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	133	0,4	15,0	-14,6	-97,3%	-6,12	0,000	***
CNorg	133	11,7	3,7	8,0	216,2%	3,09	0,002	***
CNTot	133	12,1	18,6	-6,5	-34,9%	-1,00	0,321	
CPmin	133	2,4	9,5	-7,1	-74,7%	-4,45	0,000	***
CPorg	133	3,5	1,4	2,1	150,0%	1,40	0,163	
CPtot	133	5,9	10,9	-5,0	-45,9%	-1,64	0,104	
CK	133	5,8	19,7	-13,9	-70,6%	-3,84	0,000	***
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	45	1,7	27,9	-26,2	-93,9%	-5,57	0,000	***
CNorg	45	21,2	3,9	17,3	443,6%	3,80	0,000	***
CNTot	45	22,9	31,8	-8,9	-28,0%	-3,53	0,001	***
CPmin	45	3,9	10,7	-6,8	-63,6%	-4,19	0,000	***
CPorg	45	7,5	1,1	6,4	581,8%	2,75	0,009	***
CPtot	45	11,5	11,8	-0,3	-2,5%	-1,71	0,094	*
CK	45	27,7	24,8	2,9	11,7%	0,39	0,698	
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	59	0,1	15,6	-15,5	-99,4%	-3,48	0,001	***
CNorg	59	12,6	3,6	9,0	250,0%	1,58	0,120	
CNTot	59	12,7	19,2	-6,5	-33,9%	-0,99	0,327	
CPmin	59	0,4	4,5	-4,1	-91,1%	-2,24	0,029	**
CPorg	59	5,5	2,5	3,0	120,0%	0,38	0,708	
CPtot	59	5,9	7,0	-1,1	-15,7%	-1,46	0,151	
CK	59	10,1	20,7	-10,6	-51,2%	-3,08	0,003	***
Fertilizzanti-Zone non vulnerabili								
CNmin	154	1,2	17,3	-16,1	-93,1%	-7,28	0,000	***
CNorg	154	15,1	3,2	11,9	371,9%	4,52	0,000	***
CNTot	154	16,3	20,5	-4,2	-20,5%	-1,58	0,116	
CPmin	154	3,8	10,2	-6,4	-62,7%	-4,81	0,000	***
CPorg	154	4,6	1,1	3,5	318,2%	2,62	0,010	**
CPtot	154	8,5	11,3	-2,8	-24,8%	-1,41	0,160	
CK	154	15,7	19,1	-3,4	-17,8%	-1,43	0,156	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Relativamente al regime integrato, in generale l'utilizzo di fertilizzanti organici, sia azotati che fosfatici, risulta superiore rispetto al controfattuale. Le differenze più marcate si riscontrano in pianura e nelle zone vulnerabili (cfr. tabella successiva).

Tabella 64 - Fertilizzazione - Vite integrato

Vite ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	120	37,5	27,2	10,3	37,9%	1,20	0,233	
CNorg	120	9,5	9,4	0,1	1,1%	2,18	0,031	**
CNTot	120	47,0	36,6	10,4	28,4%	2,25	0,026	**
CPmin	120	24,4	16,3	8,1	49,7%	1,37	0,173	
CPorg	120	3,4	3,0	0,4	13,3%	2,02	0,046	**
CPtot	120	27,9	19,3	8,6	44,6%	2,09	0,038	**
CK	120	41,6	34,9	6,7	19,2%	0,09	0,926	
Fertilizzanti - Collina								
CNmin	41	24,1	21,7	2,4	11,1%	0,33	0,742	
CNorg	41	8,4	4,6	3,8	82,6%	1,56	0,128	
CNTot	41	32,6	26,3	6,3	24,0%	1,20	0,237	
CPmin	41	17,5	12,8	4,7	36,7%	1,08	0,288	
CPorg	41	1,1	2,7	-1,6	-59,3%	-0,10	0,925	
CPtot	41	18,6	15,5	3,1	20,0%	1,07	0,292	
CK	41	23,6	21,6	2,0	9,3%	0,75	0,456	
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	79	43,4	30,2	13,2	43,7%	1,17	0,246	
CNorg	79	9,9	11,9	-2,0	-16,8%	-1,71	0,091	*
CNTot	79	53,3	42,1	11,2	26,6%	1,93	0,057	*
CPmin	79	27,4	18,2	9,2	50,5%	0,93	0,355	
CPorg	79	4,5	3,1	1,4	45,2%	2,44	0,017	**
CPtot	79	31,9	21,4	10,5	49,1%	1,79	0,077	*
CK	79	49,5	42,0	7,5	17,9%	0,43	0,666	
Fertilizzanti - Zone vulnerabili								
CNmin	46	27,2	19,8	7,4	37,4%	1,66	0,103	
CNorg	46	10,1	8,2	1,9	23,2%	1,72	0,093	*
CNTot	46	37,3	28,0	9,3	33,2%	2,62	0,012	**
CPmin	46	11,9	13,6	-1,7	-12,5%	-1,16	0,253	
CPorg	46	5,0	0,7	4,3	614,3%	2,70	0,010	**
CPtot	46	16,9	14,4	2,5	17,4%	0,21	0,836	
CK	46	21,0	22,8	-1,8	-7,9%	-0,02	0,984	
Fertilizzanti - Zone non vulnerabili								
CNmin	74	41,3	33,1	8,2	24,8%	0,42	0,677	
CNorg	74	9,2	10,3	-1,1	-10,7%	-1,35	0,181	
CNTot	74	50,5	43,4	7,1	16,4%	1,00	0,321	
CPmin	74	29,0	18,5	10,5	56,8%	2,11	0,038	**
CPorg	74	2,9	4,8	-1,9	-39,6%	-0,58	0,565	
CPtot	74	31,9	23,3	8,6	36,9%	2,29	0,025	**
CK	74	49,1	44,5	4,6	10,3%	0,12	0,905	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Relativamente all'impiego di fitofarmaci per la coltivazione della vite in biologico, si registra un uso complessivamente inferiore rispetto al controfattuale (Tabella 65). Tuttavia, nelle aree montane, l'uso di fitofarmaci, nello specifico fungicidi, è più elevato.

Tabella 65 - Fitofarmaci -Vite biologico

Vite	Appezzeamenti (n.)	Biologico (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p- value	Sign.
Fitofarmaci - Totale								
Acaricidi	202	0,000	0,020	-0,020	-1,000	-0,915	0,361	
Insetticidi	202	1,131	0,983	0,148	0,151	0,641	0,522	
Fungicidi	202	41,042	36,178	4,864	0,134	0,482	0,630	
Erbicidi	202	0,000	0,460	-0,460	-1,000	-9,980	0,000	***
GHS06	145	0,000	0,095	-0,095	-1,000	-3,753	0,000	***
GHS07	145	22,468	21,210	1,258	0,059	0,507	0,613	
GHS08	145	0,751	2,213	-1,462	-0,661	-3,304	0,001	***
GHS08 ex R40 e R63	145	0,000	4,504	-4,504	-1,000	-4,240	0,000	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	145	18,792	14,222	4,570	0,321	1,089	0,278	
RAME	145	3,574	3,061	0,513	0,168	0,653	0,515	
Reg. 834	145	40,719	27,954	12,765	0,457	2,069	0,040	**
Fitofarmaci - Montagna								
Acaricidi	33	0,000	0,011	-0,011	-1,000	-2,042	0,049	**
Insetticidi	33	0,571	0,174	0,397	2,282	0,047	0,962	
Fungicidi	33	64,511	22,203	42,308	1,906	2,104	0,043	**
Erbicidi	33	0,000	0,502	-0,502	-1,000	-4,205	0,000	***
GHS06	25	0,000	0,011	-0,011	-1,000	0,000	1,000	
GHS07	25	52,324	8,433	43,891	5,205	2,712	0,012	**
GHS08	25	0,000	1,175	-1,175	-1,000	-3,647	0,001	***
GHS08 ex R40 e R63	25	0,000	3,004	-3,004	-1,000	-6,296	0,000	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	25	7,835	14,230	-6,395	-0,449	-1,051	0,304	
RAME	25	3,280	2,377	0,903	0,380	1,515	0,143	
Reg. 834	25	60,138	14,952	45,186	3,022	3,204	0,004	***
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	124	0,031	0,010	0,021	2,100	0,927	0,356	
Insetticidi	124	0,521	1,222	-0,701	-0,574	-0,228	0,820	
Fungicidi	124	40,730	39,874	0,856	0,021	0,621	0,536	
Erbicidi	124	0,000	0,383	-0,383	-1,000	-7,367	0,000	***
GHS06	91	0,000	0,120	-0,120	-1,000	-3,140	0,002	***
GHS07	91	22,594	23,944	-1,350	-0,056	-0,188	0,851	
GHS08	91	0,391	2,322	-1,931	-0,832	-1,621	0,109	
GHS08 ex R40 e R63	91	0,000	5,204	-5,204	-1,000	-8,394	0,000	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	91	18,937	13,801	5,136	0,372	0,352	0,725	
RAME	91	3,191	2,209	0,982	0,445	0,676	0,501	
Reg. 834	91	39,588	30,436	9,152	0,301	1,082	0,282	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	45	0,000	0,010	-0,010	-1,000	-2,397	0,021	**
Insetticidi	45	2,803	0,995	1,808	1,817	0,876	0,386	
Fungicidi	45	30,430	37,734	-7,304	-0,194	-4,142	0,000	***
Erbicidi	45	0,000	0,631	-0,631	-1,000	-5,234	0,000	***
GHS06	29	0,000	0,062	-0,062	-1,000	-2,301	0,029	**
GHS07	29	6,925	22,901	-15,976	-0,698	-2,530	0,017	**
GHS08	29	1,842	2,730	-0,888	-0,325	-2,502	0,018	**
GHS08 ex R40 e R63	29	0,000	3,407	-3,407	-1,000	-4,735	0,000	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	29	24,154	15,625	8,529	0,546	0,898	0,377	
RAME	29	4,433	6,518	-2,085	-0,320	-1,059	0,299	
Reg. 834	29	32,909	30,621	2,288	0,075	1,244	0,224	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Se consideriamo il regime integrato, non emergono differenze statisticamente significative rispetto al controfattuale per la maggior parte delle categorie analizzate (Tabella 66). Minori impieghi si registrano per la categoria GHS08 ex R40 e R63.

Tabella 66 - Fitofarmaci - Vite integrato

Vite ¹	Appezamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p-value	Sign.
Fitofarmaci								
Acaricidi	120	0,010	0,033	-0,023	-0,697	-1,113	0,268	
Insetticidi	120	0,973	0,830	0,143	0,172	1,007	0,316	
Fungicidi	120	34,011	34,357	-0,346	-0,010	-0,796	0,427	
Erbicidi	120	0,613	0,782	-0,169	-0,216	-0,083	0,934	
GHS06	80	0,034	0,030	0,004	0,133	0,016	0,987	
GHS07	80	14,932	13,474	1,458	0,108	1,308	0,195	
GHS08	80	4,725	2,881	1,844	0,640	2,511	0,014	**
GHS08 ex R40 e R63	80	2,854	4,145	-1,291	-0,311	-4,483	0,000	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	80	17,708	19,020	-1,312	-0,069	-0,145	0,885	
RAME	80	3,273	3,173	0,100	0,032	0,079	0,937	
Reg. 834	80	21,371	23,228	-1,857	-0,080	-0,519	0,605	
Fitofarmaci - Collina								
Acaricidi	41	0,000	0,012	-0,012	-1,000	-1,177	0,246	
Insetticidi	41	0,375	0,794	-0,419	-0,528	-0,490	0,627	
Fungicidi	41	28,623	40,583	-11,960	-0,295	-0,087	0,931	
Erbicidi	41	0,502	0,388	0,114	0,294	2,055	0,046	**
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	79	0,010	0,041	-0,031	-0,756	-1,121	0,266	
Insetticidi	79	1,234	0,855	0,379	0,443	1,349	0,181	
Fungicidi	79	36,383	31,025	5,358	0,173	1,864	0,066	*
Erbicidi	79	0,695	0,990	-0,295	-0,298	-1,114	0,269	
GHS06	54	0,038	0,034	0,004	0,118	0,091	0,928	
GHS07	54	14,219	12,458	1,761	0,141	0,506	0,615	
GHS08	54	5,685	3,122	2,563	0,821	2,498	0,016	**
GHS08 ex R40 e R63	54	2,811	4,055	-1,244	-0,307	-3,230	0,002	***
ALTRO NON GHS 06,07,08	54	20,850	17,403	3,447	0,198	1,774	0,082	*
RAME	54	3,782	3,661	0,121	0,033	0,741	0,462	
Reg. 834	54	22,154	19,973	2,181	0,109	1,346	0,184	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna e qualche categoria della collina.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Energia, carburante e potenza trattrice

Considerando il regime biologico, l'impiego di carburante risulta significativamente più elevato su tutte le zone altimetriche e di vulnerabilità (Tabella 67). Non si registrano valori statisticamente significativi per le altre categorie.

Tabella 67 - Energia, carburante e potenza trattrice -Vite biologico

Vite	Appezamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	213	1922,6	1821,1	101,5	5,6%	1,42	0,158	
Energia - Montagna	35	615,8	684,3	-68,5	-10,0%	-1,69	0,129	
Energia - Collina	133	2517,5	2450,9	66,7	2,7%	0,66	0,520	
Energia - Pianura	45	2634,6	2328,1	306,4	13,2%	1,62	0,109	
Energia - Zone vulnerabili	59	2217,2	2160,0	57,2	2,6%	1,18	0,249	
Energia - Zone non vulnerabili	154	1627,9	1482,2	145,7	9,8%	0,79	0,430	
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	213	172,9	147,5	25,4	17,2%	2,12	0,035	**
Carburante - Montagna	35	199,4	158,4	41,0	25,9%	3,14	0,002	***
Carburante - Collina	133	173,5	148,0	25,5	17,2%	2,60	0,012	**
Carburante - Pianura	45	145,7	136,1	9,6	7,0%	1,07	0,302	
Carburante - Zone vulnerabili	59	188,5	163,8	24,8	15,1%	2,27	0,024	**

Vite	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Carburante - Zone non vulnerabili	154	157,2	131,3	25,9	19,7%	3,48	0,001	***
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	213	104,7	109,6	-4,8	-4,4%	-1,54	0,127	
Potenza trattrice - Montagna	35	88,9	87,4	1,5	1,7%	1,33	0,184	
Potenza trattrice - Collina	133	96,3	109,6	-13,3	-12,1%	-1,43	0,161	
Potenza trattrice - Pianura	45	128,8	131,8	-3,0	-2,3%	-1,66	0,141	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	59	117,0	121,6	-4,6	-3,8%	-0,65	0,535	
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	154	92,4	97,6	-5,2	-5,3%	-1,08	0,282	

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in biologico < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in biologico > quantità input controfattuale

Per quanto riguarda il regime integrato, non emergono differenze statisticamente significative con il controfattuale (Tabella 68), anche se gli impieghi in integrato risultano inferiori in termini assoluti.

Tabella 68 - Energia, carburanti e macchine motrici – Vite integrato

Vite ¹	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kWh ha⁻¹	kWh ha⁻¹	kWh ha⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	120	1778,8	1859,0	-80,2	-4,3%	-1,23	0,233	
Energia - Collina	41	1708,5	1751,8	-43,3	-2,5%	-1,20	0,260	
Energia - Pianura	79	1849,1	1966,2	-117,1	-6,0%	-1,32	0,212	
Energia - Zone vulnerabili	46	1851,6	1950,0	-98,4	-5,0%	-0,96	0,353	
Energia - Zone non vulnerabili	74	1706,1	1767,9	-61,8	-3,5%	-1,29	0,217	
Carburante	n.	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	kg ha⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	120	142,9	157,7	-14,8	-9,4%	1,18	0,240	
Carburante - Collina	41	150,7	168,4	-17,8	-10,6%	-0,96	0,343	
Carburante Pianura	79	135,2	146,9	-11,7	-8,0%	-1,56	0,128	
Carburante - Zone vulnerabili	46	144,5	164,0	-19,5	-11,9%	-1,13	0,270	
Carburante - Zone non vulnerabili	74	141,2	151,3	-10,1	-6,7%	-0,43	0,667	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	120	113,5	117,7	-4,2	-3,5%	-0,14	0,887	
Potenza trattrice - Collina	41	96,6	99,7	-3,1	-3,1%	-1,66	0,129	
Potenza trattrice - Pianura	79	130,4	135,8	-5,3	-3,9%	-1,35	0,176	
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	46	124,0	127,4	-3,3	-2,6%	-0,73	0,472	
Potenza trattrice -Zone non vulnerabili	74	103,0	108,1	-5,1	-4,8%	-0,71	0,490	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Analisi di impatto e interpretazione

Nel caso della vite, l'analisi mostra che non vi sono differenze statisticamente significative quando confrontiamo il valore di CFP per kg di prodotto del regime biologico con il suo controfattuale. Infatti, i valori sono perlopiù simili. Al contrario, considerando l'unità di superficie, il regime biologico evidenzia un vantaggio marcato: le emissioni di gas serra per ettaro coltivato risultano significativamente inferiori rispetto al controfattuale in tutte le zone altimetriche e vulnerabili, indicando una migliore performance ambientale (Tabella 69).

Tabella 69 - Carbon footprint -Vite biologico

Vite	Appezzamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	kg CO₂e kg⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	213	0,4365	0,4186	0,02	4,3%	0,38	0,714	
GHG - Montagna	35	0,5072	0,4977	0,01	1,9%	0,86	0,410	
GHG - Collina	133	0,4808	0,4410	0,04	9,0%	1,39	0,179	

Vite	Appezamenti	Biologico	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG - Pianura	45	0,3215	0,3172	0,00	1,4%	1,30	0,196	
GHG - Zone vulnerabili	59	0,4718	0,4552	0,02	3,6%	1,52	0,143	
GHG - Zone non vulnerabili	154	0,4011	0,3820	0,02	5,0%	1,59	0,116	
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO₂e ha⁻¹	kg CO₂e ha⁻¹	kg CO₂e ha⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	213	3116,78	4851,63	-1734,85	-35,8%	-2,99	0,003	***
GHG - Montagna	35	3246,26	4250,74	-1004,48	-23,6%	-4,72	0,000	***
GHG - Collina	133	2983,19	4743,84	-1760,65	-37,1%	-4,01	0,000	***
GHG - Pianura	45	3389,92	5241,02	-1851,10	-35,3%	-5,73	0,000	***
GHG - Zone vulnerabili	59	3694,51	4740,42	-1045,91	-22,1%	-5,74	0,000	***
GHG - Zone non vulnerabili	154	2759,97	4599,58	-1839,61	-40,0%	-3,95	0,001	***

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in biologico < CFP contofattuale; Rosso: CFP in biologico > CFP contofattuale

Dall'analisi della distribuzione delle emissioni di gas serra per operazioni colturali, emerge che nel regime biologico la quota maggiore è imputabile alla meccanizzazione, seguita dall'impiego di fitofarmaci e dalla fertilizzazione (Tabella 70).

Tabella 70 - Incidenza delle operazioni colturali – Vite biologico

Vite	Biologico (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Biologico (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	2078,89	66,7%	3037,12	62,6%
Meccanizzazione impianto e gestione	1513,44	72,8%	2013,61	66,3%
Meccanizzazione raccolta	565,46	27,2%	1023,51	33,7%
Fertilizzazione	239,99	7,7%	456,05	9,4%
Fertilizzazione uso macchine	41,76	17,4%	58,37	12,8%
Fertilizzazione chimica	0,00	0,0%	327,90	71,9%
Fertilizzazione organica	198,23	82,6%	69,78	15,3%
Impiego fitofarmaci	797,90	25,6%	1358,46	28,0%
Impiego fitofarmaci uso macchine	512,25	64,2%	628,97	46,3%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,0%	31,24	2,3%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	285,65	35,8%	585,50	43,1%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,00	0,0%	110,04	8,1%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	0,00	0,0%	2,72	0,2%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La Figura 43 riporta il valore di CFP ripartito per operazione colturale e unità di superficie, mentre la Figura 44 riporta i valori di CFP per unità di prodotto.

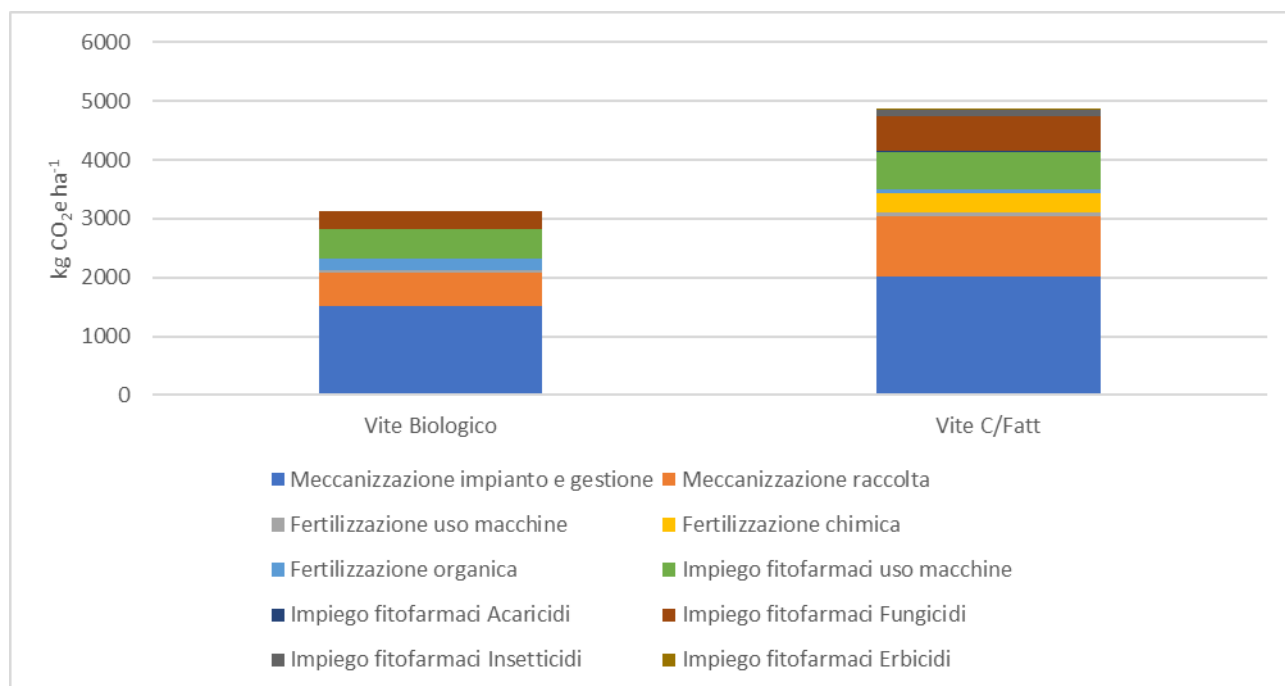


Figura 43 - Valore assoluto di CFP stimato (valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

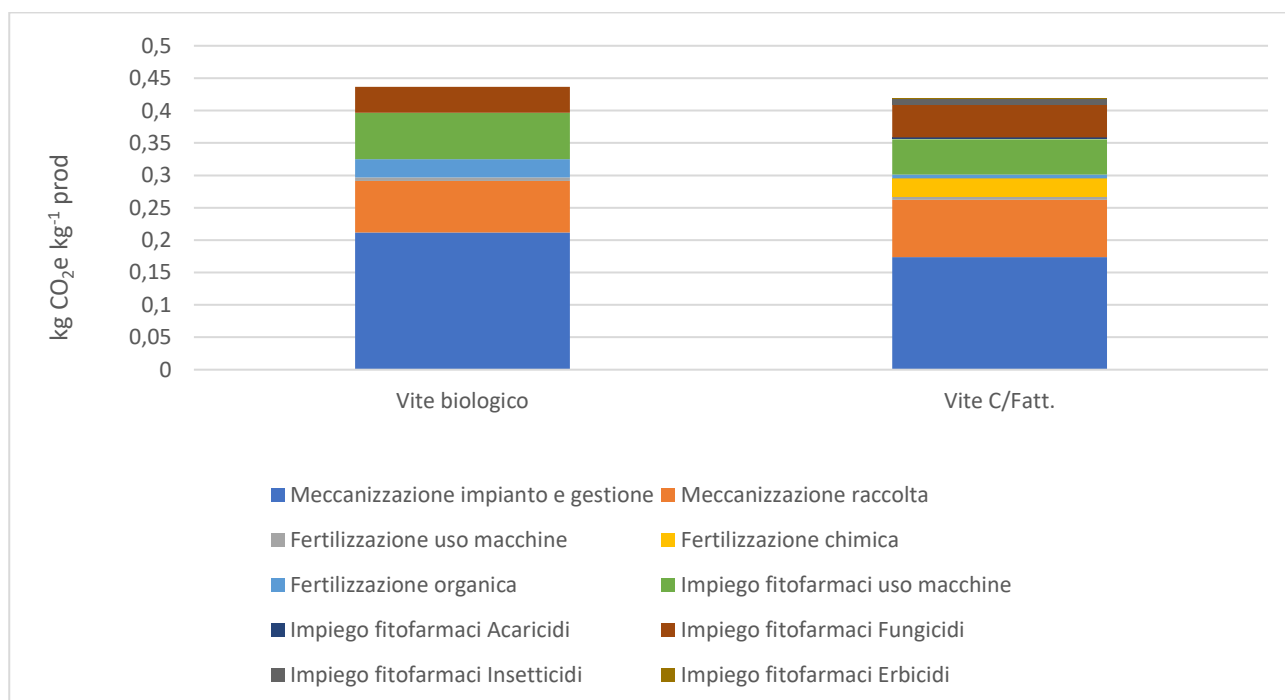


Figura 44 - Valori di CFP per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Relativamente all'integrato, non emergono differenze statisticamente significative dal confronto con il relativo controfattuale. Tuttavia, il valore di CFP per unità di superficie della coltivazione della vite in regime integrato nelle aree vulnerabili è significativamente inferiore (Tabella 71).

Tabella 71 - Carbon footprint - Vite integrato

Vite	Appezamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	120	0,4165	0,4322	-0,02	-3,6%	-1,56	0,128	
GHG - Collina	41	0,4197	0,4366	-0,02	-3,9%	-1,00	0,321	
GHG - Pianura	79	0,3742	0,3925	-0,02	-4,7%	1,32	0,192	
GHG - Zone vulnerabili	46	0,4617	0,4720	-0,01	-2,2%	-1,12	0,266	
GHG - Zone non vulnerabili	74	0,3713	0,3923	-0,02	-5,4%	-0,39	0,698	
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	120	6450,31	6671,34	-221,03	-3,3%	-1,61	0,127	
GHG - Collina	41	4566,76	4135,56	431,20	10,4%	1,72	0,088	*
GHG - Pianura	79	6624,25	7273,34	-649,09	-8,9%	1,62	0,115	
GHG - Zone vulnerabili	46	6226,19	8059,97	-1833,78	-22,8%	-3,96	0,000	***
GHG - Zone non vulnerabili	74	6231,80	5655,42	576,38	10,2%	-1,05	0,304	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in integrato < CFP controfattuale; Rosso: CFP in integrato > CFP controfattuale

Analizzando l'impatto delle diverse fasi colturali, le emissioni risultano generalmente più elevate nelle fasi di meccanizzazione, con un incremento particolarmente marcato attribuibile all'uso di macchinari per la distribuzione dei fitofarmaci (Tabella 72). La fase di fertilizzazione risulta quella nel quale la coltivazione della vite in regime integrato registra un impatto maggiore quando confrontata con il controfattuale.

Tabella 72 - Incidenza operazioni colturali - Vite integrato

Vite	Integrato (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Integrato (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	3412,21	52,9%	3695,92	55,4%
Meccanizzazione impianto e gestione	2221,35	65,1%	2557,58	69,2%
Meccanizzazione raccolta	1190,86	34,9%	1138,34	30,8%
Fertilizzazione	1122,35	17,4%	907,30	13,6%
Fertilizzazione uso macchine	107,75	9,6%	66,23	7,3%
Fertilizzazione chimica	539,85	48,1%	557,08	61,4%
Fertilizzazione organica	474,76	42,3%	283,99	31,3%
Impiego fitofarmaci	1915,74	29,7%	2068,12	31,0%
Impiego fitofarmaci uso macchine	657,10	34,3%	1038,19	50,2%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	0,00	0,0%	56,46	2,7%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	1258,64	65,7%	905,83	43,8%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	0,00	0,0%	64,11	3,1%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	0,00	0,0%	3,52	0,2%

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

La successiva Figura 45 riporta il valore di CFP ripartito per operazione colturale e la Figura 46 riporta i relativi valori per unità di prodotto.

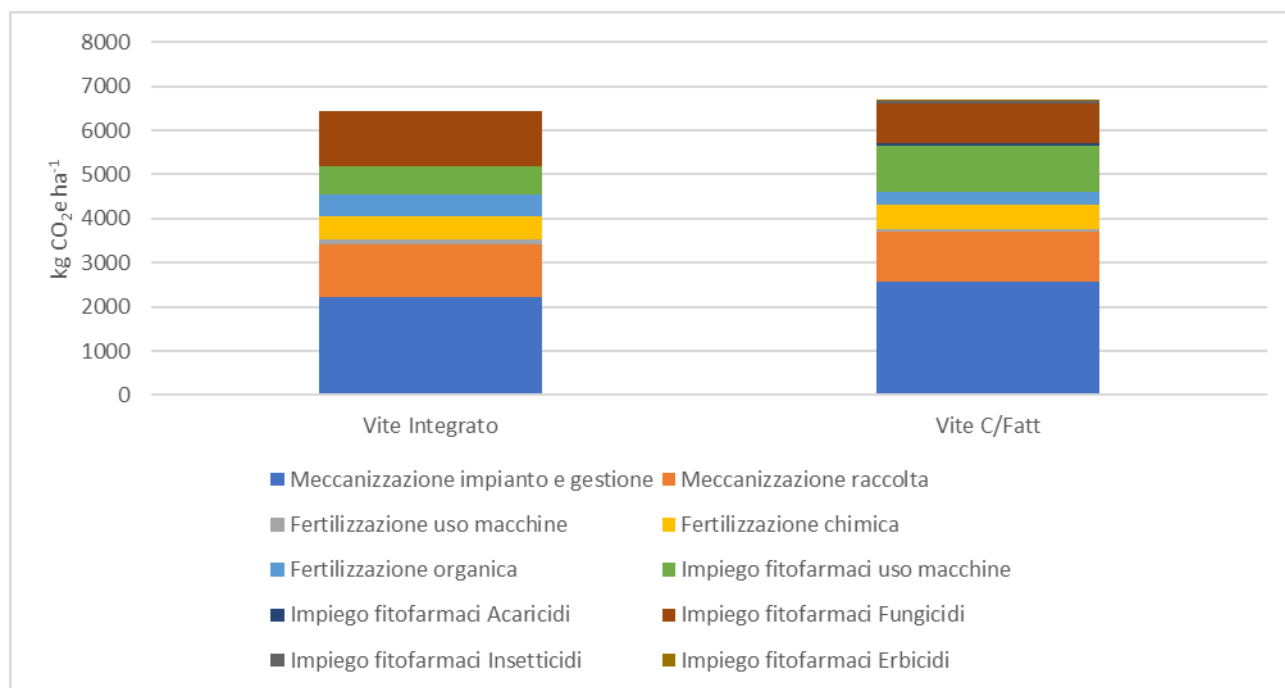


Figura 45 - Valore assoluto di CFP stimato (Valore medio)

Fonte: Elaborazione ASI Srl

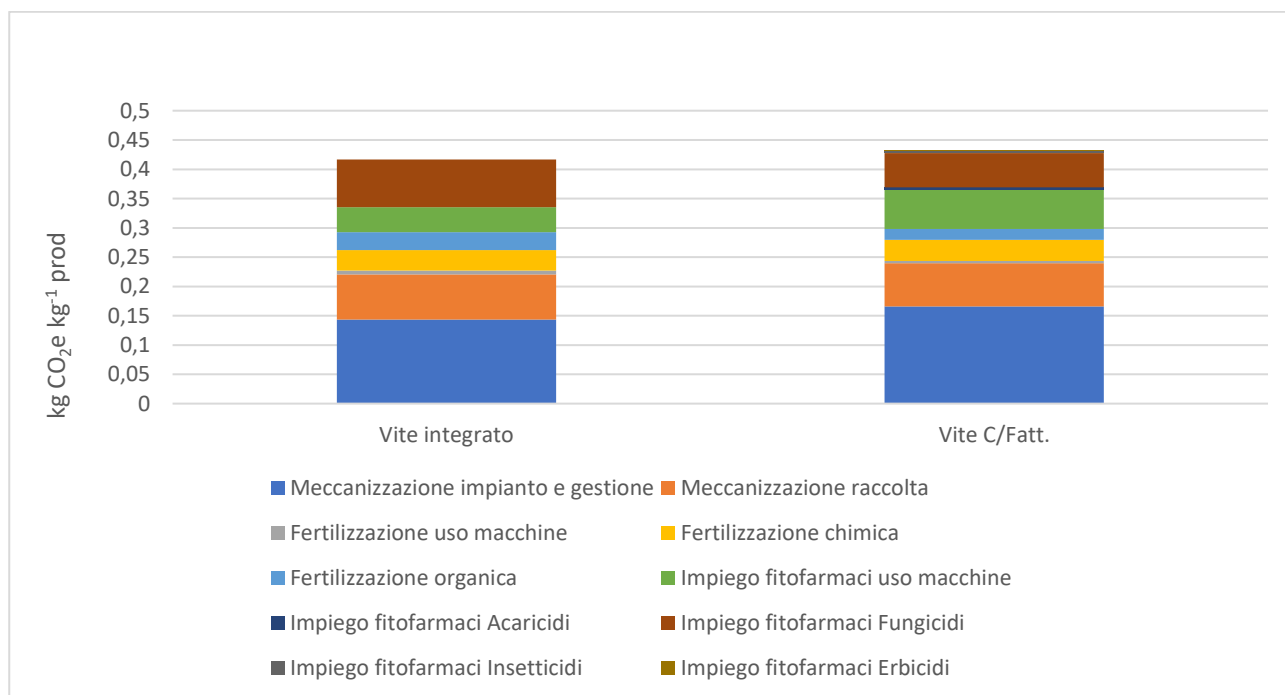


Figura 46 - Valori di CFP percentuali

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.3.7 Pero

Unità funzionale e confini del sistema

L'analisi ha riguardato la produzione del pero in Emilia-Romagna, includendo le fasi di coltivazione e raccolta. Pertanto, il sistema analizzato include tutti i flussi di materia ed energia associati alla produzione primaria del pero (*from cradle to farm gate*). L'impatto ambientale è stato stimato attraverso l'indicatore GWP 100a e sono state definite due unità funzionali:

- emissioni di CO₂ per unità di prodotto (kg CO₂e kg⁻¹ prod.);
- emissioni di CO₂ per unità di superficie coltivata (kg CO₂e ha⁻¹).

Nella figura successiva si riportano i flussi del processo produttivo del pero nell'ambito dei confini del sistema considerato.

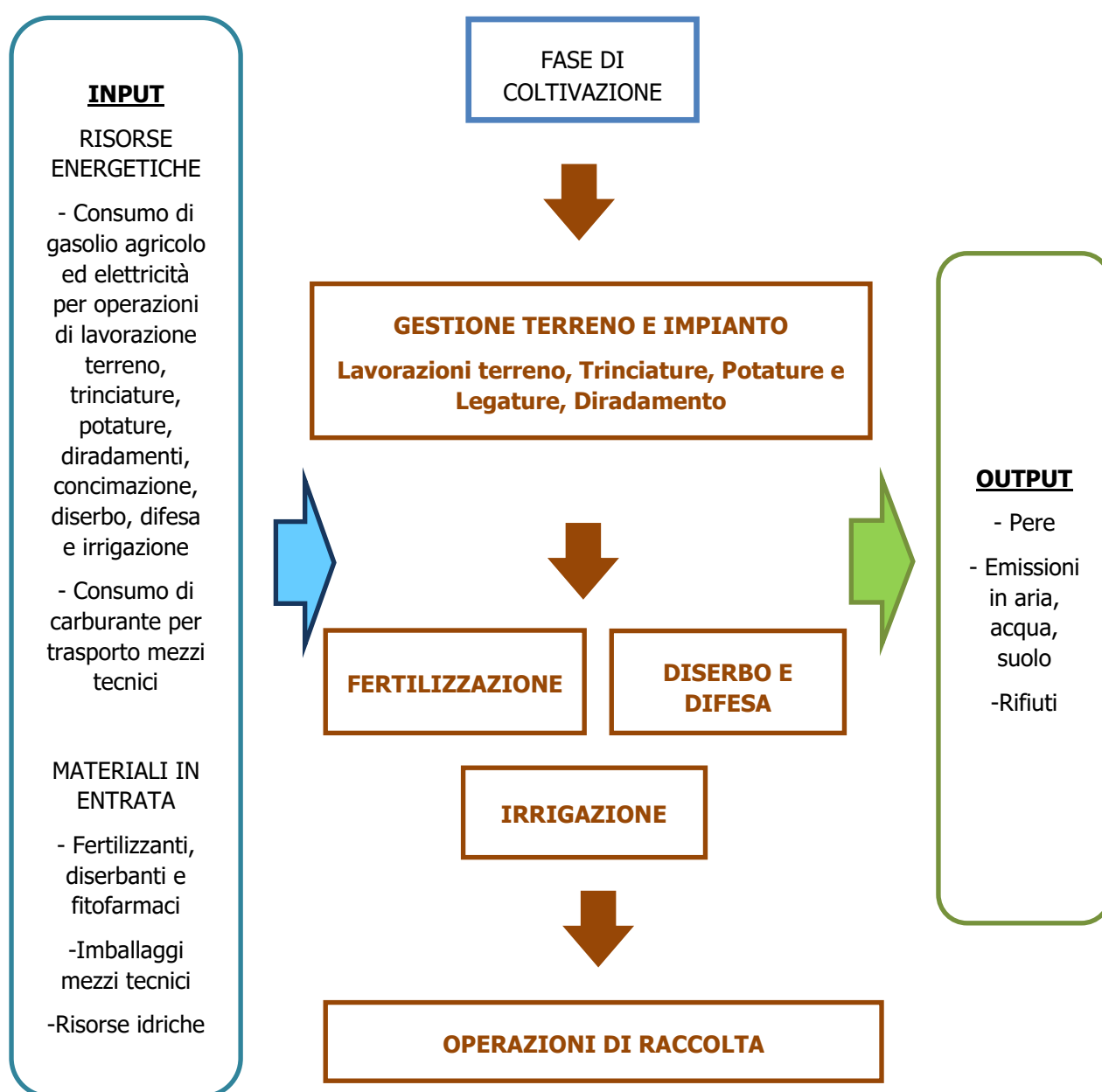


Figura 47 - Flow chart del processo produttivo relativo al pero - Fase di coltivazione

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Analisi di inventario

I dati utilizzati per l'analisi di inventario sono:

- dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati stimati dai dati primari riferiti all'indagine svolta nel periodo 2017-2019;
- dati secondari desunti dalla letteratura e dal database Ecoinvent (<https://ecoinvent.org/>), che hanno consentito di completare la raccolta delle informazioni laddove i dati primari erano assenti.

I dati raccolti sono riportati nella Tabella 73.

Tabella 73 - Dati raccolti - Pero

Voce	Fonte
Consumi di energia	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi idrici	Dati indagine 2017-2019
Consumi di carburante	Stima da dati indagine 2017-2019
Consumi di fertilizzanti	Dati indagine 2017-2019
Consumi di fitofarmaci	Dati indagine 2017-2019
Produzione di rifiuti	Dati Ecoinvent (v3.11)

In sintesi, la stima della CFP ha considerato il calcolo delle emissioni di GHG relative alle seguenti voci:

- Emissioni derivanti dall'uso di fertilizzanti;
- Emissioni dirette di N₂O derivanti dalla somministrazione di N al suolo e dalla mineralizzazione di N della sostanza organica;
- Emissioni indirette di N₂O derivanti dalla dispersione di N per l'uso di fertilizzanti di sintesi e organici, lisciviazione e residui colturali;
- Emissioni derivanti dalla distribuzione di fitofarmaci;
- Emissioni derivanti dalla gestione dei residui colturali in riferimento alle riserve di carbonio nel suolo e alle emissioni di GHG non CO₂ derivanti dalla combustione della biomassa;
- Emissioni dalla degradazione della sostanza organica e connesse alle riserve di carbonio nel suolo;
- Emissioni derivanti dall'uso di energia per l'irrigazione;
- Emissioni da combustione per l'uso dei carburanti nelle fasi di lavorazione e raccolta;
- Smaltimento dei rifiuti.

Di seguito sono riportati i dati di inventario utilizzati nei regimi integrato e relativo controfattuale, per macrocategoria di input. Su questi dati è stata condotta una prima analisi del t-test tesa ad individuare caratteristiche e differenze tra i regimi considerati, come per le altre colture oggetto di analisi.

Impiego di fertilizzanti

Dai risultati (cfr. tabella successiva) emerge che, a livello generale, viene registrato un impiego maggiore di fertilizzanti nel regime integrato rispetto al controfattuale, con particolare riferimento a fosforo minerale e potassio.

Tabella 74 - Fertilizzanti - Pero integrato

Pero ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p- value	Sign.
Fertilizzanti - Totale								
CNmin	59	62,1	57,4	4,7	8,2%	0,73	0,466	
CNorg	59	11,5	8,2	3,3	40,2%	0,19	0,853	
CNTot	59	73,6	65,6	8,0	12,2%	0,78	0,438	
CPmin	59	17,2	12,9	4,3	33,3%	2,08	0,042	**
CPorg	59	7,8	3,8	4,0	105,3%	0,02	0,984	
CPtot	59	24,9	16,7	8,2	49,1%	2,12	0,038	**
CK	59	60,1	34,8	25,3	72,7%	2,22	0,031	**
Fertilizzanti - Pianura								
CNmin	59	62,1	57,4	4,7	8,2%	0,73	0,466	
CNorg	59	11,5	8,2	3,3	40,2%	0,19	0,853	
CNTot	59	73,6	65,6	8,0	12,2%	0,78	0,438	
CPmin	59	17,2	12,9	4,3	33,3%	2,08	0,042	**
CPorg	59	7,8	3,8	4,0	105,3%	0,02	0,984	
CPtot	59	24,9	16,7	8,2	49,1%	2,12	0,038	**
CK	59	60,1	34,8	25,3	72,7%	2,22	0,031	**
Fertilizzanti-Zone vulnerabili								
CNmin	34	55,6	53,8	1,8	3,3%	0,66	0,511	
CNorg	34	8,5	9,9	-1,4	-14,1%	-0,07	0,947	
CNTot	34	64,2	63,7	0,5	0,8%	0,61	0,550	
CPmin	34	18,0	7,6	10,4	136,8%	1,25	0,222	
CPorg	34	1,0	5,6	-4,6	-82,1%	-1,05	0,301	
CPtot	34	19,0	13,2	5,8	43,9%	0,57	0,575	
CK	34	46,2	31,1	15,1	48,6%	0,66	0,516	
Fertilizzanti-Zone non vulnerabili								
CNmin	25	67,0	64,6	2,4	3,7%	0,36	0,725	
CNorg	25	13,8	4,8	9,0	187,5%	0,69	0,494	
CNTot	25	80,9	69,4	11,5	16,6%	0,49	0,629	
CPmin	25	16,5	23,8	-7,3	-30,7%	-1,67	0,107	
CPorg	25	13,0	0,2	12,8	6400,0%	1,45	0,160	
CPtot	25	29,6	24,0	5,6	23,3%	2,47	0,021	**
CK	25	70,8	42,4	28,4	67,0%	2,70	0,013	**

¹ assenza di appezzamenti per le categorie Fertilizzanti – Collina e Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Impiego di fitofarmaci

Dai risultati (Tabella 75) emerge che non si riscontrano differenze statisticamente significative nell'impiego di fitofarmaci tra il regime integrato e il controfattuale. Le quantità utilizzate risultano molto simili in tutte le categorie considerate, le differenze osservate non sono infatti statisticamente rilevanti. Questo suggerisce che, dal punto di vista fitosanitario, nel periodo considerato dall'indagine campionaria, la gestione in integrato non ha comportato un utilizzo particolarmente diverso rispetto alla gestione controfattuale.

Va precisato che la gestione della coltura con le tecniche di Produzione integrata si basa su un approccio complesso di combinazioni di pratiche colturali, lotta biologica e, se necessario, l'uso mirato di prodotti chimici, al fine di cercare di mantenere le popolazioni di organismi nocivi al di sotto di soglie di intervento accettabili. In alcune annate, con andamenti meteo particolari, il fine di garantire la produzione può determinare differenze non statisticamente significative se si considera la sola differenza tra le quantità di fitofarmaci impiegati.

Tabella 75 - Fitofarmaci - Pero integrato.

Pero ¹	Appezzamenti (n.)	Integrato (kg ha ⁻¹)	C/Fatt. (kg ha ⁻¹)	Diff. (kg ha ⁻¹)	Diff. (%)	t	p- value	Sign.
Fitofarmaci - Totale								
Acaricidi	59	0,011	0,020	-0,009	-0,450	-0,944	0,349	
Insetticidi	59	11,010	10,673	0,337	0,032	0,683	0,497	
Fungicidi	59	31,855	32,914	-1,059	-0,032	-1,108	0,273	
Erbicidi	59	0,908	0,900	0,008	0,009	1,684	0,097	*
GHS06	44	2,891	2,693	0,198	0,074	0,546	0,588	
GHS07	44	23,433	24,548	-1,115	-0,045	-0,607	0,547	
GHS08	44	17,774	17,975	-0,201	-0,011	-0,543	0,590	
GHS08 ex R40 e R63	44	11,266	9,777	1,489	0,152	0,987	0,329	
ALTRO NON GHS 06,07,08	44	13,702	20,389	-6,687	-0,328	-0,775	0,443	
RAME	44	2,655	3,172	-0,517	-0,163	-1,021	0,313	
Reg. 834	44	15,181	20,883	-5,702	-0,273	-0,945	0,350	
Fitofarmaci - Pianura								
Acaricidi	59	0,012	0,020	-0,008	-0,400	-0,944	0,349	
Insetticidi	59	11,011	10,674	0,337	0,032	0,683	0,497	
Fungicidi	59	31,855	32,913	-1,058	-0,032	-1,108	0,273	
Erbicidi	59	0,912	0,905	0,007	0,008	1,684	0,097	*
GHS06	44	2,888	2,693	0,195	0,072	0,546	0,588	
GHS07	44	23,427	24,555	-1,128	-0,046	-0,607	0,547	
GHS08	44	17,766	17,973	-0,207	-0,012	-0,543	0,590	
GHS08 ex R40 e R63	44	11,271	9,778	1,493	0,153	0,987	0,329	
ALTRO NON GHS 06,07,08	44	13,694	20,395	-6,701	-0,329	-0,775	0,443	
RAME	44	2,653	3,170	-0,517	-0,163	-1,021	0,313	
Reg. 834	44	15,181	20,882	-5,701	-0,273	-0,945	0,350	

¹ assenza di appezzamenti per le categorie Fertilizzanti – Collina e Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Energia, carburante e potenza trattrice

Nella tabella seguente sono riportati i dati relativi al consumo di energia nella coltivazione del pero in regime integrato e convenzionale. Nonostante la dimensione campionaria contenuta, il confronto mostra differenze statisticamente significative. In particolare, il regime integrato si caratterizza per un consumo di carburante più contenuto rispetto al controfattuale e per l'impiego di trattrici con potenza mediamente inferiore. Tali differenze si confermano anche in diversi sottogruppi considerati, come le aree di pianura e quelle classificate come vulnerabili o non vulnerabili.

Tabella 76 - Energia, carburante e potenza trattrice - Pero integrato

Pero ¹	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
Energia	n.	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	kWh ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Energia - Totale	59	5303,9	5627,4	-323,5	-5,7%	-1,61	0,127	
Energia - Pianura	59	5303,9	5627,4	-323,5	-5,7%	-1,61	0,127	
Energia - Zone vulnerabili	34	6599,6	6921,4	-321,7	-4,6%	-0,54	0,596	
Energia - Zone non vulnerabili	25	4008,3	4333,4	-325,2	-7,5%	-1,46	0,181	
Carburante	n.	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
Carburante - Totale	59	169,5	194,5	-25,0	-12,8%	-2,38	0,019	**
Carburante Pianura	59	169,5	194,5	-25,0	-12,8%	-2,38	0,019	**
Carburante - Zone vulnerabili	34	187,6	216,8	-29,1	-13,4%	-2,35	0,021	
Carburante - Zone non vulnerabili	25	151,4	172,2	-20,9	-12,1%	-2,14	0,037	
Potenza trattrice	n.	CV	CV	CV	%	t	p-value	Sign.
Potenza trattrice - Totale	59	117,6	141,1	-23,5	-16,6%	-2,60	0,028	**
Potenza trattrice - Pianura	59	117,6	141,1	-23,5	-16,6%	-2,60	0,028	**
Potenza trattrice - Zone vulnerabili	34	123,90	154,7	-30,8	-19,9%	-2,14	0,037	**
Potenza trattrice - Zone non vulnerabili	25	111,36	127,5	-16,1	-12,7%	-2,19	0,030	**

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Collina e Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: quantità input in integrato < quantità input controfattuale; Rosso: quantità input in integrato > quantità input controfattuale

Analisi di impatto e interpretazione

Relativamente alla CFP (Tabella 77), il pero coltivato in regime integrato presenta valori di emissioni più contenuti rispetto al controfattuale per unità di prodotto e di superficie.

Tabella 77 - Carbon footprint - Pero integrato

Pero ¹	Appezzamenti	Integrato	C/Fatt.	Diff.	Diff.			
GHG (Climate change) kg prod.	n.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	kg CO ₂ e kg ⁻¹ prod.	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	59	0,2323	0,2701	-0,04	-14,0%	-2,25	0,027	**
GHG - Pianura	59	0,2323	0,2701	-0,04	-14,0%	-2,25	0,027	**
GHG - Zone vulnerabili	34	0,2643	0,2961	-0,03	-10,8%	-2,29	0,023	**
GHG - Zone non vulnerabili	25	0,2002	0,2440	-0,04	-17,9%	-2,71	0,009	***
GHG (Climate change) ha	n.	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	kg CO ₂ e ha ⁻¹	%	t	p-value	Sign.
GHG - Totale	59	6972,67	9059,35	-2086,67	-23,0%	-3,31	0,002	***
GHG - Pianura	59	6972,67	9059,35	-2086,67	-23,0%	-3,31	0,002	***
GHG - Zone vulnerabili	34	7449,15	8523,00	-1073,85	-12,6%	-3,25	0,003	***
GHG - Zone non vulnerabili	25	6377,24	9350,87	-2973,63	-31,8%	-3,44	0,000	***

¹ assenza di appezzamenti per le categorie riferite a Collina e Montagna.

Fonte: Elaborazione ASI Srl. Legenda: * $p \leq 0,10$ significatività al 10%; ** $p \leq 0,05$ significatività all'5%; *** $p \leq 0,01$ significatività all'1%; Verde: CFP in integrato < CFP controfattuale; Rosso: CFP in integrato > CFP controfattuale

Incidenza operazioni colturali

L'analisi CFP evidenzia che le fasi che contribuiscono maggiormente alle emissioni nella coltivazione del pero sono quelle legate alla meccanizzazione e all'impiego di fungicidi. Le incidenze sono inoltre più contenute rispetto al convenzionale, se analizziamo le categorie generali di meccanizzazione, fertilizzazione, e fitofarmaci (Tabella 78).

Tabella 78 - Incidenza operazioni colturali - Pero integrato

Pero	Integrato (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	Integrato (%)	C/Fatt. (kg CO ₂ e ha ⁻¹)	C/Fatt. (%)
Meccanizzazione	3115,39	44,68%	4268,76	47,12%
Meccanizzazione impianto e gestione	2109,74	67,72%	3041,49	71,25%
Meccanizzazione raccolta	1005,65	32,28%	1227,27	28,75%
Fertilizzazione	777,45	11,15%	1146,91	12,66%
Fertilizzazione uso macchine	14,15	1,82%	19,84	1,73%
Fertilizzazione chimica	469,35	60,37%	966,27	84,25%
Fertilizzazione organica	293,96	37,81%	160,80	14,02%
Impiego fitofarmaci	3079,83	44,17%	3643,67	40,22%
Impiego fitofarmaci uso macchine	1279,67	41,55%	1363,10	37,41%
Impiego fitofarmaci Acaricidi	18,79	0,61%	13,12	0,36%
Impiego fitofarmaci Fungicidi	1346,50	43,72%	1790,13	49,13%
Impiego fitofarmaci Insetticidi	405,92	13,18%	462,38	12,69%
Impiego fitofarmaci Erbicidi	28,95	0,94%	14,94	0,41%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La Figura 48 riporta il valore di CFP ripartito per operazione colturale, mentre la Figura 49 riporta i rispettivi valori CFP per unità di prodotto.

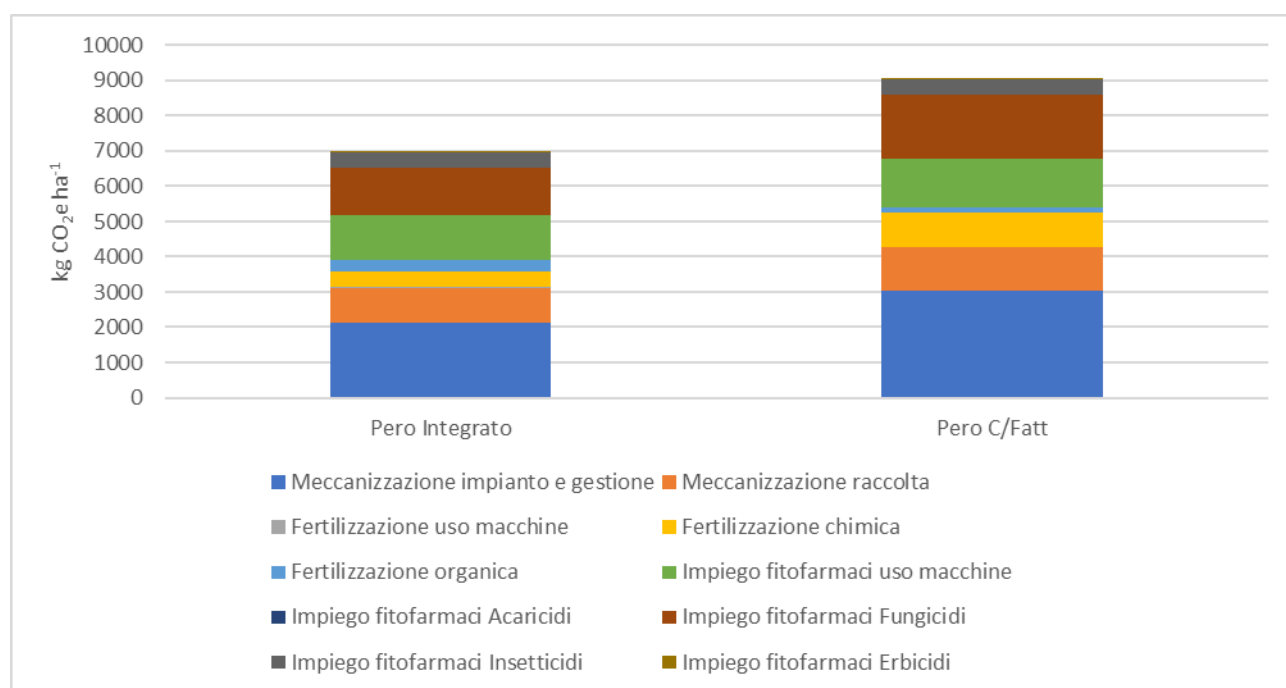


Figura 48 - Valore assoluto CFP stimato (valore medio) per unità di superficie

Fonte: Elaborazione ASI Srl

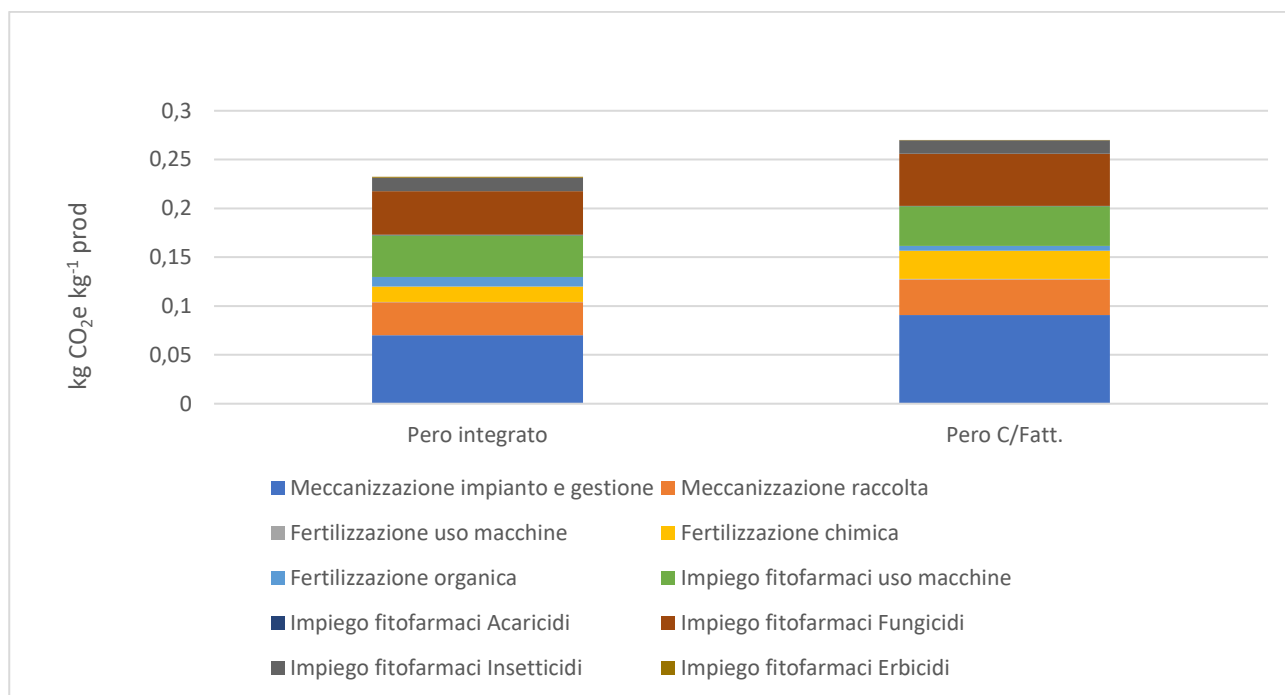


Figura 49 - Valore CFP stimato per unità di prodotto

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.3.8 Confronto tra le colture

La tabella successiva presenta una sintesi dei valori di Carbon Footprint in termini assoluti rilevati per ciascuna coltura nei diversi regimi "fattuali" analizzati.

Tabella 79 - Riepilogo CFP per unità di prodotto e superficie.

Coltura	CFP per unità di prodotto	CFP per unità di superficie
Frumento Tenero		
Biologico	✓	✓
Integrato	✓	✓
Erba medica		
Biologico	✗	✓
Mais		
Integrato	✓	✓
Pomodoro		
Biologico	✗	✓
Vite		
Biologico	== *	✓
Integrato	== **	✓
Pero		
Integrato	✓	✓

* Valori con significatività maggiori del 10% indicano valori di CFP molto simili tra il regime fattuale e controfattuale analizzati.

**Valori con significatività maggiori del 10% indicano valori di CFP molto simili tra il regime fattuale e controfattuale analizzati. Nonostante non emerga una differenza significativa tra i due regimi, la CFP per unità di prodotto nel regime integrato è leggermente inferiore in termini di valore assoluto rispetto al controfattuale.

L'analisi trasversale delle colture e dei regimi, riferita all'unità di superficie, mostra che il biologico registra costantemente emissioni di gas serra inferiori allo scenario controfattuale; il regime integrato si colloca in posizione intermedia, fatta eccezione per la vite, dove questo vantaggio si annulla (Figura 50). In termini assoluti di Carbon Footprint, il pomodoro presenta l'impronta più elevata, seguito da pero, vite e mais, mentre frumento tenero ed erba medica evidenziano i valori più contenuti.

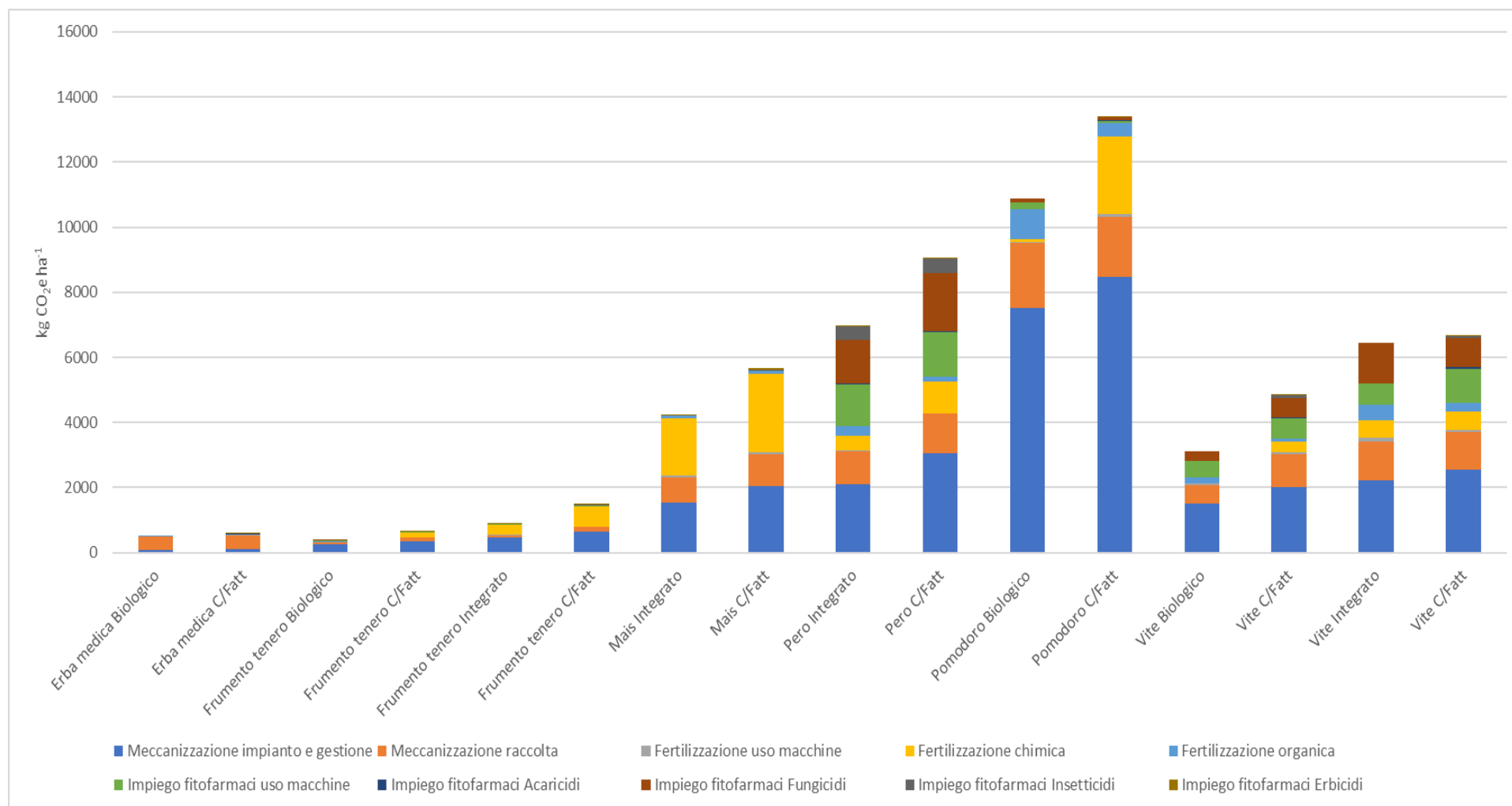


Figura 50 - Confronti tra le CFP delle diverse colture per regime e incidenza nelle operazioni colturali (per unità di superficie).

Fonte: Elaborazione ASI Srl

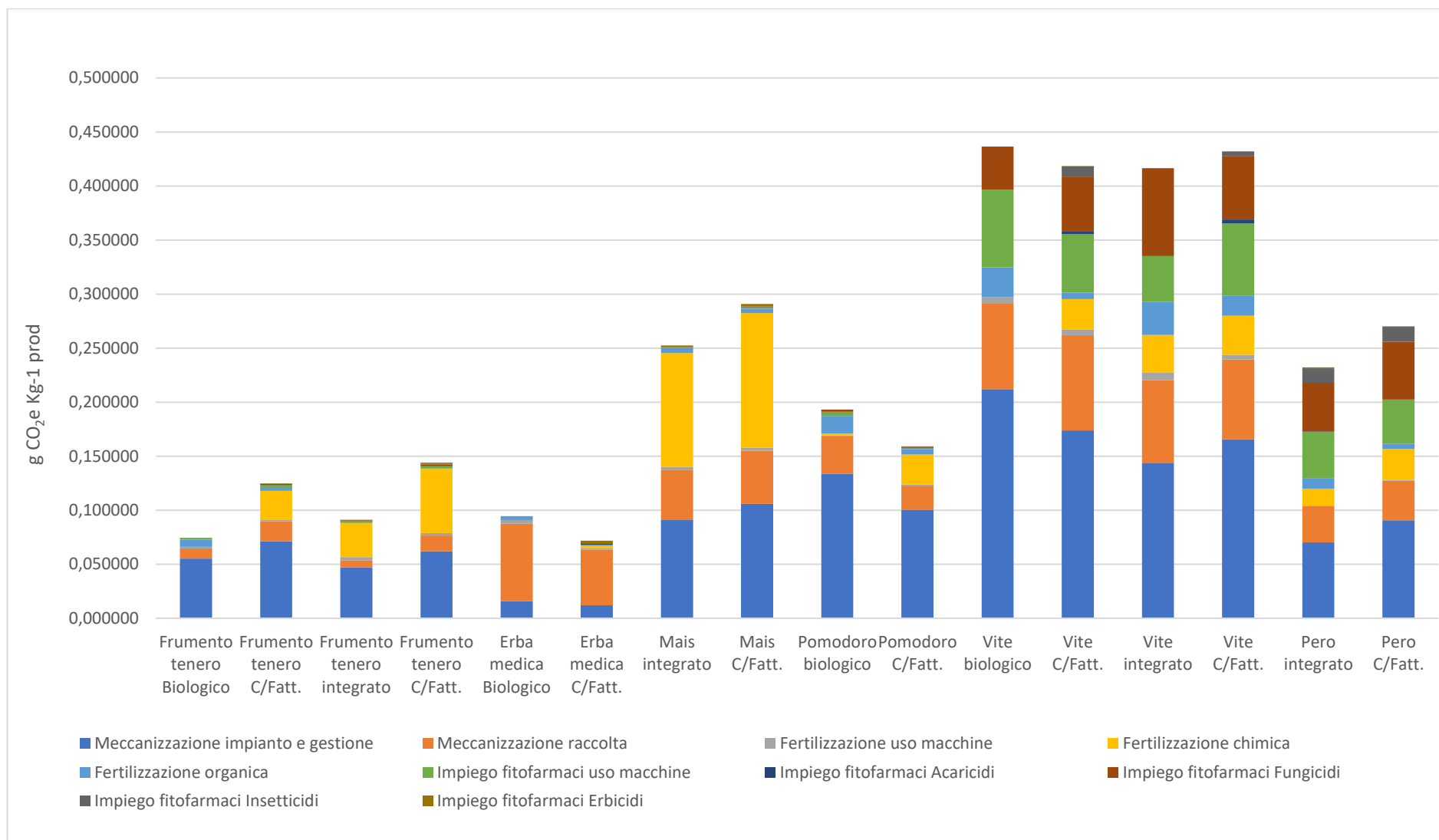


Figura 51 - Confronti tra le CFP delle diverse colture per regime e incidenza nelle operazioni colturali (per unità di prodotto)

6.4 Territorializzazione

L'esame congiunto del contesto regionale, della letteratura di riferimento (**cf. Allegato 3**), nonché dei risultati di Carbon Footprint ottenuti per le colture in studio, ha messo a disposizione un patrimonio informativo sufficiente per valutare il contributo delle superfici interessate dalle Misure 10 e 11 (regimi biologico e integrato) alla riduzione delle emissioni climalteranti a scala regionale. Per realizzare l'analisi di territorializzazione, un'estrazione dei dati relativi alle superfici agricole della regione Emilia-Romagna ha permesso di creare delle classi di studio, come riportate in Tabella 80. L'elaborazione si fonda sugli ultimi dati disponibili, tratti dal Censimento dell'Agricoltura Istat: i dati si riferiscono all'anno 2024, e nei casi segnalati in tabella al 2023.

Tabella 80 - Superfici per coltura - Regione Emilia-Romagna

Macrocategoria	Tipo di coltivazione	Superficie (ha)
Cereali	Frumento tenero	131.521
Cereali	Frumento duro	69.541
Cereali	Miscele di segale e cereali invernali	784
Cereali	Orzo	17.424
Cereali	Miscele di avena e cereali primaverili (grano misto diverso dal maslin)	460
Cereali	Mais	51.408
Cereali	Sorgo	24.052
Cereali	Triticale	385
Cereali	Riso	4.965
Cereali	Altri cereali	1.308
Legumi secchi	Pisello proteico	1.296
Legumi secchi	Pisello da granella	1.614
Legumi secchi	Fagiolo secco	394
Legumi secchi	Fava da granella	3.034
Legumi secchi	Lenticchia	55
Legumi secchi	Cece	943
Piante da tubero	Patata comune	3.879
Piante industriali	Tabacco	90
Piante industriali	Luppolo	15
Piante industriali	Barbabietola da zucchero	13493
Piante industriali tessili	Lino	22
Piante industriali tessili	Canapa	30
Piante industriali da semi oleosi	Arachide	146
Piante industriali da semi oleosi	Colza	6.579
Piante industriali da semi oleosi	Ravizzone	304
Piante industriali da semi oleosi	Girasole	15.131
Piante industriali da semi oleosi	Soia	44.356
Piante aromatiche, spezie e da condimento		483
Foraggiere temporanee o avvicendate	Orzo a maturazione cerosa	1.190
Foraggiere temporanee o avvicendate	Mais ceroso	37.975
Foraggiere temporanee o avvicendate	Loietto	4.293
Foraggiere temporanee o avvicendate	Altri erbai monofiti	21.963
Foraggiere temporanee o avvicendate	Graminacee	4.285
Foraggiere temporanee o avvicendate	Leguminose	1.843
Foraggiere temporanee o avvicendate	Altri miscugli	12.093
Foraggiere temporanee o avvicendate	Erba medica	243.511
Foraggiere temporanee o avvicendate	Lupinella	503
Foraggiere temporanee o avvicendate	Sulla	1
Foraggiere temporanee o avvicendate	Altre specie di foraggiere temporanee	2.944
Foraggiere temporanee o avvicendate	Prati avvicendati polifiti	57.313
Foraggiere temporanee o avvicendate	Trifoglio e miscele	296
Foraggiere temporanee o avvicendate	Miscele di leguminose	8.001
Ortive	Altri legumi freschi	24
Ortive	Fava fresca in piena aria	24
Ortive	Porro in piena aria	28



Macrocategoria	Tipo di coltivazione	Superficie (ha)
Ortive	Cavolo bianco	118
Ortive	Cavolo rosso	7
Ortive	Cavolo verza	54
Ortive	Altri cavoli diversi dai broccoletti di rapa	23
Ortive	Broccoletto di rapa in piena aria	44
Ortive	Cavolfiore (e cavolo broccolo)	113
Ortive	Pisello in piena aria	4.100
Ortive	Fagiolo e fagiolino in piena aria	4.672
Ortive	Scalogno in piena aria	59
Ortive	Cipolla in piena aria	2.774
Ortive	Carota e pastinaca in piena aria	1.631
Ortive	Barbabietola da orto in piena aria	254
Ortive	Asparago in piena aria	485
Ortive	Radicchio o cicoria in piena aria	491
Ortive	Sedano in piena aria	141
Ortive	Carciofo in piena aria	134
Ortive	Melanzana in piena aria	58
Ortive	Peperone in piena aria	16
Ortive	Cetriolo da mensa in piena aria	3
Ortive	Lattuga in piena aria	1.193
Ortive	Popone o melone in piena aria	1.278
Ortive	Zucchini in piena aria	2.311
Ortive	Cocomero in piena aria	1.073
Ortive	Finocchio in piena aria	180
Ortive	Indivia (riccia e scarola) in piena aria	74
Ortive	Ravanello in piena aria	7
Ortive	Spinacio in piena aria	801
Ortive	Bietola da costa in piena aria	107
Ortive	Aglione	422
Ortive	Cicoria o radicchio per consumo fresco in piena aria	370
Ortive	Cicoria o radicchio destinate alla trasformazione in piena aria	121
Ortive	Altre verdure a foglia o a stelo diverse dalla bietola da costa	32
Ortive	Pomodoro da consumo fresco o da mensa	269
Ortive	Pomodoro da trasformazione in piena aria	27.232
Ortive	Fragola in piena aria	145
Ortive	Ortive in serra	..
Fruttifere	Mela	5.241
Fruttifere	Cotogno	2
Fruttifere	Pera	11.291
Fruttifere	Pesca	2.437
Fruttifere	Nettarina (pesca noce)	5.188
Fruttifere	Albicocca	5.172
Fruttifere	Ciliegia in complesso	2.017
Fruttifere	Susina	3.887
Fruttifere	Kiwi	4.286
Fruttifere	Loti o kaki	1.233
Fruttifere	Melograno	65
Fruttifere	Mandorla	84
Fruttifere	Nocciola	468
Fruttifere	Castagne e marroni	2.100
Fruttifere	Noci	1.217
Prati permanenti e pascoli	Pascoli poveri	26.180
Prati permanenti e pascoli	Altri pascoli	12.162
Prati permanenti e pascoli	Prati permanenti	30.791
Legnose	Uva da vino	53.448
Legnose	Uva da tavola	40
Legnose	Olive da tavola e da olio	4.573
Funghi	Funghi di coltivazione in piena aria	\
Totale:		1.012.777

Fonte: Elaborazione ASI Srl. *Dati 2023: riso, tabacco, barbabietola, officinali. Dati 2024: tutti i restanti dati.

Seguendo la metodologia già adottata nell'indagine svolta nella programmazione 2007-2013 (cfr. ARVI 2012, Allegato 9) è stato possibile associare a ciascuna classe una coltura di riferimento, tra quelle oggetto di indagine (Tabella 81), in modo da stimare l'impatto dell'agricoltura regionale. Ad esempio, per il gruppo "Altri cereali" il valore della CFP calcolato è ottenuto come segue: $0,9 \cdot \text{CFP kg CO}_2\text{e ha}^{-1}$ del frumento tenero. Le informazioni – coltura di riferimento e coefficiente – della precedente indagine sono stati aggiornati seguendo i seguenti criteri:

- associazione della coltura di riferimento in base alle analogie culturali con le colture oggetto di studio (ad es. per la produzione di granelle sono state selezionate come colture di riferimento frumento e mais, per la produzione di foraggio l'erba medica);
- aggiornamento delle produzioni ad ettaro, con riferimento ai valori trasmessi dalle statistiche regionali per l'anno 2023 (Emilia-Romagna, 2024) e laddove utile, dal Prontuario Reda (Augusti et al., 2018). L'informazione relativa alla resa ha permesso di confrontare il dato della coltura analizzata con quella di riferimento per l'aggiornamento dei coefficienti.

Tabella 81 - Determinazione dei valori di CFP per tutti i regimi delle colture presenti a livello regionale.

Coltura	Nuova coltura di riferimento	Nuovo coefficiente	Coltura riferimento indagine ARVI 2012	Coefficiente assegnato indagine ARVI 2012
Frumento tenero	Frumento tenero	1,0	Frumento tenero	1,0
Riso	Frumento tenero	0,9	Frumento tenero	1,0
Frumento duro	Frumento tenero	0,9	Frumento tenero	0,9
Orzo	Frumento tenero	0,9	Frumento tenero	0,9
Mais	Mais	1,0	Mais	1,0
Altri cereali	Frumento tenero	0,8	Frumento tenero	0,9
Erbai di graminacee	Erba medica	0,7	Frumento tenero	0,9
Erbai di leguminose	Erba medica	0,7	Mais	0,6
Altre foraggere temporanee o avvicendate	Erba Medica	0,5	Mais	1,0
Colza e ravizzone	Frumento tenero	0,4	Frumento tenero	0,8
Barbabietola da zucchero	Erba medica	0,9	Mais	1,2
Girasole	Frumento tenero	0,5	Mais	0,8
Soia	Frumento tenero	0,6	Mais	0,6
Leguminose da granello	Frumento tenero	0,4	Mais	0,6
Erba medica	Erba medica	1,0	Erba medica	1,0
Orticole	Pomodoro	0,5	Pomodoro	1,5
Pomodoro	Pomodoro	1,0	Pomodoro	1,0
Patata	Pomodoro	0,4	Pomodoro	0,9
Prato permanente	Erba medica	0,7	Erba medica	1,5
Pascolo	Erba medica	0,4	Erba medica	0,4
Piante arboree da Frutto	Pero	0,4	Pero	1,0
Pero	Pero	1,0	/	/
Oliveti	Pero	0,2	Pero	0,5
Vigneti	Vite	1,0	Vite	1,0

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Di seguito sono quindi raccolti in una tabella di riepilogo (Tabella 82) i valori di CFP per coltura e regime ricavati dall'analisi di ciclo di vita.

Per le colture/regimi privi di dati primari (mais biologico, pomodoro integrato, erba medica integrata e pero biologico), le stime mancanti sono state ricostruite a partire dalla letteratura disponibile e dai valori medi indicati nella precedente indagine (cfr. ARVI 2012, Allegato 9).

In colonna si possono apprezzare le differenze percentuali delle emissioni per unità di superficie tra regime biologico e convenzionale e regime integrato e convenzionale; il biologico registra generalmente le riduzioni più elevate. Generalmente, anche per l'integrato le *performance* sono migliori rispetto al convenzionale, fatta eccezione per la vite che sconta il prezzo di un confronto con un convenzionale "medio".

Tabella 82 - Determinazione dei valori di CFP per tutti i regimi delle colture oggetto di indagine

Coltura	Regime	kg CO ₂ e ha ⁻¹	Confronto con convenzionale
Frumento	Convenzionale	996,80	
Frumento	Biologico	366,67	-63,2%
Frumento	Integrato	879,70	-11,7%
Erba medica	Convenzionale	600,23	
Erba medica	Biologico	530,60	-11,6%
Erba medica	Integrato	597,95	-0,4%
Mais	Convenzionale	5.660,49	
Mais	Biologico	3.936,46	-30,5%
Mais	Integrato	4.245,28	-25,0%
Pomodoro	Convenzionale	13.379,24	
Pomodoro	Biologico	10.875,12	-18,7%
Pomodoro	Integrato	12.010,58	-10,2%
Vite	Convenzionale	5.507,38	
Vite	Biologico	3.116,78	-43,4%
Vite	Integrato	6.450,30	+17,1%
Pero	Convenzionale	9.059,34	
Pero	Biologico	6.300,02	-30,5%
Pero	Integrato	6.972,67	-23,0%

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

Definite le informazioni utili, è stato possibile quindi calcolare le emissioni totali per regime e per coltura a livello regionale (Tabella 83). La superficie in "convenzionale" è stata stimata per differenza dalle superfici regionali considerando il valore delle superfici impegnate a biologico e integrato della regione (TO 10.1.01 e M 11 del PSR).

Tabella 83 - Stima delle emissioni totali e per unità di superficie per regime e principali produzioni per la regione Emilia-Romagna

Coltura	Superficie (ha)	Superficie	Emissioni totali	Coltura di riferimento	Coefficiente
frumento tenero	131.521,00	regionale		Frumento tenero	1,0
	104.918,73	convenzionale	104.582.662,19		
	17.359,08	biologico	6.365.053,86		
	9.243,19	integrato	8.131.234,24		
riso	4.965,00	regionale		Frumento tenero	0,9
	2.808,26	convenzionale	2.599.317,31		
	81,80	biologico	27.851,21		
	2.074,94	integrato	1.694.944,38		
frumento duro	69.541,00	regionale		Frumento tenero	0,9
	51.909,36	convenzionale	44.351.218,14		
	9.540,91	biologico	2.998.598,97		
	8.090,73	integrato	6.100.641,58		
orzo	18.614,00	regionale		Frumento tenero	0,9
	13.442,04	convenzionale	11.484.842,97		
	3.675,03	biologico	1.155.019,93		
	1.496,93	integrato	1.128.727,99		
mais	89.383,00	regionale		Mais	1,0
	76.812,39	convenzionale	434.795.765,47		
	3.577,14	biologico	14.081.270,28		
	8.993,47	integrato	38.179.798,32		
altri cereali	26.989,00	regionale		Frumento tenero	0,8
	21.542,33	convenzionale	17.255.352,23		
	3.638,94	biologico	1.072.197,43		
	1.807,73	integrato	1.277.887,57		
erbai di graminacee	8.578,00	regionale		Erba medica	0,7



Coltura	Superficie (ha)	Superficie	Emissioni totali	Coltura di riferimento	Coefficiente
	6.588,93	convenzionale	2.636.582,30		
	1.414,49	biologico	500.352,26		
	574,58	integrato	229.045,33		
erbai di leguminose	10.644,00	regionale		Erba medica	0,7
	9.829,43	convenzionale	4.048.963,86		
	814,57	biologico	296.615,28		
Altre foraggere temporanee o avvicendate	94.313,00	regionale		Erba Medica	0,5
	73.674,69	convenzionale	23.411.519,57		
	19.656,03	biologico	5.521.494,45		
	982,28	integrato	310.950,37		
colza e ravizzone	6.883,00	regionale		Frumento tenero	0,4
	6.047,35	convenzionale	2.260.492,34		
	740,65	biologico	101.840,30		
	95,00	integrato	31.339,31		
barbabietola da zucchero	13.493,00	regionale		Erba medica	0,9
	9.843,64	convenzionale	5.514.551,50		
	964,77	biologico	477.779,83		
	2.684,59	integrato	1.498.224,64		
girasole	15.131,00	regionale		Frumento tenero	0,5
	11.635,86	convenzionale	6.213.529,76		
	2.863,11	biologico	562.401,72		
	632,03	integrato	297.855,42		
soia	44.356,00	regionale		Frumento tenero	0,6
	35.347,30	convenzionale	20.133.758,96		
	3.310,16	biologico	693.563,64		
	5.698,54	integrato	2.864.574,65		
leguminose da granella	7.336,00	regionale		Frumento tenero	0,4
	3.286,40	convenzionale	1.169.954,73		
	3.374,51	biologico	441.904,14		
	675,09	integrato	212.098,81		
erba medica	243.511,00	regionale		Erba medica	1,0
	173.086,17	convenzionale	103.891.511,82		
	61.012,16	biologico	32.373.052,10		
	9.412,67	integrato	5.628.271,29		
orticole (no pomodoro e patata)	23.411,00	regionale		Pomodoro	0,5
	18.373,10	convenzionale	368.727.171,67		
	2.920,03	biologico	47.633.514,98		
	2.117,87	integrato	38.155.265,71		
pomodoro	27.501,00	regionale		Pomodoro	1,0
	22.389,93	convenzionale	299.560.247,05		
	3.287,46	biologico	35.751.522,00		
	1.823,61	integrato	21.902.610,99		
patata	3.879,00	regionale		Pomodoro	0,4
	3.270,38	convenzionale	39.379.679,02		
	175,98	biologico	1.722.423,26		
	432,64	integrato	4.676.631,00		
prato permanente	30.791,00	regionale		Erba medica	0,7
	21.261,96	convenzionale	9.039.796,93		
	9.529,04	biologico	3.581.410,28		
	0,00	integrato	0,00		
pascoli	38.342,00	regionale		Erba medica	0,4
	30.340,20	convenzionale	6.829.161,84		
	8.001,80	biologico	1.592.158,16		
piante arboree da frutto	33.397,00	regionale		Pero	0,4
	27.109,53	convenzionale	90.681.027,51		
	2.333,99	biologico	5.429.234,71		

Coltura	Superficie (ha)	Superficie	Emissioni totali	Coltura di riferimento	Coefficiente
	3.953,48	integrato	10.178.330,36		
pero	11.291,00	regionale			
	7.945,96	convenzionale	71.985.153,27	Pero	1,0
	687,41	biologico	4.330.694,88		
	2.657,63	integrato	18.530.776,97		
oliveti	4.573,00	regionale		Pero	0,2
	3.549,57	convenzionale	7.321.847,23		
	876,19	biologico	1.256.864,30		
	147,24	integrato	233.761,66		
vigneti	53.488,00	regionale		Vite	1,0
	40.421,36	convenzionale	222.615.844,26		
	5.851,65	biologico	18.238.305,69		
	7.214,99	integrato	46.538.850,00		

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

In sintesi, l'analisi ha riguardato le emissioni prodotte da oltre un milione di ettari di superficie agricola regionale. Del totale stimato, circa il 16,4% rientra nel regime biologico e il 7% in quello integrato (Figura 52). Le stime sono in linea con i dati ufficiali ISTAT, da cui si discostano lievemente; la differenza è imputabile: 1) all'esclusione di altre superfici a biologico o integrato, non impegnate nelle Misure del PSR; 2) all'esclusione di alcune categorie per le quali mancavano informazioni o la classificazione risultava troppo generica, quali vivai, altri seminativi, altre arboree da legno, prati-pascolo e colture aromatiche.

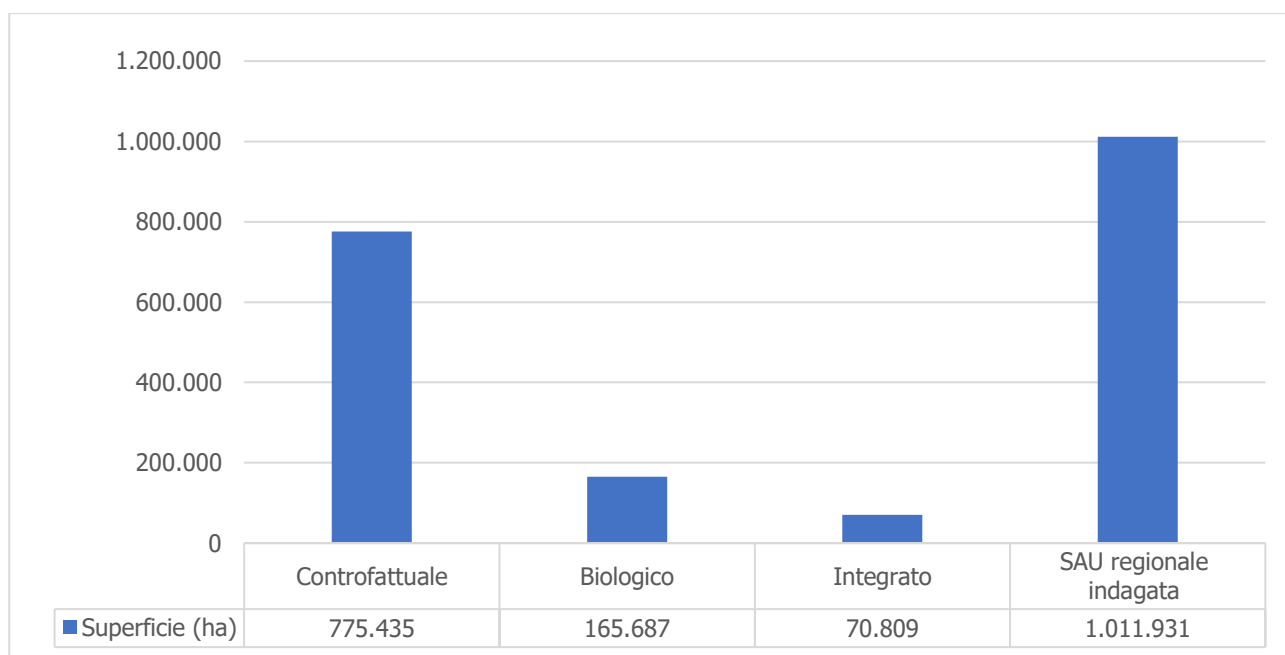


Figura 52 - Distribuzione della SAU regionale tra convenzionale (controfattuale), integrato e biologico.

Fonte: Elaborazione ASI Srl

Ulteriori analisi sono state effettuate per quantificare le emissioni totali in valore assoluto e valutare il contributo delle "superfici PSR" (regime biologico e integrato) alla riduzione delle emissioni regionali.

Nella Figura 53 vengono messi a confronto quattro scenari:

- *Scenario convenzionale/controfattuale (Scenario 1)*: ipotizza l'assenza del contributo alla riduzione delle emissioni derivante dalle superfici rientranti nel TO 10.1.01 e nella M 11 del PSR.
- *Scenario corrente (Scenario 2)*: include il contributo delle superfici condotte in regime integrato e biologico finanziate dal PSR, e del loro corrispondente controfattuale. Il grafico evidenzia livelli di emissioni più contenuti nei regimi integrato e biologico rispetto al controfattuale, che rimane il modello di gestione prevalente.

- *Scenario "Farm to Fork" (Scenario 3):* considera che il 25% della superficie agricola regionale sia gestito con metodo biologico, come previsto dalla Strategia *Farm to Fork* del *Green Deal*.
- *Scenario di conversione dal convenzionale/controfattuale all'integrato (Scenario 4):* prevede la trasformazione dell'intera superficie convenzionale in integrato, mantenendo gli attuali livelli di emissioni del regime integrato e sommando il contributo del regime biologico.
- *Scenario di conversione dal convenzionale/controfattuale al biologico (Scenario 5):* prevede la trasformazione dell'intera superficie convenzionale in biologica, mantenendo gli attuali livelli di emissioni del regime biologico e sommando il contributo del regime integrato.

L'adozione dello Scenario 2 comporterebbe una riduzione delle emissioni del 4,3% rispetto al convenzionale. Gli Scenari 3, 4 e 5 offrirebbero ulteriori diminuzioni, seppure ipotetici, rispetto allo scenario 2 (Figura 53).

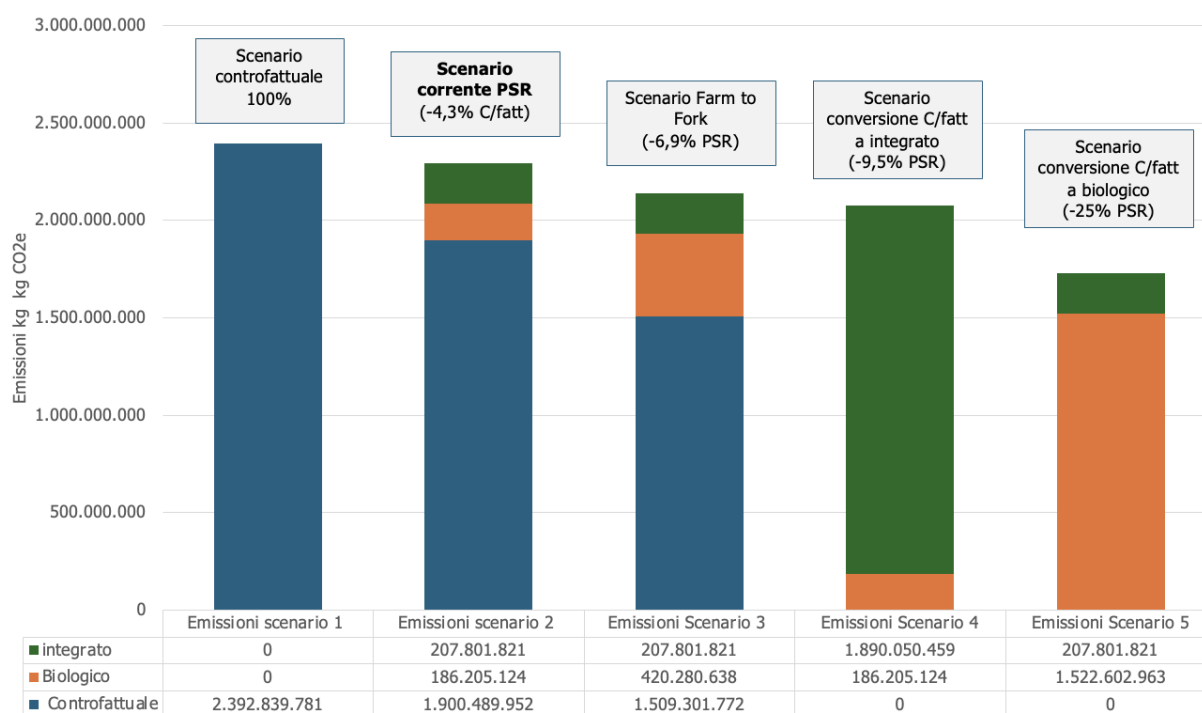


Figura 53 - Riduzione Emissioni (kg CO₂e) per effetto delle misure PSR considerate

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.5 Analisi Carbon Footprint per l'agricoltura conservativa

Questa sezione propone per ogni coltura oggetto di analisi una valutazione di CFP relativa all'agricoltura conservativa, basata su dati secondari. L'analisi della letteratura (**cfr. Allegato 3**) ha infatti permesso di identificare le differenze nei mezzi tecnici tra il regime conservativo e quello convenzionale. I parametri confrontati includono: consumo di carburante (l ha^{-1}), consumo energetico (kWh ha^{-1}), utilizzo di fertilizzanti NPK (kg ha^{-1}), fitofarmaci (kg p.a. ha^{-1}), consumo di acqua ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e resa (t/ha).

La tabella seguente mostra l'impiego di input tecnici per i due regimi agricoli – conservativo e convenzionale – e per le colture oggetto di studio: Erba medica, Frumento tenero, Mais, Pomodoro, Pero, Vite.

Dall'analisi emerge che l'adozione di un regime conservativo comporta, in valori assoluti, un minore impiego di carburante, energia e fertilizzanti per tutte le colture rispetto al convenzionale. Le differenze risultano particolarmente evidenti nelle colture irrigue, come mais e pomodoro.

Tabella 84 - Differenze quantità di input tecnici tra conservativa e convenzionale

Coltura	Regime	Carburante (l ha^{-1})	Energia (kWh ha^{-1})	Fertilizzanti NPK (kg ha^{-1})	Fitofarmaci (kg p.p ha^{-1})	Acqua irrigua ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Erba medica	Convenzionale	80	500	50	0	0
Frumento tenero	Convenzionale	120	1.000	120	1,5	1.000
Mais da granella	Convenzionale	150	1.500	200	2,5	3.000
Pomodoro da industria	Convenzionale	260	34.000	180	2,0	4.500
Pero	Convenzionale	180	4.000	250	8,0	4.000
Vite da vino	Convenzionale	130	2.000	100	6,0	1.500
Erba medica	Conservativo	70	400	30	0,0	0
Frumento tenero	Conservativo	100	800	80	1,0	700
Mais da granella	Conservativo	130	1.200	140	1,8	2.600
Pomodoro da industria	Conservativo	230	31.000	120	1,6	4.000
Pero	Conservativo	150	3.200	180	5,5	3.300
Vite da vino	Conservativo	110	1.700	70	4,0	1.200

La tabella successiva riporta le differenze percentuali negli input tecnici tra il regime conservativo e quello convenzionale, suddivise per coltura. I valori negativi indicano una riduzione degli input nel regime conservativo rispetto a quello convenzionale. In generale, l'adozione di pratiche di agricoltura conservativa comporta una riduzione degli input tecnici rispetto al convenzionale. Inoltre, le stime evidenziano che a fronte di una riduzione degli input, la resa media ettaro potrebbe decrescere circa del 10% rispetto al convenzionale, con impatti maggiori per le orticole e gli alberi da frutto.

Tabella 85 - Differenze percentuali di input tecnici tra conservativa e convenzionale

Coltura	Differenze tra conservativa e convenzionale (%)					Resa (t/ha)
	Carburante	Energia	Fertilizzanti NPK	Fitofarmaci	Acqua irrigua	
Erba medica	-12,5%	-20,5%	-40,0%	0,0%	0,0%	-3,1
Frumento tenero	-16,7%	-20,8%	-32,9%	-33,6%	-30,0%	-5,1
Mais da granella	-13,3%	-20,1%	-30,0%	-28,0%	-13,3%	-12,6
Pomodoro da industria	-11,5%	-8,8%	-33,5%	-20,0%	-11,1%	-17,5
Pero	-16,7%	-20,5%	-28,0%	-31,3%	-17,5%	-14,2
Vite da vino	-15,4%	-15,0%	-30,0%	-32,8%	-20,0%	-9,6
MEDIA	-14,3%	-17,3%	-32,4%	-24,3%	-15,3%	-10,4

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Nella Figura 54 è riportato un confronto, per coltura e per regime, delle differenze percentuali nel consumo di carburante (l/ha), energia (KWh/ha), Fertilizzanti NPK (Kg/ha), fitofarmaci (kg. p.a./ha) ed acqua irrigua (m³ ha).

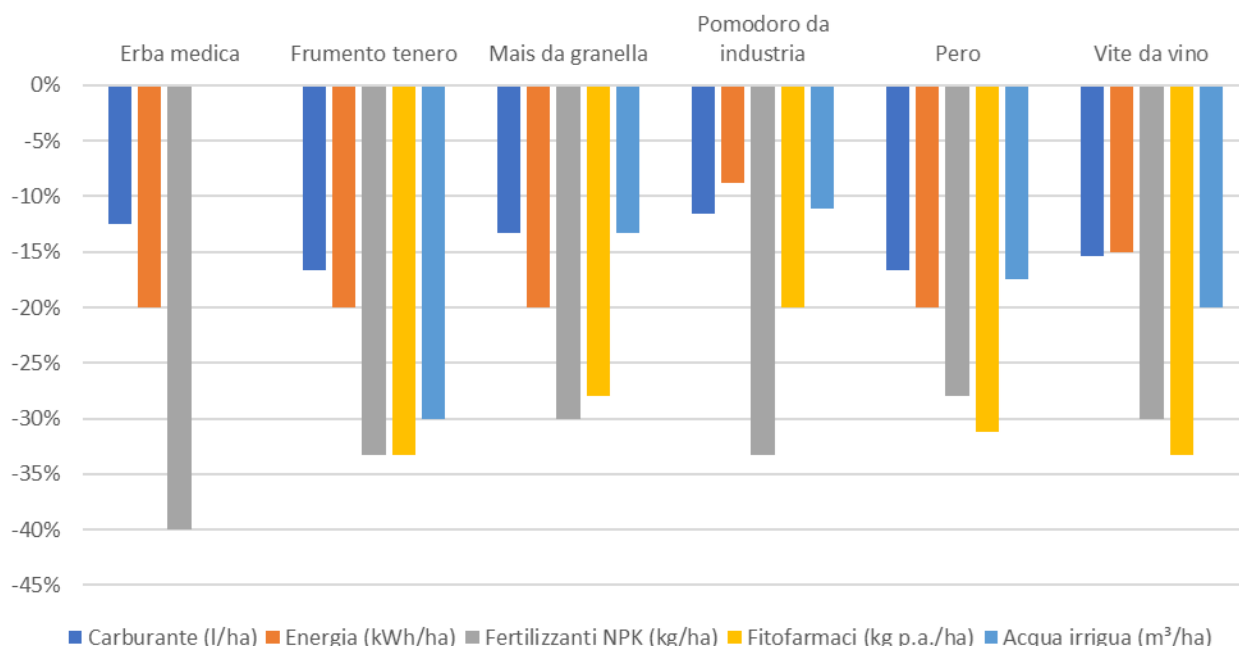


Figura 54 - Differenze percentuali nella quantità di carburante (l ha⁻¹) tra conservativa e convenzionale

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La tabella successiva riporta le emissioni di CO₂e ha⁻¹ per le diverse colture considerate, confrontando il regime **conservativo** e convenzionale. Le emissioni sono suddivise per operazioni colturali, ed in particolare **meccanizzazione**, impiego di **fertilizzanti** e impiego di **fitofarmaci**. Per frumento tenero e vite è stato calcolato il valore medio dei convenzionali disponibili per il regime biologico ed integrato.

In generale, il valore delle emissioni totali risulta più elevato nel regime convenzionale rispetto al conservativo. Le differenze più significative si notano nel mais, nel pomodoro e nel pero, dove l'aumento delle emissioni da meccanizzazione è particolarmente evidente.

Tabella 86 - Carbon footprint per coltura, regime e operazioni colturali

Coltura	Meccanizzazione	Fertilizzanti	Fitofarmaci	Totale
	(kg CO ₂ e ha ⁻¹)			
Erba medica Conservativa	366,29	16,37	30,31	412,97
Erba medica Convenzionale	542,65	27,28	30,31	600,24
Frumento tenero Conservativa	418,87	253,77	13,01	685,65
Frumento tenero Convenzionale	661,38	380,65	19,51	1061,54
Mais Conservativa	2061,86	1753,4	45,24	3860,5
Mais Convenzionale	3092,79	2504,85	62,84	5660,49
Pero Conservativa	3579,41	811,49	1567,89	5958,8
Pero Convenzionale	5651,7	1127,07	2280,57	9059,35
Pomodoro Conservativa	8340,83	1853,42	100,55	10294,79
Pomodoro Convenzionale	10473,43	2780,12	125,68	13379,24
Vite Conservativa	2967,29	433,56	586,47	3987,32
Vite Convenzionale	4262,41	619,37	879,71	5761,49

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Nella figura seguente è riportato un confronto del valore di CFP, per coltura, regime e operazioni colturali.

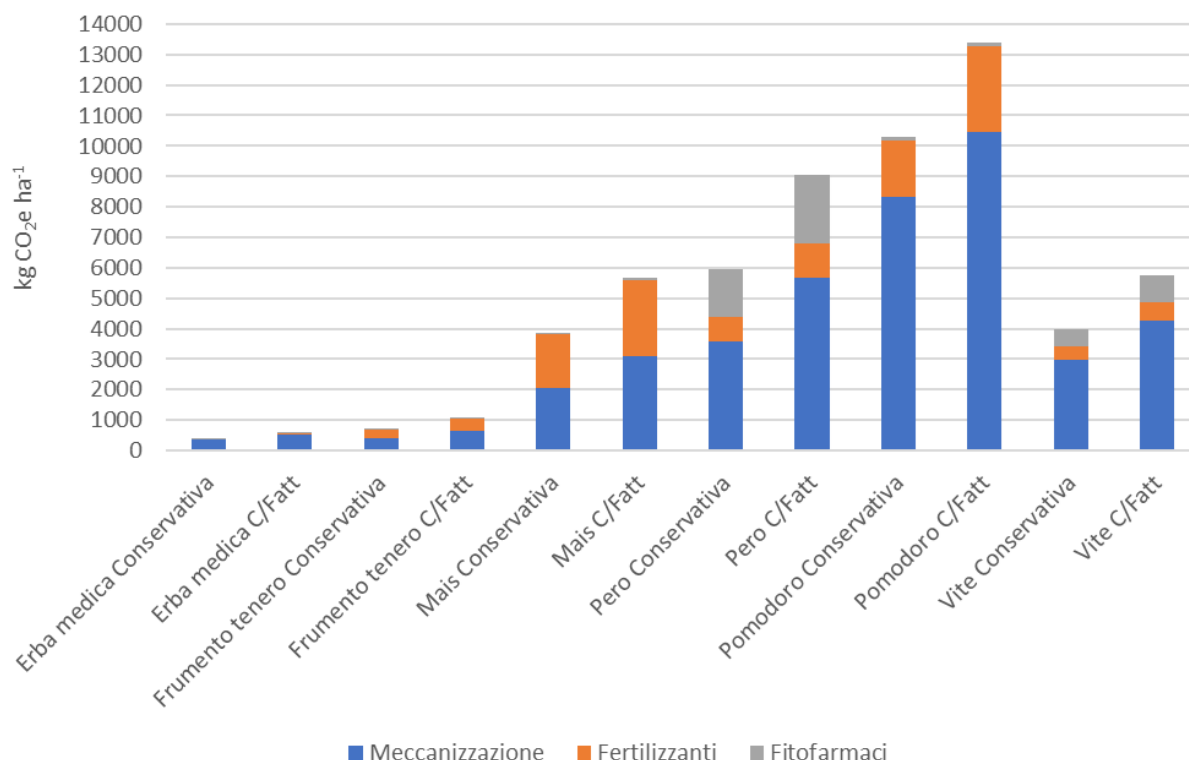


Figura 55 - CFP per coltura, regime e operazioni colturali

Fonte: Elaborazione ASI Srl

La tabella successiva riporta il valore di emissioni di CO₂e ha⁻¹ per coltura e regime (conservativo e convenzionale), ripartite per operazioni colturali. Per ogni categoria di operazione colturale, sono indicate le differenze in termini assoluti (differenza in kg CO₂e ha⁻¹) e percentuali tra i due approcci.

In generale, è possibile concludere che l'adozione di un regime **conservativo** comporta una riduzione significativa delle emissioni rispetto al regime **convenzionale (C/Fatt.)**, con differenze maggiori nelle categorie di meccanizzazione e fertilizzanti.

Tabella 87 - Carbon footprint per coltura e regime, ripartita per operazione colturale

Operazione colturale	Regime	Erba medica	Frumento tenero	Mais	Pero	Pomodoro	Vite
		(kg CO ₂ e ha ⁻¹)					
Meccanizzazione	Convenzionale	542,65	661,38	3092,79	5651,7	10473,43	4262,41
	Conservativa	366,29	418,87	2061,86	3579,41	8340,83	2967,29
	Differenza	-176,36	-242,51	-1030,93	-2072,29	-2132,6	-1295,12
	Differenza (%)	-32,50%	-36,70%	-33,30%	-36,70%	-20,40%	-30,40%
Fertilizzanti	Convenzionale	27,28	380,65	2504,85	1127,07	2780,12	619,37
	Conservativa	16,37	253,77	1753,4	811,49	1853,42	433,56
	Differenza	-10,91	-126,88	-751,46	-315,58	-926,71	-185,81
	Differenza (%)	-40%	-33,30%	-30%	-28%	-33,30%	-30%
Fitofarmaci	Convenzionale	30,84	19,51	62,84	2280,57	125,68	879,71
	Conservativa	30,31	13,01	45,24	1567,89	100,55	586,47
	Differenza	-0,53	-6,5	-17,6	-712,68	-25,14	-293,24
	Differenza (%)	-1,70%	-33,30%	-28%	-31,30%	-20%	-33,30%
Totale	Convenzionale	660,24	1061,54	5660,49	9059,35	13379,24	5761,49
	Conservativa	412,97	685,65	3860,5	5958,8	10294,79	3987,32
	Differenza	-187,27	-375,89	-1799,98	-3100,55	-3084,44	-1774,16
	Differenza (%)	-31,20%	-35,40%	-31,80%	-34,20%	-23,10%	-30,80%

Fonte: Elaborazione ASI Srl

6.6 Conclusioni e raccomandazioni

L'utilizzo della CFP in agricoltura rappresenta uno strumento per migliorare la sostenibilità del settore, offrendo numerosi vantaggi sia dal punto di vista operativo che strategico (Miao et al., 2023). La misurazione delle emissioni di GHG consente potenzialmente un'analisi dettagliata di ogni fase della produzione agricola, dalla preparazione del terreno alla raccolta, permettendo di identificare le principali fonti di impatto ambientale.

Questo approccio supporta la pianificazione sostenibile, poiché attraverso l'analisi dei dati ottenuti è possibile ottimizzare l'uso di risorse come fertilizzanti e carburanti, riducendo al minimo gli sprechi e migliorando l'efficienza complessiva del sistema agricolo. La CFP contribuisce inoltre alla mitigazione del cambiamento climatico; infatti, identificando i processi agricoli con le emissioni più elevate, si possono introdurre pratiche a basso impatto ambientale, come la rotazione delle colture, l'agricoltura conservativa o l'uso di bioenergie.

Un altro aspetto rilevante è la possibilità di supportare le politiche pubbliche attraverso le informazioni ottenute, utili per definire politiche mirate, come incentivi o schemi di pagamento per pratiche agricole sostenibili o regolamenti sulle emissioni (Biagini e Betta, 2024). Alla luce di questo, l'analisi condotta si è focalizzata sulla valutazione dell'impatto ambientale delle diverse colture e dei regimi di coltivazione biologico, integrato e convenzionale, al fine di fornire indicazioni utili per migliorare la sostenibilità del settore agricolo dell'Emilia-Romagna.

L'analisi condotta ha evidenziato differenze significative tra i regimi di gestione agricola (convenzionale, integrato e biologico), sia in termini ambientali che di impiego di input produttivi. In generale possiamo dire che entrambi i regimi integrato e biologico performano sensibilmente meglio del convenzionale.

Il regime biologico mostra, nella maggior parte dei casi, vantaggi ambientali quando le emissioni vengono rapportate all'unità di superficie (ha). Le ragioni per cui le stesse performance non si riscontrano per l'analisi CFP svolta per unità di prodotto (kg) possono essere ricondotte alle seguenti considerazioni:

- Le rese generalmente inferiori che lo caratterizzano rispetto al convenzionale possono infatti comportare una maggiore CFP per unità di prodotto;
- Una maggiore intensità della meccanizzazione si riscontra in particolari contesti orografici e pedoclimatici della Regione, come ad esempio nelle zone montane;
- La frequenza più elevata delle lavorazioni meccaniche determina un incremento del consumo di carburante.

Pertanto, il biologico rappresenta un'opzione ambientale strategica, ma non un modello universalmente trasferibile, che richiede strumenti di accompagnamento e valutazioni adeguate alla complessità della sua attuazione per i diversi contesti agro-ecologici.

Dall'analisi emerge un quadro positivo anche per il regime integrato:

- Nel regime integrato, la Carbon Footprint risulta generalmente inferiore rispetto al convenzionale, sia se calcolata per unità di superficie che per quantità di prodotto ottenuto;
- A parità di produttività, si registrano consumi di carburante più contenuti e un impiego di trattori con potenze mediamente inferiori.
- L'uso di fertilizzanti e fitofarmaci appare generalmente più efficiente e mirato, pur restando complessivamente non troppo distante dai livelli del regime convenzionale.

Seppur il regime integrato registri una minore riduzione di emissioni rispetto al regime biologico per ettaro, il primo riesce a offrire complessivamente riduzioni importanti sia per unità di superficie che per unità di prodotto, candidandosi come strategia ottimale per coniugare impegni di sostenibilità ambientale e produttività.

Complessivamente è possibile concludere che, se consideriamo la CFP per unità di superficie, la coltura con più ridotto impatto ambientale è l'erba medica, mentre quella a più alto impatto è il pomodoro. Se consideriamo il valore di CFP per unità di prodotto, tra le colture oggetto di analisi, l'impatto maggiore è associato alla coltivazione della vite, mentre il più basso all'erba medica e al frumento tenero.

Infine, un focus è stato dedicato all'agricoltura conservativa. Sebbene l'analisi CFP prodotta per questo tipo di agricoltura rappresenti un esercizio valutativo basato su dati teorici, in tutte le colture quest'ultima risulta performare meglio del relativo convenzionale. In questo caso, le maggiori flessioni si hanno per l'impiego di fertilizzanti per tutte le colture. L'adozione di queste pratiche registra ancora una diffusione bassa nella Regione rispetto ad altri regimi, a causa degli effetti che l'adozione di queste pratiche può avere sulle rese produttive; tuttavia, sono incoraggiate ulteriori valutazioni legate alle diverse pratiche conservative (che non riguardano soltanto la lavorazione minima) e all'integrazione di questo regime con altri (per esempio il regime integrato in determinate condizioni di pendenza).

In sintesi, è possibile formulare delle conclusioni e delle raccomandazioni sintetiche dei due studi principali: 1) confronto CFP regimi biologico e integrato con convenzionale; 2) focus Agricoltura conservativa.

Conclusioni	Raccomandazioni
C1 Le colture gestite con tecniche biologiche e integrate presentano mediamente una CFP inferiore rispetto a quelle convenzionali, nel dettaglio: i. Il modello biologico mostra le riduzioni di CFP per ettaro più significative, soprattutto per le erbacee; tuttavia, per unità di prodotto questo non avviene: nelle erbacee pesa la meccanizzazione, mentre nelle arboree incide maggiormente l'uso degli input. ii. L'agricoltura che adotta un regime integrato si pone generalmente ad un livello intermedio tra il convenzionale e il biologico. iii. Sebbene le riduzioni siano minori rispetto al biologico, il regime integrato mostra uno scenario generalmente positivo sia consideriamo la CFP per unità di superficie che per unità di prodotto. iv. L'analisi di territorializzazione evidenzia un contributo positivo delle misure PSR alla riduzione delle emissioni (stima di almeno il 5%) a livello regionale, con circa 71 mila ettari investiti ad integrato e 166 mila a biologico, con proiezioni ancora più positive all'aumentare di questi impegni nel futuro.	R1 Continuare a sostenere l'adozione e il mantenimento di pratiche biologiche e integrate, tenendo conto: della specificità di ogni coltura e del suo processo produttivo, del contesto agro-ecologico di appartenenza (altitudine, vulnerabilità) e delle tecnologie utilizzate per una valutazione del regime più adatto nelle diverse aree e realtà aziendali; dell'equilibrio necessario tra mantenimento delle rese e sostenibilità ambientale
C2 Relativamente al focus sull'agricoltura conservativa, dall'analisi CFP svolta su dati bibliografici emerge che tutte le colture risultano performare meglio del relativo convenzionale, nel dettaglio: considerando l'unità di superficie, l'agricoltura conservativa (minima lavorazione) ha evidenziato riduzioni per tutti gli input tecnici considerati (carburante riduzioni anche superiori del 15%; energia riduzioni fino al 20%, fertilizzanti fino al 40%; fitofarmaci e acqua riduzioni anche superiori del 30%). Tuttavia, si deve tener conto delle ricadute sulla produzione, in particolare nei primi anni di adozione della tecnica in cui le rese potrebbero subire un calo importante.	R2 Perseguire il sostegno all'adozione delle pratiche di agricoltura conservativa, valutando: le migliori pratiche di agricoltura conservativa rispetto alle specificità colturali e del contesto agro-ecologico; potenziali sinergie, per esempio con gli impegni del regime integrato, al fine di potenziare gli impegni ambientali sia nelle fasi di meccanizzazione che di impiego di input e beneficiare del mantenimento delle rese colturali attese.

Ulteriori **raccomandazioni a carattere trasversale** possono essere formulate e riguardano:

- La necessità di sostenere meccanizzazione a basso input energetico attraverso l'adozione di tecnologie di precisione, sistemi irrigui a basso consumo, riduzione del numero di passaggi colturali, semplificazione della rotazione e lavorazioni ridotte;
- Supportare l'impegno nei sistemi di monitoraggio delle CFP nelle aziende agricole per valutare l'efficacia delle pratiche adottate e l'azione delle politiche pubbliche;

- Sostenere programmi di formazione e consulenza agli agricoltori finalizzati al miglioramento delle pratiche agronomiche e della gestione meccanica, al comprendere rischi e benefici nell'adozione dei diversi approcci e ad accompagnarli nella transizione verso modelli più sostenibili.

Dalla sintesi emerge che l'adozione di modelli agricoli più sostenibili richiede un approccio integrato che combini conoscenze scientifiche, strumenti operativi efficaci e il coinvolgimento attivo degli operatori agricoli. Le evidenze emerse sottolineano l'importanza di una gestione differenziata e contestualizzata dei regimi produttivi, valorizzando il biologico nelle aree a maggiore "vocazione" e promuovendo l'agricoltura integrata come modello intermedio, capace di offrire un compromesso tra impegni ambientali e produttività. L'integrazione anche di pratiche di agricoltura conservativa potrebbe inoltre, favorire la realizzazione non solo di obiettivi di sostenibilità ambientale, ma anche di rigenerazioni dei suoli. Futuri studi, basati su dati primari, permetteranno di comprendere i benefici derivanti da questo approccio e dalle azioni sinergiche con i regimi attuali.

Il successo di questa transizione dipenderà dalla capacità di implementare politiche flessibili, basate su dati aggiornati e sistemi di monitoraggio continui, in grado di rispondere tempestivamente alle esigenze ambientali, produttive ed economiche del settore. Solo così sarà possibile coniugare efficienza produttiva e tutela ambientale, favorendo uno sviluppo rurale sostenibile e duraturo in Emilia-Romagna.

6.7 Bibliografia

- Ahmad, N., Virk, A. L., Nizami, A. S., Lal, R., Chang, S. X., Hafeez, M. B., Guo, X., Wang, R., Wang, X., Iqbal, H.M.W., Albasher, G., & Li, J. (2024). Carbon trade-off and energy budgeting under conventional and conservation tillage in a rice-wheat double cropping system. *Journal of Environmental Management*, 351, 119888.
- Ajatasatru, A., Prabhu, V., Pal, B. D., & Mukhopadhyay, K. (2024). Economy-wide impact of climate smart agriculture in India: a SAM framework. *Journal of Economic Structures*, 13(1), 4.
- Ali, S. A., Tedone, L., Verdini, L., & De Mastro, G. (2017). Effect of different crop management systems on rainfed durum wheat greenhouse gas emissions and carbon footprint under Mediterranean conditions. *Journal of Cleaner Production*, 140, 608-621.
- Ardente, F., Beccali, G., Cellura, M., Marvuglia, A., 2006. A case study of an Italian wine-producing firm. *Environ. Manag.* 38, 350-364.
- Arrieta, E. M., Cuchietti, A., Cabrol, D., & Gonzalez, A. D. (2018). Greenhouse gas emissions and energy efficiencies for soybeans and maize cultivated in different agronomic zones: a case study of Argentina. *Science of the Total Environment*, 625, 199-208.
- ASABE, 2006a. Agricultural Machinery Management Data. American Society of Agricultural and Biological Engineers Standard ASAE EP496.3. *ASABE*, St Joseph, MI, USA, pp. 385-390.
- ASABE, 2006b. Agricultural Machinery Management Data. American Society of Agricultural and Biological Engineers Standard ASAE EP496.3. *ASABE*, St Joseph, MI, USA, pp. 391-398.
- Augusti, E., Bagliani, M. & Bartolini, C., (2018) Prontuario Reda. Dati tecnico-economici settore agricoltura.
- Babu, S., Mohapatra, K. P., Das, A., Yadav, G. S., Tahasildar, M., Singh, R., Panwar, A.S., Yadav, V., & Chandra, P. (2020). Designing energy-efficient, economically sustainable and environmentally safe cropping system for the rainfed maize-fallow land of the Eastern Himalayas. *Science of The Total Environment*, 722, 137874.
- Bacenetti, J., Costantini, M., Finzi, A., Guido, V., Ferrari, O., Riva, E., Quilez, D., Herrero, E., & Provolo, G. (2023). Reducing the environmental impact of maize by fertigation with digestate using pivot and drip systems. *Biosystems engineering*, 236, 27-38.
- Biagini, D., Betta, M. (2024). An unconventional approach to evaluating the environmental role of a productive system: An environmental assessment of beef farms in North-West Italy. *Science of The Total Environment*, 953, 176100.
- Bista, D., Sapkota, S., Acharya, P., Acharya, R., & Ghimire, R. (2024). Reducing energy and carbon footprint in semi-arid irrigated cropping systems through crop diversification. *Heliyon*, 10(6).
- Borin, M., Menini, C., & Sartori, L. (1997). Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. *Soil and Tillage Research*, 40(3-4), 209-226.
- Borsato, E., Zucchinielli, M., D'Ammaro, D., Giubilato, E., Zabeo, A., Criscione, P., Pizzol, L., Cohen, Y., Tarolli, P., Lamastra, L., Marinello, F. (2020). Use of multiple indicators to compare sustainability performance of organic vs conventional vineyard management. *Science of the Total Environment*, 711, 135081.
- Bosco, S., Di Bene, C., Galli, M., Remorini, D., Massai, R., & Bonari, E. (2011). Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 6(2), e15.
- Bouwman, A.F., Boumans, L.J.M., Batjes, N.H., 2002. Modeling global annual N₂O and NO emissions from fertilized fields. *Glob. Biogeochem. Cycles* 16, 1080-1089.
- Castaño-Sánchez, J. P., Rotz, C. A., Steiner, J. L., Golden, B., & Spiegel, S. A. (2025). Farmer driven water conservation policy on the Ogallala aquifer reduces the environmental footprints of crop production. *Agricultural Water Management*, 310, 109370.
- Cellura, M., Ardente, F., & Longo, S. (2012). From the LCA of food products to the environmental assessment of protected crops districts: a case-study in the south of Italy. *Journal of environmental management*, 93(1), 194-208.
- Chaudhary, V. P., Chandra, R., Chaudhary, R., & Bhattacharyya, R. (2021). Global warming potential and energy dynamics of conservation tillage practices for different rabi crops in the Indo-Gangetic Plains. *Journal of Environmental Management*, 296, 113182.
- Chiriaco, M. V., Belli, C., Chiti, T., Trotta, C., & Sabbatini, S. (2019). The potential carbon neutrality of sustainable viticulture showed through a comprehensive assessment of the greenhouse gas (GHG) budget of wine production. *Journal of Cleaner Production*, 225, 435-450.
- Chiriaco, M. V., Grossi, G., Castaldi, S., & Valentini, R. (2017). The contribution to climate change of the organic versus conventional wheat farming: A case study on the carbon footprint of wholemeal bread production in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 153, 309-319.

- Cimini, A. (2021). Evolution of the global scientific research on the environmental impact of food production from 1970 to 2020. *Sustainability*, 13(21), 11633.
- Cimini, A., Sestili, F., & Moresi, M. (2022). Environmental profile of a novel high-amylose bread wheat fresh pasta with low glycemic index. *Foods*, 11(20), 3199.
- Ciriello, M., Rajabi Hamedani, S., Roupheal, Y., Colla, G., Cardarelli, M. (2024). Enriching NPK Mineral Fertilizer with Plant-Stimulating Peptides Increases Soilless Tomato Production, Grower Profit, and Environmental Sustainability. *Plants*, 13(14), 2004.
- Cui, Z., Zhang, H., Chen, X., Zhang, C., Ma, W., Huang, C., Zhang, W., Mi, G., Miao, Y., Li, X., Gao, Q., Yang, J., Wang, Z., Ye, Y., Guo, S., Lu, J., Huang, J., Lv, S., Sun, Liu, Y., Peng, X., Ren, J., Li, S., Deng, X., Zhang, Q., Zhiping, Y., Tang, L., Changzhou, W., Jia, L., Zhang, J., He, M., Tong, Y., Tang, Q., Zhong, X., Lui, Z., Cao, N., Kou, C., Ying, H., Yin, Y., Jiao, X., Zhang, Q., Fan, M., Jiang R., Zhang, F., & Dou, Z. (2018). Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers. *Nature*, 555(7696), 363-366.
- D'Ammaro, D., Capri, E., Valentino, F., Grillo, S., Fiorini, E., Lamastra, L. (2021a). Benchmarking of carbon footprint data from the Italian wine sector: A comprehensive and extended analysis. *Science of The Total Environment*, 779, 146416.
- D'Ammaro, D., Capri, E., Valentino, F., Grillo, S., Fiorini, E., & Lamastra, L. (2021b). A multi-criteria approach to evaluate the sustainability performances of wines: The Italian red wine case study. *Science of The Total Environment*, 799, 149446.
- Dendooven, L., Gutiérrez-Oliva, V. F., Patiño-Zúñiga, L., Ramírez-Villanueva, D. A., Verhulst, N., Luna-Guido, M., Marsch, R., Montes-Molina, J., Gutierrez-Miceli, F., Vasquez-Murrieta, S., & Govaerts, B. (2012). Greenhouse gas emissions under conservation agriculture compared to traditional cultivation of maize in the central highlands of Mexico. *Science of the Total Environment*, 431, 237-244.
- di Cristofaro, M., Marino, S., Lima, G., & Mastronardi, L. (2024). Evaluating the impacts of different wheat farming systems through Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production*, 436, 140696.
- Fallahpour, F., Aminghafouri, A., Ghalegolab Behbahani, A., & Bannayan, M. (2012). The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Environment, development and sustainability*, 14, 979-992.
- Fantin, V., Righi, S., Rondini, I., & Masoni, P. (2017). Environmental assessment of wheat and maize production in an Italian farmers' cooperative. *Journal of cleaner production*, 140, 631-643.
- Farooq, R. (2017). A framework for identifying research gap in social sciences: Evidence from the past. *IUP Journal of Management Research*, 16(4), 66-75. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/framework-identifying-research-gap-social/docview/1979951115/se-2>.
- Fusi, M., & Pirlo, G. (2023). Environmental impact of milk and electricity production from dairy farms with biogas plants of different size and feeding system. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135445.
- Garofalo, P., D'Andrea, L., Tomaiuolo, M., Venezia, A., Castrignanò, A. (2017). Environmental sustainability of agri-food supply chains in Italy: The case of the whole-peeled tomato production under life cycle assessment methodology. *Journal of Food Engineering*, 200, 1-12.
- Ghiglieno, I., Simonetto, A., Facciano, L., Tonni, M., Donna, P., Valenti, L., & Gilioli, G. (2023). Comparing the Carbon Footprint of Conventional and Organic Vineyards in Northern Italy. *Sustainability*, 15(6), 5252.
- Hannah, L., Roehrdanz, P. R., KC, K. B., Fraser, E. D., Donatti, C. I., Saenz, L., Wright, T.M., Hijmans, R.J., Mulligan, M., Berg, A., & van Soesbergen, A. (2020). The environmental consequences of climate-driven agricultural frontiers. *PloS one*, 15(2), e0228305.
- Hillier, J., Walter, C., Malin, D., Garcia-Suarez, T., Mila-Canals, L., Smith, P., 2011. A farm-focused calculator for emissions from crop and livestock production. *Environ. Model. Softw.* 26, 1070-1078.
- Huang, X., Chen, C., Qian, H., Chen, M., Deng, A., Zhang, J., & Zhang, W. (2017). Quantification for carbon footprint of agricultural inputs of grains cultivation in China since 1978. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1629-1637.
- Ingrao, C., Licciardello, F., Pecorino, B., Muratore, G., Zerbo, A., Messineo, A. (2018). Energy and environmental assessment of a traditional durum-wheat bread. *Journal of Cleaner production*, 171, 1494-1509.
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Institute for Global Environmental Strategies, Tokyo, Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> (Accessed 09/12/2024).
- Jacob, C., Noirot, C., Anglada, C., Binet, T. (2021). The benefits of integrating socioeconomic dimensions of circular economy practices in the seafood sector. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 22, 100255.

- Jia, L., Qin, L., Zhang, H., Wang, J., Li, B., & Dang, Y. (2020). Spatiotemporal Characteristics of the Carbon and Water FootPrints of Maize Production in Jilin Province, China. *Water*, 13(1), 17.
- Krzyżaniak, M., Stolarski, M. J., & Warmiński, K. (2018). Life cycle assessment of Virginia mallow production with different fertilisation options. *Journal of Cleaner Production*, 177, 824-836.
- Kumar, T., Kundu, M. S., & Jha, R. K. (2024). Impact of crop rotation and tillage operations on mitigating greenhouse gas emissions and evaluation of sustainability index in rice-wheat-green gram cropping system of north Bihar. *Journal of Environmental Management*, 366, 121689.
- Liu, Y., Langer, V., Høgh-Jensen, H., Egelyng, H. (2010). Life cycle assessment of fossil energy use and greenhouse gas emissions in Chinese pear production. *Journal of Cleaner Production*, 18(14), 1423-1430.
- Maffia, A., Marra, F., Canino, F., Oliva, M., Mallamaci, C., Celano, G., & Muscolo, A. (2023). Comparative Study of Fertilizers in Tomato-Grown Soils: Soil Quality, Sustainability, and Carbon/Water Footprints. *Soil Systems*, 7(4), 109.
- Marras, S., Masia, S., Duce, P., Spano, D., & Sirca, C. (2015). Carbon footprint assessment on a mature vineyard. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214, 350-356.
- Meier, M. S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., & Stolze, M. (2015). Environmental impacts of organic and conventional agricultural products—Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of environmental management*, 149, 193-208.
- Miao, Z., Zhao, Z., Long, T., Chen, X. (2023). Carbon footprint in agriculture sector: a literature review. *Carbon Footprints*, 2(13).
- Mitrović, I., Todorović, M., Marković, M., Mehmeti, A. (2023). Eco-efficiency analysis of rainfed and irrigated maize systems in Bosnia and Herzegovina. *Journal of Water and Climate Change*, 14(12), 4489-4505.
- Monteleone, M., Garofalo, P., Cammerino, A. R. B., & Libutti, A. (2015). Cereal straw management: a trade-off between energy and agronomic fate. *Italian Journal of Agronomy*, 10(2), 655.
- Naorem, A., Jayaraman, S., Sinha, N. K., Mohanty, M., Chaudhary, R. S., Hati, K. M., Mandal, A., Thakur, J.K., Patra, A.K., Srinivasarao, C., Chaudhari, S.K., Dalal, R., & Lal, R. (2023). Eight-year impacts of conservation agriculture on soil quality, carbon storage, and carbon emission footprint. *Soil and Tillage Research*, 232, 105748.
- Ntinas, G. K., Neumair, M., Tsadilas, C. D., & Meyer, J. (2017). Carbon footprint and cumulative energy demand of greenhouse and open-field tomato cultivation systems under Southern and Central European climatic conditions. *Journal of cleaner production*, 142, 3617-3626.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Parihar, C. M., Meena, B. R., Nayak, H. S., Patra, K., Sena, D. R., Singh, R., Jat, S.L., Sharma, D.K., Mahala, D.M., Patra, S., Rupesh, Rath, N., Choudhary, M., Jat, M.L., & Abdallah, A. M. (2022). Co-implementation of precision nutrient management in long-term conservation agriculture-based systems: A step towards sustainable energy-water-food nexus. *Energy*, 254, 124243.
- Pattara, C., Russo, C., Antroicchia, V., Cichelli, A. (2017). Carbon footprint as an instrument for enhancing food quality: Overview of the wine, olive oil and cereals sectors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(2), 396-410.
- Peter, C., Fiore, A., Hagemann, U., Nendel, C., Xiloyannis, C. (2016). Improving the accounting of field emissions in the carbon footprint of agricultural products: a comparison of default IPCC methods with readily available medium-effort modeling approaches. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 21, 791-805.
- Rahman, M. M., Aravindakshan, S., Hoque, M. A., Rahman, M. A., Gulandaz, M. A., Rahman, J., & Islam, M. T. (2021). Conservation tillage (CT) for climate-smart sustainable intensification: Assessing the impact of CT on soil organic carbon accumulation, greenhouse gas emission and water footprint of wheat cultivation in Bangladesh. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10, 100106.
- Rahman, M. M., Miah, M. S., Rahman, M. A., Riad, M. I., Sultana, N., Yasmin, M., Shikha & Kadir, M. M. (2022). Designing an energy use analysis and life cycle assessment of the environmental sustainability of conservation agriculture wheat farming in Bangladesh. *Environmental Footprints of Crops* (pp. 111-137). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Regione Emilia Romagna (2024) - Statistiche agrarie anno 2023, consultabile al link: <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/agricoltura-in-cifre/indagini-congiunturali-sulle-coltivazioni/statistiche-agrarie-2023>
- Ren, Y., Gao, C., Han, H., & Li, Q. (2018). Response of water use efficiency and carbon emission to no-tillage and winter wheat genotypes in the North China Plain. *Science of the Total Environment*, 635, 1102-1109.

- Ronga, D., Galligani, T., Zaccardelli, M., Perrone, D., Francia, E., Milc, J., & Pecchioni, N. (2019). Carbon footprint and energetic analysis of tomato production in the organic vs the conventional cropping systems in Southern Italy. *Journal of Cleaner Production*, 220, 836-845.
- Sardaro, R., De Pascale, G., Ingrao, C., & Faccilongo, N. (2021). Latent relationships between environmental impacts of cultivation practices and land market: Evidences from a spatial quantile regression analysis in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123648.
- Sartori, L., Basso, B., Bertocco, M., & Oliviero, G. (2005). Energy use and economic evaluation of a three year crop rotation for conservation and organic farming in NE Italy. *Biosystems engineering*, 91(2), 245-256.
- She, W., Wu, Y., Huang, H., Chen, Z., Cui, G., Zheng, H., Guan & Chen, F. (2017). Integrative analysis of carbon structure and carbon sink function for major crop production in China's typical agriculture regions. *Journal of Cleaner Production*, 162, 702-708.
- Simona, C., Nicola, F., Micol, M., Carmen, M. R., Raffaella, M., Daniele, P., & Roberto, Z. (2024). A multi-indicator approach to compare the sustainability of organic vs. integrated management of grape production. *Ecological Indicators*, 158, 111297.
- Singh, R. J., Meena, R. L., Sharma, N. K., Kumar, S., Kumar, K., & Kumar, D. (2016). Economics, energy, and environmental assessment of diversified crop rotations in sub-Himalayas of India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 1-13.
- Solimene, S., Coluccia, D., & Bernardo, A. (2023). Environmental impact of different business models: An LCA study of fresh tomato production in Italy. *Sustainability*, 15(13), 10365.
- Subedi, S., Dent, B., & Adhikari, R. (2024). The carbon footprint of fruits: A systematic review from a life cycle perspective. *Sustainable Production and Consumption*.
- Sun, J., Wang, Z., Du, Y., Zhang, E., Gan, H., Sun, D., & Niu, W. (2022). Optimized tillage improves yield and energy efficiency while reducing carbon footprint in winter wheat-summer maize rotation systems. *Science of the Total Environment*, 820, 153278.
- Tanveer, S. K., Wen, X., Lu, X. L., Zhang, J., & Liao, Y. (2013). Tillage, mulch and N fertilizer affect emissions of CO₂ under the rain fed condition. *Plos one*, 8(9), e72140.
- Tascione, V., Raggi, A., Petti, L., & Manca, G. (2024). Evaluating the environmental impacts of smart vineyards through the Life Cycle Assessment. *Science of The Total Environment*, 922, 171240.
- Tellez-Rio, A., García-Marco, S., Navas, M., López-Solanilla, E., Tenorio, J. L., & Vallejo, A. (2015). N₂O and CH₄ emissions from a fallow-wheat rotation with low N input in conservation and conventional tillage under a Mediterranean agroecosystem. *Science of the Total Environment*, 508, 85-94.
- Thiébeau, P., Auberger, J., Clivot, H., Wilfart, A., & Recous, S. (2023). Environmental footprint of dehydrated alfalfa production (*Medicago sativa* L.) in France. *Journal of Cleaner Production*, 423, 138704.
- Valdivia, S., Backes, J. G., Traverso, M., Sonnemann, G., Cucurachi, S., Guinée, J. B., Shaubroeck, T., Finkbeiner, M., Leroy-Parmentier, U., Ugaya, C., Pena, C., Zamagni, A., Inaba, A., Amaral, M., Berger, M., Dvarioniene, J., Vakhitova, T., Benoit-Norris, C., Prox, M., Foolmaun, R., & Goedkoop, M. (2021). Principles for the application of life cycle sustainability assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(9), 1900-1905.
- Van Stappen, F., Lories, A., Mathot, M., Planchon, V., Stilmant, D., & Debode, F. (2015). Organic versus conventional farming: the case of wheat production in Wallonia (Belgium). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 7, 272-279.
- Vatsanidou, A., Fountas, S., Liakos, V., Nanos, G., Katsoulas, N., & Gemtos, T. (2020). Life cycle assessment of variable rate fertilizer application in a pear orchard. *Sustainability*, 12(17), 6893.
- Verdi, L., Dalla Marta, A., Falconi, F., Orlandini, S., & Mancini, M. (2022). Comparison between organic and conventional farming systems using Life Cycle Assessment (LCA): A case study with an ancient wheat variety. *European Journal of Agronomy*, 141, 126638.
- Wang, Y., Sha, Y., Ren, Z., Huang, Y., Gao, Q., Wang, S., Li, X., & Feng, G. (2024). Conservative strip tillage system in maize maintains high yield and mitigates GHG emissions but promotes N₂O emissions. *Science of The Total Environment*, 173067.
- Wang, Y., Li, Y., Sun, T., Milne, E., Yang, Y., Liu, K., Jinhui, L., Yan, P., Zhao, C., Li, S., Duan, B., Li, J., & Wan, X. (2023). Environmental impact of organic and conventional wine grape production, a case study from Wuwei wine region, Gansu Province, China. *Ecological Indicators*, 154, 110730.

- Wiedmann, T., Minx, J., 2007. A Definition of Carbon Footprint. ISA Research and Consulting, Durham. <https://wiki.epfl.ch/hdstudio/documents/articles/a%20definition%20of%20carbon%20footprint.pdf> (Accessed 09/12/2024).
- Yan, M., Cheng, K., Luo, T., Yan, Y., Pan, G., Rees, R.M., 2015. Carbon footprint of grain crop production in China – based on farm survey data. *J. Clean. Prod.* 104, 130-138. Ingraio, C., Licciardello, F., Pecorino, B., Muratore, G., Zerbo, A., & Messineo, A. (2018). Energy and environmental assessment of a traditional durum-wheat bread. *Journal of Cleaner production*, 171, 1494-1509.
- Zhang, G., Wang, X., Zhang, L., Xiong, K., Zheng, C., Lu, F., Zhao, H., Zheng, H., & Ouyang, Z. (2018). Carbon and water footprints of major cereal crops production in China. *Journal of cleaner production*, 194, 613-623.
- Zhang, W., Li, H., Liang, L., Wang, S., Lakshmanan, P., Jiang, Z., Liu, C., Yang, H., Zhou, M. & Chen, X. (2022b). An integrated straw-tillage management increases maize crop productivity, soil organic carbon, and net ecosystem carbon budget. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 340, 108175.
- Zhang, W., Qiao, Y., Lakshmanan, P., Yuan, L., Liu, J., Zhong, C., & Chen, X. (2022a). Combining public-private partnership and large-scale farming increased net ecosystem carbon budget and reduced carbon footprint of maize production. *Resources, Conservation and Recycling*, 184, 106411.
- Zhang, Y., Zhang, Y., Gao, Y., McLaughlin, N. B., Huang, D., Wang, Y., Chen, X., Zhang, S., & Liang, A. (2024). Effects of tillage practices on environment, energy, and economy of maize production in Northeast China. *Agricultural Systems*, 215, 103872.

7. CONTRIBUTO DEL PSR 2014-2022 ALLA PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE

7.1 Introduzione e obiettivi dello studio

Il Piano energetico regionale (PER), approvato nel 2017, determina gli obiettivi della Regione Emilia-Romagna in materia di clima ed energia fino al 2030 e, per quanto riguarda l'impiego delle energie rinnovabili, prevede di raggiungere quote di copertura dei consumi attraverso l'impiego delle fonti rinnovabili del 20% entro il 2020 e del 27% entro il 2030.

Successivamente, con il Patto per il Lavoro e il Clima³⁵, la Regione si impegna a raggiungere la neutralità carbonica prima del 2050 e a passare al 100% di energie rinnovabili entro il 2035. La Strategia regionale Agenda 2030 ha ulteriormente confermato questo obiettivo fissando gli obiettivi per le fonti rinnovabili tra il 32% e almeno il 50-60% al 2030. Questi obiettivi sono stati definiti nel contesto del Piano Energetico Regionale 2030 e sono stati successivamente aggiornati e integrati nelle deliberazioni regionali successive. Tali obiettivi, superano i target fissati dalle successive indicazioni comunitarie, quali quelli previsti nella revisione della legge Ue sul clima e pacchetto "Fit for 55" del 2021 e nel "REPowerEU" del 2022, che fissano per il 2030 un target di FER rispettivamente del 40% e del 45% sui consumi finali.

Al 2022, dagli ultimi dati ARPAE disponibili riportati in figura, si rileva che in Emilia-Romagna il consumo interno lordo da fonti rinnovabili è di 2.252 ktep, il **14,7%** del consumo lordo totale (15.292 ktep)³⁶, ancora al di sotto degli obiettivi prefissati. La proiezione riportata nell'ultimo rapporto triennale del PER stima per il 2024 una quota di FER del **19,5%** dei consumi finali lordi. Questa stima si basa sui dati forniti da Terna (per l'elettricità) e dal MASE (per gas e prodotti petroliferi) e mostra un incremento della percentuale di FER nel 2023 e 2024 attribuito sia alla riduzione dei consumi termici, favorita da inverni più miti tra il 2022 e il 2024, sia all'incremento della produzione da fonti rinnovabili rilevabile dall'andamento delle autorizzazioni concesse e in corso nel 2023 da ARPAE oltre che all'impatto degli incentivi quali il Superbonus e il Bonus Casa sugli impianti installati.

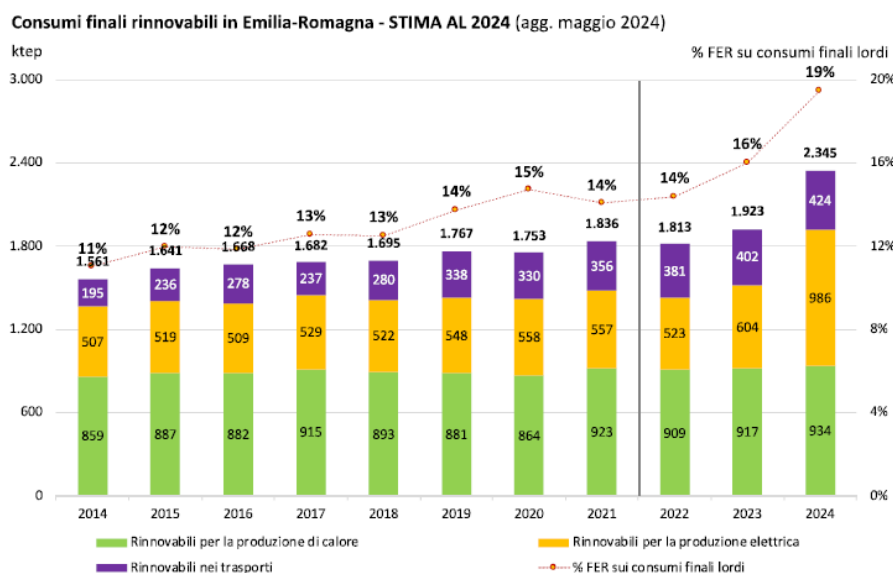


Figura 56 - Evoluzione dei consumi finali rinnovabili in Emilia-Romagna

Fonte: Regione Emilia-Romagna, ART-ER. Piano Energetico Regionale 2030. Rapporto annuale di monitoraggio 2024. Dati 2021-2023. Aprile 2024 con integrazioni luglio 2024.

³⁵ Firmato dalla Regione Emilia-Romagna assieme ad altri 59 enti aderenti, tra cui amministrazioni provinciali e comunali, associazioni di categoria e università.

³⁶ Fonte: ARPAE. Bilanci energetici regionali (BER) Emilia-Romagna: consuntivo anni 2014-2022. <https://dati.arpae.it/dataset/bilanci-energetici-dell-emilia-romagna/resource/0d5c1039-0026-4a54-9419-2d432891054e>

Analizzando in particolare l'energia elettrica, sulla base dei dati aggiornati al 31/12/2023 forniti da Terna SpA³⁷, in Emilia-Romagna i consumi annuali di energia elettrica ammontano a 27.067 GWh e sono in gran parte a carico del settore dell'industria (46% dei consumi) seguito dai servizi (33%), dai consumi per uso domestico (18%) e, per ultimo, dal comparto agricolo che rappresenta una quota residuale del 2%.

Nel 2023, in Emilia-Romagna la produzione elettrica lorda complessiva è stata di circa 23.308 GWh, di cui 6.174 GWh da fonti rinnovabili (26%)³⁸ a fronte di una potenza efficiente di 4.084 MW, il 38,7 % della potenza efficiente lorda complessiva regionale (10.556 MW).

Le principali fonti rinnovabili (FER) sono rappresentate dal fotovoltaico, in continua crescita negli ultimi anni, che con oltre 163.000 impianti ha prodotto il 48% dell'energia elettrica da FER, e dalla bioenergia (biomasse solide, biogas, bioliquidi e frazione biodegradabile dei rifiuti) che, pur con un numero contenuto di impianti, ha contribuito per il 37,3% alla produzione rinnovabile regionale (si veda la tabella seguente).

Tabella 88 - Numerosità e potenza degli impianti FER in Emilia-Romagna ed energia elettrica prodotta nel 2023.

Tipo di FER	Impianti (n.)	Potenza efficiente lorda (MW)	Energia elettrica prodotta (GWh)	Energia elettrica prodotta (%)
Solare (fotovoltaico)	163.150	3.030	2.964	48%
Bioenergia	349	648	2.303	37%
Idrica	226	361	813	13%
Eolica	73	45	94	2%
Totale	163.798	4.084	6.174	100%

Fonte: elaborazione ASI su dati Terna³⁹ relativi alla Regione Emilia-Romagna aggiornati al 31/12/2023

Dai dati ARPAE, al 2022 il consumo finale lordo di energia elettrica prodotta da FER è il **21,7%** del consumo finale lordo di energia elettrica⁴⁰.

Il PSR sostiene la transizione verso le fonti di energia rinnovabile (FER) aiutando gli agricoltori a realizzare investimenti per la produzione e l'utilizzo di energia da fonti come biomasse, solare, idroelettrica ed eolica. Ciò avviene attraverso il Tipo di operazione 6.4.02 (contributo primario) programmata nella Focus Area 5C specificamente dedicata a *Favorire l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto e residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia* e da ulteriori contributi (secondari) garantiti da Tipi di operazione programmate in altre Focus Area, quali: i TO 4.1.01 e 6.4.01 nella FA 2A, il TO 4.1.02 nella FA 2B e il TO 4.1.01 nella FA 3A. A questi si aggiunge il TO 7.2.01, previsto nella Focus Area 6B, che finanzia impianti FER realizzati in ambito pubblico.

Nello specifico, il PSR (v. 14.1) prevede per la focus area 5C, attraverso i TO 6.4.02 e 6.4.03, investimenti totali per 16.960.895 euro (indicatore di obiettivo T16), importo fortemente ridotto rispetto a quanto programmato nella versione iniziale (v. 1.4) del PSR (42.838.656 euro) alla luce di un livello di attuazione della suddetta linea di intervento inferiore alle previsioni. Gli investimenti totali (risorse pubbliche + private) attivati dalle domande concluse nell'ambito del TO 6.4.02 raggiungono un importo di 17.901.460 euro, pari al 105,5% dell'indicatore target (T16) definito nel PSR (versione 14.1) per la FA 5C, con un contributo concesso di 7.497.015 euro⁴¹. Il TO 6.4.03 non è stato attivato.

Il contributo del PSR viene misurato tramite l'indicatore complementare R15 che stima l'energia prodotta grazie ai progetti sovvenzionati dal PSR, tale indicatore è aggiornato annualmente e restituito nei diversi rapporti valutativi. Diversamente dagli altri rapporti, nell'ambito del presente RAV, l'aggiornamento dell'indicatore sarà effettuato presentando i valori sia in forma aggregata che in forma disaggregata per tipo di operazione e fonte

³⁷ Fonte: Terna SpA, Statistiche regionali 2023 <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/publicazioni-statistiche>

³⁸ Fonte: Terna SpA, Produzione 2023 https://download.terna.it/terna/05_PRODUZIONE_8dd07bd5bba8a9e.pdf

³⁹ Fonte: Terna SpA, Dati statistici impianti generazione 2023 https://download.terna.it/terna/Dati_Statistiche_Impianti_di_generazione_2023_8dc4c7f624f8d0e.pdf

⁴⁰ Tali dati non considerano il settore dei trasporti.

⁴¹ Per il TO 6.4.02, il PSR prevede un aiuto del 50% della spesa ammessa a contributo. Il contributo sarà inferiore qualora il beneficiario in sede di domanda d'aiuto richieda una percentuale minore per rispettare la cumulabilità dei contributi pubblici prevista dalla normativa nazionale. Il contributo minimo richiedibile è pari al 20%.

di energia rinnovabile sovvenzionata. Inoltre, per quantificare in modo uniforme e comparabile i contributi del PSR alla riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera, oltre che i valori dell'energia prodotta e della potenza installata, saranno altresì riportati i valori espressi in CO₂ equivalente (CO₂e).

7.2 Fonti e metodi

La stima della energia rinnovabile complessivamente prodotta grazie ai finanziamenti del PSR (indicatore R15) è stata effettuata secondo i metodi già applicati nei precedenti rapporti, di seguito richiamati.

Per la quantificazione dell'indicatore sono stati utilizzati i dati ricavabili dal sistema di monitoraggio regionale, da fonti statistiche, Rapporti GSE, Centri di ricerca regionali. La stima puntuale dell'energia prodotta dagli impianti sovvenzionati (R15) è stata sviluppata attraverso le seguenti fasi:

- Classificazione degli interventi finanziati per tecnologia e FER utilizzata, utilizzo della potenza installata per singolo intervento (informazioni ricavabili dalle BD delle operazioni saldate entro il 31/12/2024). Il valore di potenza installata è stato determinato in alcuni casi attraverso la correlazione dei singoli investimenti con il costo unitario medio (€/kW) relativo alla specifica tipologia di impianto FER, mentre in altri casi è stato possibile determinare la potenza installata direttamente attraverso le informazioni fornite dai dati di monitoraggio regionale.
- Stima delle ore equivalenti di utilizzazione degli impianti in base alle caratteristiche ambientali regionali o a valori medi ricavabili dalla letteratura scientifica e tecnica di riferimento (es. Rapporti GSE, Centri di ricerca regionali ecc.).
- Stima dell'energia potenzialmente prodotta annualmente negli impianti finanziati (totale e per tipo di impianto) espressa in KWh e quindi in TEP in base ai coefficienti di conversione definiti dall'AIE.

Per ciascuna tecnologia è stata determinata la potenza complessivamente installata, attraverso i dati di monitoraggio disponibili e per parametrizzazione degli investimenti realizzati, espressa in kWp. Attraverso la determinazione delle ore equivalenti di utilizzo, descritta in tabella, è stato possibile stimare la quantità di energia da fonti energetiche rinnovabili potenzialmente prodotta annualmente.

Nella seguente tabella sono illustrati i parametri tecnici in base ai quali l'Indicatore R15 è stato popolato, distinti per TO (6.4.02 con contributo primario e altre con contributo secondario) e per tipo di fonte di impianto.

Tabella 89 - Dati tecnici ed Energia prodotta degli impianti da fonti rinnovabili realizzati entro il 31/12/2024.

Tipologia di impianti	n	kWp	n ore di utilizzo	MWh/anno
TO 6.4.02 (contributo primario)				
Impianti per la produzione di energia termica da biomassa	1	80	3.750	300
Impianti a biogas (per generazione energia termica e/o elettrica)	12	1.501	84.066	10.843
Impianti a energia idrica	1	250	3.380	845
Impianti a energia solare	93	7.733	104.842	8.272
Impianti combinati*	3	128	9.838	457
TO 7.2.01				
Impianti per produzione di energia termica da biomassa	14	3.260	1.253	4.084
Impianti a energia idrica	3	172	3.490	600
TO 4.1.01				
Centrali per co-trigenerazione a biogas	1	150	7.625	1.144
Centrali per co-trigenerazione a biomassa (cippato, pellets ecc.)	3	25	7.625	191
Impianti per la produzione di energia termica a biogas	1	15	3.750	56
Impianti per la produzione di energia termica a biomassa	17	155	3.750	581
Impianti a energia solare	43	465	1.125	523
Impianti a energia solare con pannelli termici	28	129	1.125	145
TO 4.1.02				
Centrali per co-trigenerazione a biomassa (cippato, pellets ecc.)	3	38	7.625	288
Centrali termiche a biogas	2	21	3.750	80
Centrali termiche a biomassa (cippato, pellets ecc.)	26	231	3.750	866
Impianti fotovoltaici	55	392	1.125	441
Pannelli solari termici	26	107	1.125	121
TO 6.4.01				
Impianti a energia solare	13	224	1.125	252
Impianti a energia solare con pannelli termici	4	30	1.125	33
Impianti combinati	1	85	3.750	319
Impianti per la produzione di energia termica a biomassa	4	203	3.750	761

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale. *Per "impianti combinati" si intendono, nell'ambito della presente valutazione, gli impianti alimentati da fonti rinnovabili che producono contestualmente energia elettrica ed energia termica.

7.3 Indicatore R15 - Stima dell'energia rinnovabile prodotta grazie ai progetti sovvenzionati dal PSR

Anche per il 2024, la stima di energia prodotta grazie ai progetti sovvenzionati dal PSR (**indicatore R15**) consente di rilevare un dato in crescita: l'energia stimata prodotta è di **2.692 TEP**, oltre un quarto in più rispetto al valore stimato nel 2023, ancora distante dal valore obiettivo (27%) definito nel disegno di valutazione (9.963 TEP⁴²).

L'energia rinnovabile prodotta grazie al PSR deriva dalla realizzazione di 354 impianti a fonti rinnovabili ed è riconducibile principalmente al contributo diretto dei progetti sovvenzionati con il TO 6.4.02, ai quali corrispondono 1.783 TEP, il 66% del totale, e al contributo secondario dei progetti sovvenzionati con gli altri Tipi di operazione indirettamente coinvolte nello sviluppo delle fonti di energia rinnovabile (7.2.01, 4.1.01, 4.1.02 e 6.4.01) che corrisponde a 909 TEP, il 34% del totale.

Fra i contributi secondari prevale, in termini di energia prodotta, il contributo del TO 7.2.01 indirizzato alla realizzazione di impianti da parte di Enti pubblici, ai quali corrispondono 403 TEP, il 15% dell'energia totale prodotta.

Tabella 90 - Stima della produzione di energia da fonti rinnovabili per Tipo di operazione attuata dal PSR 2014-2022

Focus Area	Tipo di Operazione	Domande (n)	Produzione di energia stimata (TEP)	% su totale	Variazione 2023-2024 (%)
Contributo primario:					
5C	6.4.02	110	1.783	66%	43%
Contributo secondario:					
6B	7.2.01	17	403	15%	9%
2A	4.1.01	93	227	8%	2%
2B	4.1.02	112	162	6%	7%
2A	6.4.01	22	117	4%	-3%
Totale contributo secondario		246	909	34%	5%
Totale contributo primario + secondario		354	2.692	100%	27%

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

Nella tabella e nei grafici seguenti si riportano in termini sintetici e aggregati, gli interventi conclusi aggiornati al 31/12/2024 per i cinque Tipi di Operazione con i valori relativi a ciascuna fonte energetica in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e contributo alla riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera.

Il fotovoltaico è il tipo di FER con il maggior numero di impianti sovvenzionati (204 domande di 354) e assorbe, con oltre 10,7 milioni di euro, il 47% degli investimenti coprendo il 57% di potenza installata. La quota principale di energia prodotta è però attribuibile al biogas (39% del totale), che presenta, assieme ai combinati, il miglior rapporto fra investimento ed energia prodotta. Gli impianti a biomasse, così come quelli a biogas, hanno sia un miglior rapporto tra investimento economico e potenza installata rispetto al fotovoltaico sia una maggiore operatività annua. A differenza del fotovoltaico, infatti, non dipendono dall'irradiazione solare, ma funzionano in base alle esigenze di riscaldamento o ai cicli produttivi aziendali.

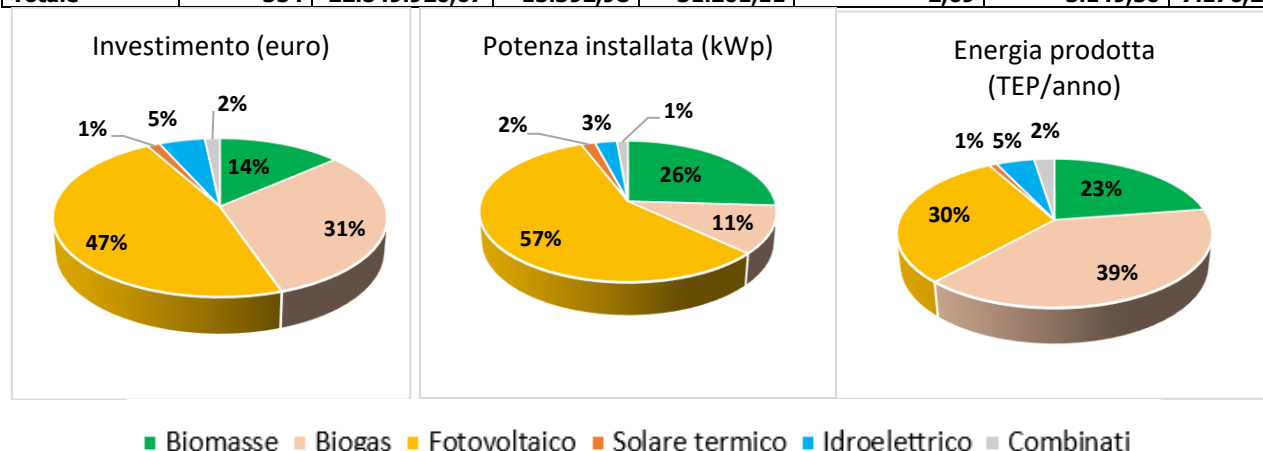
Come già emerso dai precedenti rapporti, le altre tipologie di impianti FER (idroelettrico, solare termico e combinati) rimangono marginali, analogamente a quanto accade nel contesto nazionale, dove emergono solo per soddisfare specifici fabbisogni aziendali.

Tabella 91 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	68	3.105.848,86	3.991,79	7.071,03	0,61	1.274,83	1.626,34
Biogas	16	7.083.855,32	1.687,31	12.122,85	1,05	584,34	2.788,25
Fotovoltaico	204	10.762.126,44	8.813,15	9.487,31	0,82	5.223,50	2.182,08

⁴² La stima del valore obiettivo per l'Indicatore R15 è stata realizzata nella fase di definizione del disegno di Valutazione assumendo a riferimento gli obiettivi di investimento nel comparto delle energie rinnovabili definiti nella versione iniziale (1.4) del PSR, successivamente ridotti a seguito dell'andamento attuativo della SM 6.4.

Solare termico	58	320.829,23	265,79	299,08	0,03	3.316,30	68,79
Idroelettrico	4	1.157.972,46	421,90	1.445,00	0,12	1.746,91	332,35
Combinati	4	419.287,76	213,04	775,85	0,07	540,43	178,45
Totale	354	22.849.920,07	15.392,98	31.201,11	2,69	3.149,50	7.176,25



Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

* Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Rapportando la produzione di FER mediante impianti sovvenzionati grazie al PSR (2,6 kTEP) al consumo annuo di energia da FER stimato al livello regionale al 2022 (2.252 kTEP) si evince che il contributo del PSR è estremamente contenuto se non marginale (0,1%).

L'adozione di FER da parte delle aziende agricole rappresenta comunque una scelta strategica per la transizione ecologica e la mitigazione dei cambiamenti climatici. In particolare, la produzione di biogas da matrici agricole (effluenti zootecnici e altri residui) è in grado di fornire contemporaneamente energia rinnovabile e fertilizzante organico. Analogamente, gli impianti a biomasse consentono di valorizzare residui agricoli (come potature, scarti verdi e sottoprodotti forestali quali ramaglie e cimoli), evitando che debbano essere smaltiti come rifiuti. Questo approccio si traduce in un risparmio concreto per l'azienda, poiché l'energia termica generata sostituisce l'uso di combustibili fossili, comunemente impiegati per il riscaldamento.

A seguire, viene riportato il contributo alla produzione di energia da FER disaggregato per Focus Area, Tipo di operazione e tipo di fonte di energia rinnovabile sovvenzionata.

Focus Area 5C - Tipo di Operazione 6.4.02 (contributo primario)

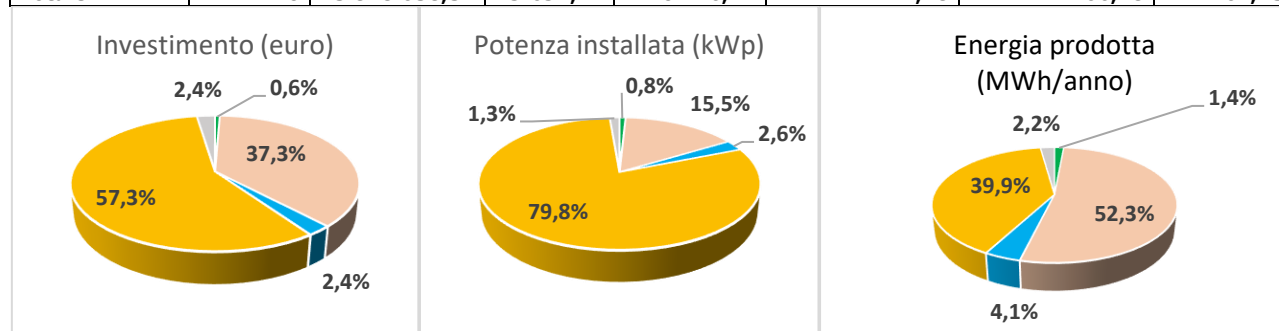
Il Tipo di Operazione 6.4.02 "Diversificazione attività agricole con impianti per la produzione di energia da fonti alternative" programmato nella FA 5C ha la specifica finalità di favorire l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto e residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia. Il TO, sostenendo interventi per la realizzazione di impianti per la produzione, trasporto e vendita di energia e/o calore, concorre pertanto all'aumento del reddito delle aziende agricole.

Dall'analisi dei progetti realizzati emerge che, delle cinque tipologie di FER finanziabili, la maggioranza delle domande e più della metà degli investimenti sono relativi alla realizzazione di impianti fotovoltaici (57,3% del totale degli investimenti), cui seguono gli impianti a biogas (37,3%); mentre le rimanenti fonti energetiche (biomasse, idroelettrico, combinati) rappresentano poco più del 5% degli investimenti realizzati. Il fotovoltaico è la fonte energetica più incidente rispetto alle altre anche in termini di potenza installata (79,8%), sebbene, in termini di energia prodotta, il contributo maggiore viene fornito dal biogas (52,3%) che, grazie ad un'operatività annua molto elevata (superiore generalmente alle 7.000 ore annue), produce un quantitativo di energia annua pari al 52,3% del totale annuo prodotto nell'ambito degli interventi FER sostenuti dal TO 6.4.02.

Gli impianti alimentati da biogas forniscono inoltre il maggior contributo in termini di riduzione di immissione anidride carbonica in atmosfera, (2.494 MgCO₂e anno⁻¹), mentre le biomasse risultano avere il miglior rapporto investimento su energia prodotta, meno di un terzo del rapporto risultante per il fotovoltaico.

Tabella 92 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 6.4.02)

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	1	101.061,77	80,00	300,00	0,03	336,87	69,00
Biogas	12	5.925.006,63	1.500,90	10.842,50	0,93	546,46	2.493,77
Idroelettrico	1	378.780,80	250,00	845,00	0,07	448,26	194,35
Fotovoltaico	93	9.090.776,62	7.732,77	8.271,62	0,71	1.099,03	1.902,47
Combinati	3	383.032,70	128,04	457,10	0,04	837,97	105,13
Totale	110	15.878.658,52	9.691,71	20.716,22	1,78	766,48	4.764,73



■ Biomasse ■ Biogas ■ Idroelettrico ■ Fotovoltaico ■ Combinati

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

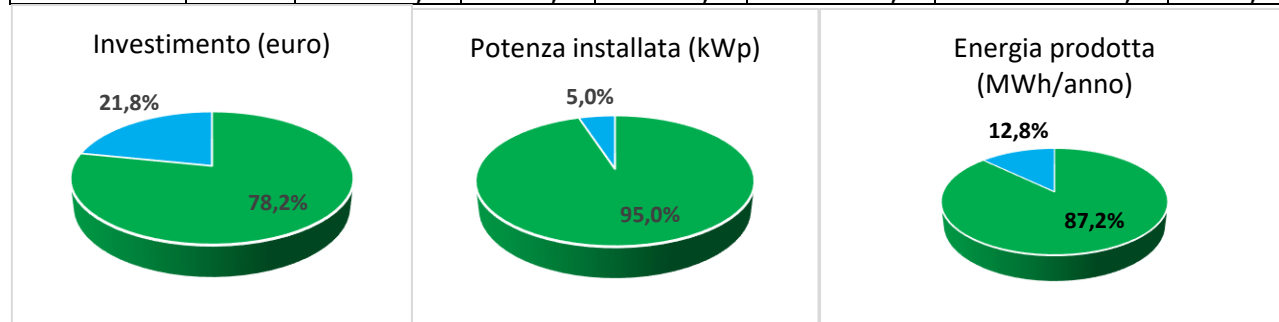
* Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Focus Area 6B - Tipo di Operazione 7.2.01

Il Tipo di Operazione 7.2.01 "Sostegno a investimenti finalizzati alla creazione, al miglioramento o all'espansione di ogni tipo di infrastrutture su piccola scala, compresi gli investimenti nelle energie rinnovabili e nel risparmio energetico" ha la finalità di realizzare impianti pubblici per la produzione di energia da fonti rinnovabili sostenendo centrali con caldaie alimentate a cippato o a pellets (biomasse) e piccoli impianti idroelettrici. Gli enti pubblici beneficiari del tipo di operazione hanno realizzato in gran parte impianti alimentati da biomasse che rappresentano 14 di 17 domande e quasi l'80% degli investimenti, oltre 2,7 milioni di euro. Le amministrazioni pubbliche beneficiarie hanno sostituito vecchie centrali termiche a gasolio ed è stata creata una filiera per l'approvvigionamento di biomassa da imprese agroforestali locali. Questo tipo di impianti rispetto a quelli idroelettrici prevalgono nettamente anche in termini di potenza installata ed energia prodotta, nonché in termini di contributo alla riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera.

Tabella 93 - Incidenza di ciascuna FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 7.2.01)

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	14	2.798.215,08	3.260,00	4.083,62	0,35	685,23	939,23
Idroelettrico	3	779.191,66	171,90	600,00	0,05	1298,65	138,00
Totale	17	3.577.406,74	3.431,90	4.683,62	0,40	763,81	1.077,23



■ Biomasse ■ Idroelettrico

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

*Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Focus Area 2A - Tipo di Operazione 4.1.01

Il Tipo di Operazione 4.1.01 "Investimenti in aziende agricole in approccio individuale e di sistema" ha la finalità di favorire la realizzazione di investimenti finalizzati al miglioramento delle prestazioni e della sostenibilità globale delle aziende agricole regionali, nell'ambito dei quali sono compresi anche investimenti per la realizzazione di impianti alimentati da FER.

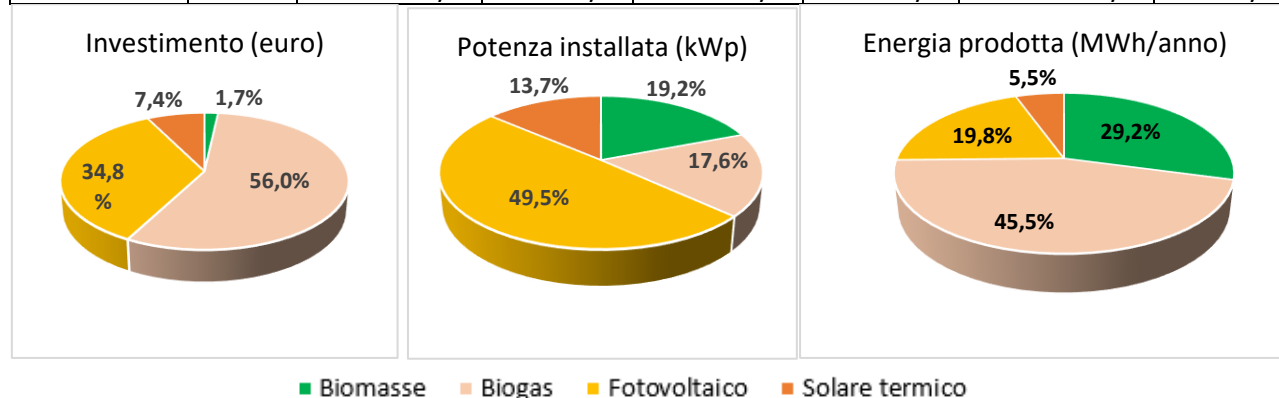
Come si rileva dalla tabella e dai grafici sottostanti, gli imprenditori agricoli hanno realizzato impianti alimentati da quattro tipologie di FER, tra le quali prevale, in termini di numero di domande, il fotovoltaico, seguito dal solare termico e dalle biomasse. Oltre la metà degli investimenti realizzati, oltre un milione di euro, è dedicata alla realizzazione di impianti a biogas, il 56 % del totale degli investimenti, seguito dal fotovoltaico (34,8%). La restante parte degli investimenti, inferiore a un decimo del totale, è associata al solare termico (7,4%) e agli impianti alimentati a biomasse (1,7%).

Per quanto riguarda la potenza installata, il fotovoltaico rappresenta la fonte più incidente rispetto alle altre (49,5%).

Considerando, invece, l'energia prodotta, circa la metà (45,5%) è ascrivibile al biogas, cui seguono gli impianti alimentati a biomasse (29,2%), gli impianti fotovoltaici (19,8%) e il solare termico (5,5%).

Tabella 94 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 4.1.01)

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	20	36.026,90	180,00	771,88	0,07	46,67	177,53
Biogas	2	1.156.229,51	165,00	1.200,06	0,10	963,48	276,01
Fotovoltaico	43	719.308,94	464,97	523,20	0,04	1.374,82	120,34
Solare termico	28	153.239,71	128,92	145,06	0,01	1.056,36	33,36
Totale	93	2.064.805,06	938,89	2.640,20	0,23	782,06	607,25



Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale
*Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Focus Area 2B - Tipo di Operazione 4.1.02

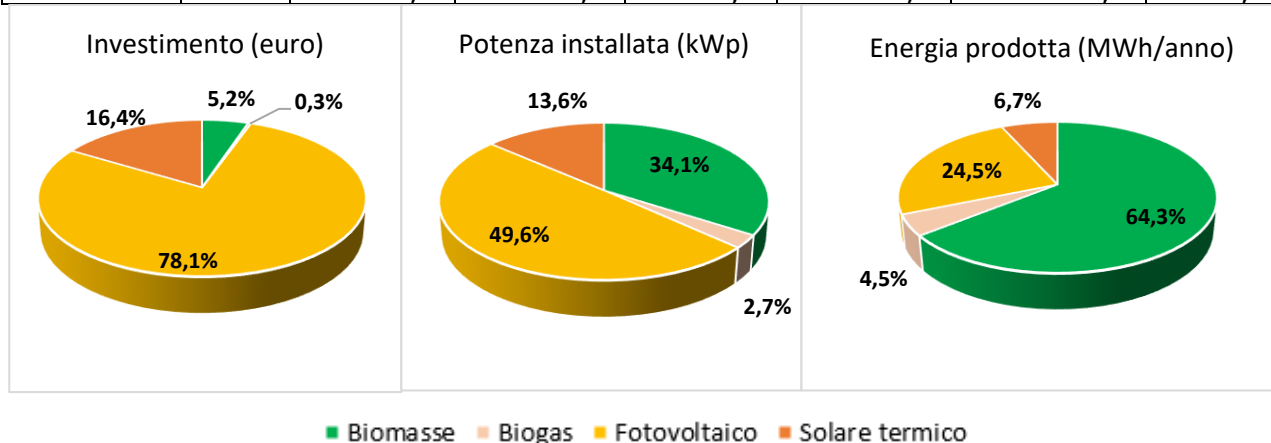
Il Tipo di Operazione 4.1.02 "Ammodernamento di aziende agricole dei giovani agricoltori" si pone l'obiettivo di migliorare il rendimento globale e l'ammodernamento delle aziende agricole condotte dai giovani agricoltori, includendo investimenti volti alla realizzazione di impianti alimentati da FER.

Circa l'80% degli investimenti, oltre 600.000 euro, è assorbito da interventi per la realizzazione di impianti fotovoltaici, seguiti dal solare termico (16,4%) e, in minima parte, dalle biomasse e dal biogas.

Il fotovoltaico rappresenta la fonte più incidente rispetto alle altre anche in termini di potenza installata (49,6%), seguito dalle biomasse (34,1%), sebbene, in termini di energia prodotta, più della metà dell'energia prodotta da FER è ascrivibile a impianti alimentati a biomasse (64,3%), che assieme al biogas hanno anche il miglior rapporto investimento su energia prodotta.

Tabella 95 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 4.1.02)

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	29	40.186,69	268,79	1.154,27	0,10	34,82	265,48
Biogas	2	2.619,18	21,41	80,30	0,01	32,62	18,47
Fotovoltaico	55	606.145,03	391,82	440,89	0,04	1.374,82	101,40
Solare termico	26	127.569,52	107,32	120,76	0,01	1.056,36	27,78
Totale	112	776.520,42	789,34	1.796,22	0,16	432,31	413,13



Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

* Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

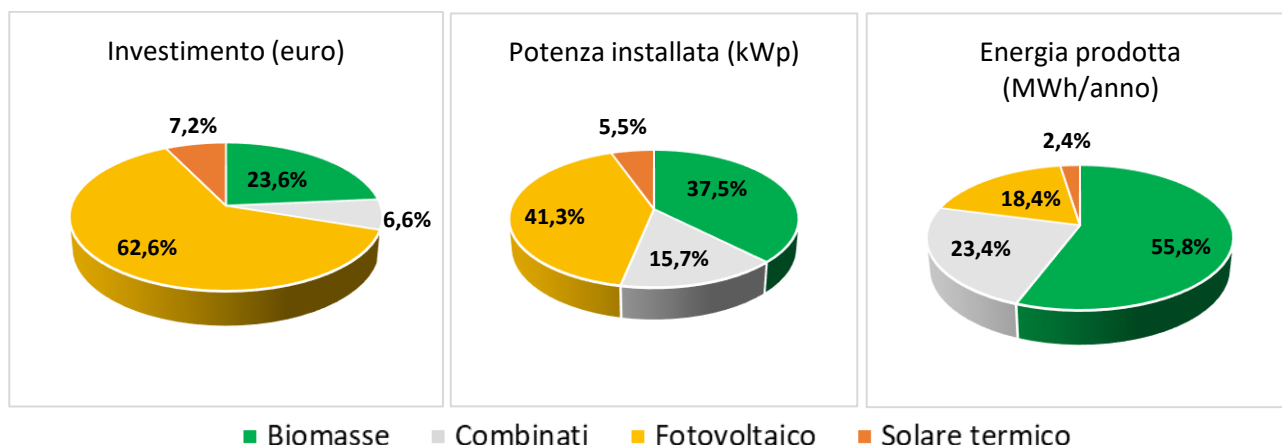
Focus Area 2A - Tipo di Operazione 6.4.01

Il Tipo di Operazione 6.4.01 "Creazione e sviluppo di agriturismi e fattorie didattiche" mira a sostenere la ristrutturazione e l'ampliamento di fabbricati rurali, la qualificazione di spazi aperti di aziende agricole esistenti e l'acquisto di nuove attrezzature da destinare all'attività agrituristica e/o di fattoria didattica. Con il sostegno previsto dal TO, gli imprenditori agricoli hanno realizzato impianti a biomasse, a biogas, impianti fotovoltaici e a solare termico.

Il fotovoltaico, come in altri casi riportati precedentemente, assorbe il maggior numero di domande e di investimenti, coprendo il 62,6% del totale, ma in termini di energia prodotta prevale la quota di energia proveniente da impianti alimentati da biomasse, il 55,8%, e da impianti combinati, il 23,4%. Le biomasse sono inoltre le fonti che forniscono il maggior contributo in termini di riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera.

Tabella 96 - FER in termini di numero di domande, investimento, potenza installata, energia prodotta e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera (TO 6.4.01)

Fonte energetica	Domande (n)	Investimento (€)	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	Energia prodotta (Ktep anno ⁻¹)*	Investimento (€) /Energia prodotta (MWh anno ⁻¹)	MgCO ₂ e anno ⁻¹
Biomasse	4	130.358,42	203,00	761,25	0,07	171,24	175,09
Combinati	1	36.255,06	85,00	318,75	0,03	113,74	73,31
Fotovoltaico	13	345.895,85	223,59	251,59	0,02	1.374,82	57,87
Solare termico	4	40.020,00	29,55	33,25	0,00	1.203,58	7,65
Totale	22	552.529,33	541,14	1.364,84	0,12	404,83	313,91



Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale

* Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Confronto fra energia rinnovabile prodotta grazie al PSR 2007-2013 e al PSR 2014-2022

Il quadro delineato precedentemente, emerge anche dal confronto con i valori di produzione di energia da fonti rinnovabili realizzati con il PSR 2007-2013.

Rispetto alla passata programmazione, infatti, il PSR 2014-2022 ha sovvenzionato meno della metà degli impianti producendo l'80% di energia rinnovabile in meno. Analogamente, sono inferiori i costi di investimento che rapportati al costo dell'investimento afferente alla passata programmazione ne rappresentano il 20%.

Si rileva, in particolare, una contrazione del numero di impianti fotovoltaici e a biogas, in controtendenza invece gli impianti alimentati a biomasse per i quali si registra in incremento, sebbene con potenza installata ed energia prodotta di molto inferiori.

Differentemente, gli impianti idroelettrici, si mantengono in linea con il numero di impianti installati con il PSR 2007-13 ma sono caratterizzati da maggiori valori di potenza installata ed energia prodotta.

Tabella 97 - Confronto produzione energetica tra programmazione PSR 2007-2013 e PSR 2014-2020

Tipologia	Interventi finanziati (n)		Costo investimento (€)		Costo investimento unitario (€/kW)		Potenza installata (kWp)		Energia prodotta			
	07-13	14-20	07-13	14-20	07-13	14-20	07-13	14-20	MWh anno ⁻¹		Ktep anno ⁻¹ *	
Solare fotovoltaico	559	204	47.576.088	10.762.126	3.425	1.221	13.892	8.813	15.489	9.487	1,33	0,82
Biogas	31	16	41.550.342	7.083.855	3.040	4.090	13.666	1.687	99.761	12.123	8,58	1,04
Biomasse	53	68	10.363.234	3.105.849	400	778	14.521	3.992	37.174	7.071	3,20	0,61
Eolico	11	-	1.448.375	-	5.000	-	269	-	378	-	0,03	-
Idroelettrico	3	4	502.634	1.157.972	5.000	2.745	70	422	245	1.445	0,02	0,12
Altri impianti e impianti combinati	51	4	6.060.739	419.288	3.000	2.498	2.340	213	7.021	776	0,60	0,07
Solare termico	63	58	1.347.116	320.829	1.350	1.207	883	266	1.679	299	0,14	0,03
Totale	771	354	108.848.528	22.849.920	2.385	1.484	45.641	15.393	161.747	31.201	13,91	2,68

Fonte: elaborazione ASI Srl su dati del Sistema di monitoraggio regionale.

* Coefficiente di conversione (1tep=11,63MWh) Agenzia internazionale dell'energia (AIE)

Dalla valutazione Ex-post del PSR 2007-2013, considerando il contributo in termini di TEP prodotti all'interno della Regione Emilia-Romagna (0,43 Mtep), il PSR, nell'intero periodo di programmazione, aveva contribuito per il 3,2% alla riduzione dei consumi di energia da fonti fossili, molto maggiore rispetto a quanto emerso dalla valutazione del contributo del PSR 2014-2022, che non raggiunge l'1%.

7.4 Conclusioni

L'analisi conferma quanto già emerso nell'Aggiornamento Rapporto di Valutazione Intermedia Periodo 2014-2020. Il numero maggiore di investimenti, per tutti i TO fatta esclusione del TO 7.2.01, si ha nel settore del fotovoltaico: si tratta prevalentemente di piccoli impianti, realizzati principalmente con il TO 6.4.02, caratterizzati da una produzione legata all'irradiazione solare quindi non continuativa durante l'anno.

Nonostante un lieve aumento rispetto alla rilevazione del 2023, la produzione annua di energia da fonti rinnovabili (FER) resta ben al di sotto delle aspettative. Il principale ostacolo non è riconducibile direttamente al Programma, ma piuttosto al contesto nazionale segnato da forte incertezza normativa, in particolare per gli impianti alimentati da sottoprodotti agricoli, forestali e agro-industriali (biomasse e biogas).

Il settore ha risentito in modo significativo dei ritardi nell'emanazione dei decreti FER e della progressiva riduzione degli incentivi, non compensata né da un calo dei costi impiantistici né da un adeguato aumento del valore dell'energia prodotta. Ciò ha penalizzato in particolare gli investimenti più complessi, come quelli nel biogas, a vantaggio di soluzioni più semplici e accessibili come il fotovoltaico.

Gli impianti a biomasse, sebbene rappresentino una linea secondaria, continuano a offrire risposte puntuali ai fabbisogni termici aziendali, soprattutto quando realizzati in assetto co- o tri-generativo. Tali soluzioni richiedono un'attenta analisi dei bisogni energetici – termici, elettrici e frigoriferi – a livello aziendale.

Particolarmente ridotto è il numero di impianti a biogas attivati tramite il Programma, in netto calo rispetto alla programmazione precedente e in linea con il trend nazionale. Questa flessione riflette le difficoltà legate alla transizione da un modello basato sulla termovalorizzazione a uno orientato alla produzione di biometano per la rete o per l'autotrazione. Eppure, grazie alla loro elevata produttività e al funzionamento quasi continuativo, tali impianti restano strategici per la generazione rinnovabile, soprattutto in territori come l'Emilia-Romagna, ricchi di risorse zootecniche utili alla filiera del biogas.

Complessivamente, il PSR, nelle due programmazioni 2007-2014 e 2014-2022, ha sostenuto la realizzazione di 1.125 impianti con una produzione di 192.948 MWh per anno corrispondenti ad un risparmio di 16.600 TEP per anno.



ALLEGATI

ALLEGATO 1 - QUESTIONARI INDAGINE TO 4.3.02

QUESTIONARIO AI CONSORZI DI BONIFICA

Questionario A RISPOSTE APERTE

CONSORZIO DI BONIFICA	
NOME E COGNOME DEL COMPILATORE	
TELEFONO DEL COMPILATORE	

Le ricadute

- 1) *Il Consorzio ha ricevuto un finanziamento nell'ambito del TO 4.3.02 del PSR 2014-2022. Quali sono state le principali ricadute per le aziende agricole degli investimenti irrigui realizzati?*
[...]
- 2) *Secondo lei gli investimenti hanno inciso anche su altri aspetti aziendali oltre che sulla maggiore sostenibilità della gestione idrica nei mesi siccitosi? Se sì, su quali aspetti?*
[...]
- 3) *Quanto importante è stato il risparmio energetico realizzato con il fotovoltaico?*
[...]

Gli effetti del cambiamento climatico

- 4) *Quali sono state le conseguenze degli eventi alluvionali estremi del 2023-2024 sulle opere realizzate?*
[...]
- 5) *Ritiene necessari interventi aggiuntivi per la prevenzione/mitigazione degli effetti del cambiamento climatico nel territorio del Consorzio? Se sì, quali?*
[...]

Il giudizio sull'efficienza dei sistemi irrigui e della gestione aziendale

- 6) *Come giudica complessivamente il livello di efficienza dei sistemi irrigui presenti nelle aziende consorziate?*
[...]
- 7) *Quali sono i principali punti di debolezza?*
[...]
- 8) *Come giudica complessivamente il livello di consapevolezza delle aziende consorziate in merito alla necessità di rendere più efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura?*
[...]
- 9) *Ritiene che gli interventi realizzati lo abbiano migliorato?*
[...]

**Il supporto dei Consorzi alle Aziende**

10) Avete fornito consulenza alle aziende che hanno partecipato al PSR 2014-2022 Misura 4 (Investimenti irrigui)? Che tipo di consulenza?

[...]

11) Avete intrapreso azioni per informare le aziende agricole di tutte le diverse opportunità offerte dal PSR 2014-2022 nell'ambito della Misura 4? Se sì, in che modo?

[...]

12) Ritene vi sia l'esigenza di dare una formazione specifica e specialistica agli utenti del consorzio in materia irrigua?

[...]

13) Avete utilizzato mezzi di comunicazione per informare le aziende agricole su come ottimizzare gli interventi irrigui (bollettini, messaggistica, internet, ecc.)? Intendete farlo nel futuro?

[...]

Il livello di soddisfazione dei Consorzi

14) Quanto è soddisfatto dei risultati raggiunti grazie agli investimenti realizzati in relazione alle ricadute sopra descritte? **N.B. dare un giudizio e fornire la motivazione del giudizio attribuito**

▪ Per nulla	▪ Poco	▪ Abbastanza	▪ Molto
-------------	--------	--------------	---------

Motivazione: [...]

15) In base alla sua esperienza, ritiene che il sostegno del PSR abbia contribuito positivamente ai fini di un utilizzo idrico efficiente? **N.B. dare un giudizio e fornire la motivazione del giudizio attribuito**

▪ Per nulla	▪ Poco	▪ Abbastanza	▪ Molto
-------------	--------	--------------	---------

Motivazione: [...]



16) Il Consorzio ha riscontrato criticità nel presentare domanda per gli interventi finanziati con il TO 4.3.02 del PSR 2014-2022?

Se sì, quali?

	Punteggio di importanza			
Complessità e difficoltà nella ricerca di aggregazione di aziende agricole per la formazione del Consorzio di scopo	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Elevati tempi di attesa per la concessione del sostegno o per l'erogazione del contributo	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Complessità e difficoltà nella redazione del progetto e nell'implementazione delle procedure di calcolo	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Complessità e difficoltà nell'ottenimento della documentazione tecnica da allegare alla domanda di sostegno	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Complessità e difficoltà per la presentazione della domanda di pagamento	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Complessità e difficoltà per l'ottenimento dei titoli abilitativi necessari alla realizzazione delle opere	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Altro (specificare):	• Per nulla	• Poco	• Abbastanza	• Molto
Eventuali note:				

DATA DI COMPILAZIONE	
----------------------	--

QUESTIONARIO ALLE AZIENDE

Benvenuto

Come a Lei noto, il Consorzio di Bonifica della ROMAGNA OCCIDENTALE ha realizzato nel periodo 2019-2022 un intervento con il sostegno della Misura 4, Tipo di Operazione 4.3.02 "Infrastrutture irrigue" del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2022 (PSR 2014-2022).

Il progetto realizzato ha contemplato il recupero funzionale di una ex cava esistente, utilizzata per invasare, tramite un canale di scolo anch'esso esistente, acqua da distribuirsi alle aziende agricole tramite una rete tubata in pressione.

Il presente questionario è finalizzato a indagare gli effetti del Tipo di Operazione 4.3.02. Desideriamo assicurarle ancora una volta che le informazioni raccolte saranno utilizzate unicamente per la Valutazione del PSR e i dati risultanti dalla rilevazione saranno resi pubblici solo in forma aggregata. In ogni caso tutte le informazioni saranno gestite nel rispetto della riservatezza prevista dal Regolamento europeo n. 679/2016, "Regolamento generale sulla protezione dei dati".

Sezione 1 - Informazioni inerenti l'azienda

* 1. Dati aziendali

Nome e cognome
dell'intervistato

Azienda agricola

Recapito telefonico

* 2. Con riferimento alla superficie asservita alla 4.3.02, indichi la percentuale di approvvigionamento d'acqua dalle diverse fonti impiegate nella situazione **ANTE** intervento: (inserire numeri interi compresi tra 1 e 100 e inserire 0 se la fonte non è utilizzata)

Prelievo da Canale
Arginello

Pozzi aziendali

Derivazioni aziendali
da corsi d'acqua
superficiali (Torrente
Senio)

Acque meteoriche

Altre fonti

Superficie non irrigata

3. Se ha indicato altre fonti specificare quali



* 4. Con riferimento alla superficie asservita alla 4.3.02, indichi la percentuale di approvvigionamento d'acqua dalle diverse fonti impiegate nella situazione **POST** intervento:
(inserire numeri interi compresi tra 1 e 100 e inserire 0 se la fonte non è utilizzata)

Prelievo da invaso	
Pozzi aziendali	
Derivazioni aziendali da corsi d'acqua superficiali (Torrente Senio)	
Acque meteoriche	
Altre fonti	
Superficie non irrigata	

5. Se ha indicato altre fonti specificare quali

* 6. Con riferimento alla superficie asservita alla 4.3.02, indichi la percentuale servita da ciascun sistema irriguo nella situazione **ANTE** intervento:
(inserire numeri interi compresi tra 1 e 100 e inserire 0 se il sistema irriguo non è utilizzato)

Scorrimento superficiale ed infiltrazione laterale	
Sommersione	
Aspersione (a pioggia)	
Microirrigazione	
Subirrigazione	
Superficie non irrigata	

* 7. Con riferimento alla superficie asservita alla 4.3.02, indichi la percentuale servita da ciascun sistema irriguo nella situazione **POST** intervento:
(inserire numeri interi compresi tra 1 e 100 e inserire 0 se il sistema irriguo non è utilizzato)

Scorrimento superficiale ed infiltrazione laterale	
Sommersione	
Aspersione (a pioggia)	
Microirrigazione	
Subirrigazione	
Superficie non irrigata	



* 8. Indicare il settore produttivo prevalente dell'azienda ANTE intervento

* 9. In seguito all'intervento il settore produttivo prevalente dell'azienda è cambiato?

- ☐ Sì
☐ No

* 10. Se sì indicare il settore produttivo dell'azienda POST intervento

* 11. Motivazione dell'eventuale cambiamento

Sezione 2 - Risultati e ricadute degli investimenti

* 12. Indichi in che misura ritiene di aver raggiunto i seguenti risultati a seguito degli investimenti irrigui realizzati dal Consorzio:

(dare una risposta per ogni riga)

	Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto
Ho garantito all'azienda una riserva idrica disponibile nei periodi di massima carenza	☐	☐	☐	☐
Ho aumentato la superficie irrigata	☐	☐	☐	☐
Ho stabilizzato le rese	☐	☐	☐	☐
Ho incrementato le rese	☐	☐	☐	☐
Ho migliorato la qualità delle produzioni grazie alla migliore gestione irrigua	☐	☐	☐	☐
Ho ridotto il costo dell'acqua per l'irrigazione	☐	☐	☐	☐

Altro (specificare il risultato e in che misura è stato raggiunto)



* 13. Nel caso la sua azienda effettui prelievo irriguo da pozzi o da corsi d'acqua ANTE intervento, in che misura ritiene di aver raggiunto i seguenti risultati a seguito degli investimenti irrigui realizzati dal Consorzio?

	Per nulla	Poco	Abbastanza	Molto	Non ho prelievi aziendali
Ho ridotto il prelievo irriguo dai corsi d'acqua	☐	☐	☐	☐	☐
Ho ridotto il prelievo irriguo dai pozzi	☐	☐	☐	☐	☐

* 14. Ha in previsione di fare modifiche all'ordinamento colturale e/o alle tecniche di produzione della sua azienda a seguito degli investimenti irrigui realizzati?

- ☐ Sì
☐ No

* 15. Se sì, indicare il tipo di modifiche previste:

Cambiare l'indirizzo produttivo di tutta l'azienda (indicare SI/NO)

Cambiare l'indirizzo produttivo di parte dell'azienda (specificare gli ettari coinvolti)

Introdurre nuove colture prima non praticate sulle superfici oggetto di intervento (specificare la nuova coltura che prevede di introdurre e gli ettari coinvolti)

Modificare aspetti tecnici relativi alle tecniche di produzione: es. nuovi sesti di impianto, adozione cover crops, ecc. (specificare le modifiche e gli ettari coinvolti)

Altro (specificare)

* 16. A seguito degli investimenti irrigui realizzati, ritiene che la Produzione Lorda Vendibile (PLV) della sua azienda possa aumentare nel medio-lungo periodo?

- ☐ Sì
☐ No

* 17. Se sì, può indicare orientativamente di quanto (in termini percentuali rispetto alla situazione **ANTE** intervento)?

- ☐ Tra lo 0% e il 20%
☐ Tra il 20% e il 30%
☐ Tra il 30% e il 40%
☐ Tra il 40% e il 50%
☐ Più del 50%

* 18. L'aumento di Produzione Lorda Vendibile (PLV) eventualmente previsto a seguito della realizzazione degli investimenti irrigui, potrebbe essere correlato prevalentemente a:
(max 2 risposte)

- ☐ L'aumento della superficie irrigata
☐ L'aumento della stabilità di produzione sui terreni oggetto di intervento (stessa coltura pre e post intervento)
☐ L'aumento della qualità di produzione sui terreni oggetto di intervento (stessa coltura pre e post intervento)
☐ La produzione di nuove colture (a maggior valore) prima NON praticate sui terreni oggetto di intervento
☐ Il risparmio sui costi di approvvigionamento di acqua
☐ Altro (specificare)

* 19. Se no, può indicarne sinteticamente il motivo?

* 20. Ci sono state/si attende altre ricadute positive o negative degli investimenti irrigui realizzati?

- ☐ Sì
☐ No



* 21. Se sì, quali sono le ulteriori ricadute? Specificare:

* 22. Potrebbe indicare quanto le misure sotto elencate contribuiscono al risparmio idrico e se le applica in azienda con o senza il sostegno del PSR?

(dare una risposta per ogni riga)

	Contributo al risparmio idrico	Applicazione in azienda
1. Raccolta e uso delle acque piovane		
2. Utilizzo di impianti di irrigazione ad alta efficienza (microirrigazione, ecc.)		
3. Corretta manutenzione degli impianti di irrigazione		
4. Miglioramento dell'efficienza delle reti distributive		
5. Uso di varietà di colture meglio adattate alle nuove condizioni climatiche (ad esempio, varietà con cicli più brevi, più resistenti allo stress idrico)		
6. Realizzazione di opere atte all'accumulo dell'acqua durante i mesi invernali e primaverili, quando si registrano le portate maggiori dei corsi d'acqua (invasi idrici)		
7. Conduzione di pratiche di lavorazione conservativa che, anche con la presenza di residui colturali in superficie, contribuiscono a ridurre l'evaporazione e lo scorrimento superficiale dell'acqua favorendone l'infiltrazione e lo stoccaggio nel suolo		
8. Conduzione con pratiche agricole che prevedono l'inerbimento delle		



colture a favore di
una minor risalita
capillare delle acque
sotterranee ed una
maggiore protezione
del suolo
dall'erosione e dal
disseccamento

9. Adesione ad un
sistema di consiglio
irriguo (ad es.
IRRINET, bollettini
agro-meteorologici
forniti dagli enti
competenti, apposita
messaggistica fornita
dal Consorzio di
Scopo, ecc.)

10. Adozione di
infrastrutture verdi
(fasce tampone, siepi,
zone umide, ecc.)
aventi un effetto
positivo sulla
disponibilità di acqua
nei suoli (misure di
ritenzione delle
acque)

11. Utilizzo di sensori
di misura dello stato
idrico

Altro (specificare)

23. In riferimento alla domanda precedente, nel caso abbia applicato in azienda misure con il sostegno del PSR:

Potrebbe descriverle
brevemente?

Potrebbe indicare da
quanto tempo le
applica in azienda?

* 24. Nell'ambito della sua esperienza, ritiene che il sostegno del PSR abbia contribuito positivamente ai fini di un utilizzo idrico efficiente?

Per nulla

Poco

Abbastanza

Molto

Grado di importanza

☐☐☐☐

* 25. Motivi brevemente il suo giudizio:

Sezione 3 - Conoscenza dei mezzi di comunicazione del PSR



* 26. Attraverso quali mezzi di comunicazione è venuto a conoscenza della possibilità di chiedere finanziamenti relativi al risparmio idrico tramite il PSR?

* 27. Quali sono i mezzi di comunicazione relativi ai finanziamenti del PSR che ritiene più efficaci?

* 28. Data di compilazione

Data/Ora

Data

ALLEGATO 2 - TABELLE DI DETTAGLIO PER IL CALCOLO DELLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA E AMMONIACA DAGLI ALLEVAMENTI: TO 4.1.04

SEZIONE A1- FATTORI DI EMISSIONE E ABBATTIMENTO

Tabella 98 - Fattori di Emissione (FE) per la stabulazione

<i>FE - stabulazione (kg UBA⁻¹ anno⁻¹)¹</i>					<i>ISPRA</i>	<i>GAINS</i>
<i>Specie zootecnica</i>	<i>N° campione</i>	<i>NH₃ bat-tool</i>	<i>CH₄</i>	<i>N₂O</i>	<i>NH₃</i>	<i>NH₃</i>
<i>Avicoli</i>	<i>3</i>	<i>6,3</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>	<i>5,1</i>	<i>11,4</i>
<i>Suini</i>	<i>4</i>	<i>7,9</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>	<i>8,8</i>	<i>7,8</i>
<i>Bovini</i>	<i>85</i>	<i>16,4</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>	<i>11,8</i>	<i>9,6</i>
<i>Ovini</i>	<i>1</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>	<i>1,5</i>	<i>1,9</i>

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020

Tabella 99 - Fattori di Abbattimento (FA) per la stabulazione

<i>Specie zootecnica</i>	<i>Tecniche di abbattimento</i>	<i>FA - stabulazione (kg UBA⁻¹ anno⁻¹)¹</i>			
		<i>N° campione</i>	<i>NH₃</i>	<i>CH₄</i>	<i>N₂O</i>
<i>Avicoli</i>	<i>polli da carne: lettiera, ricircolo aria per ventilazione lettiera</i>	<i>2</i>	<i>5,0</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>polli da carne: lettiera, isolamento, abbeveratoi antispreco</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
<i>Suini</i>	<i>climatizzazione dei ricoveri, coibentazione del tetto</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>pavimentazione scanalata con fori per il drenaggio dell'urina</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>sistemi di ventilazione forzata dell'aria e filtri</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
<i>Bovini</i>	<i>climatizzazione dei ricoveri, coibentazione del tetto</i>	<i>24</i>	<i>2,5</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>pavimentazione scanalata con fori per il drenaggio dell'urina</i>	<i>2</i>	<i>5,2</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>sistemi di ventilazione forzata dell'aria e filtri</i>	<i>8</i>	<i>8,2</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
<i>Ovini</i>	<i>climatizzazione dei ricoveri, coibentazione del tetto</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>
	<i>pavimentazione scanalata con fori per il drenaggio dell'urina</i>	<i>Null</i>	<i>No-disp</i>	<i>No-effetto</i>	<i>No-effetto</i>

sistemi di ventilazione forzata dell'aria e filtri Null No-disp No-effetto No-effetto

¹Valori estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020 quando la dimensione del campione ha permesso una stima specifica per azienda.

Tabella 100 - Fattori di Emissione (FE) per lo stoccaggio

Specie zootecnica	N° campione	FE - stoccaggio (kg UBA ⁻¹ anno ⁻¹) ¹			ISPRA	GAINS
		NH ₃ da ISPRA	CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NH ₃
Avicoli	3	3,5	1,4	0,2	2,7	8,0
Suini	4	6,9	9,6	0,2	6,4	4,6
Bovini	85	12,5	14,2	0,6	14,8	15,6
Ovini	1	13,7	0,4	0,7	0,0	0,0

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020

Tabella 101 - Fattori di Abbattimento (FA) per lo stoccaggio

Specie zootecnica	Tecniche di abbattimento	FA - stoccaggio (kg UBA ⁻¹ anno ⁻¹) ¹			
		N°	NH ₃	CH ₄	N ₂ O
Avicoli	coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle)	Null	No-appl	No-appl	No-appl
	coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	Null	No-appl	No-appl	No-appl
	serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	Null	No-disp	No-disp	No-disp
Suini	coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle)	1	2,5	1,4	No-effetto
	coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	Null	3,4*	0,9*	No-disp
	vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	Null	3,0*	0,8*	No-disp
	serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	1	6,9**	1,4	No-effetto
Bovini	coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle)	9	5,0	1,1	No-effetto
	coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	7	6,2	1,2	No-effetto
	vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	12	5,4	1,1	No-effetto
	serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	1	10,7	1,2	No-effetto
Ovini	coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle)	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	Null	No-disp	No-disp	No-disp

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020 quando la dimensione del campione ha permesso una stima specifica per azienda. * calcolate in proporzione a quanto riscontrato per i bovini; ** calcolate secondo quanto indicato dal bando.

Tabella 102 - Fattori di Abbattimento (FA) trattamento

Specie zootecnica	Tecniche di abbattimento	FA - trattamento (kg UBA ⁻¹ anno ⁻¹) ¹			
		N°	NH ₃	CH ₄	N ₂ O
Avicoli	separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	Null	No-appl	No-appl	No-effetto
	aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	Null	No-appl	No-appl	No-effetto
Suini	separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	Null	No-disp	No-disp	No-effetto
	aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	Null	No-disp	No-disp	No-effetto
Bovini	separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	14	12,9	2,7	No-effetto
	aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	5	12,4	2,7	No-effetto
Ovini	separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	Null	No-disp	No-disp	No-effetto
	aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	Null	No-disp	No-disp	No-effetto

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020 quando la dimensione del campione ha permesso una stima specifica per azienda.

Tabella 103 - Fattori di Emissione (FE) campo

FE - campo (kg UBA ⁻¹ anno ⁻¹) ¹					ISPRA	GAINS
Specie zootecnica	N° campione	NH ₃ 2019	EMEP/EEA, CH ₄	N ₂ O	NH ₃	NH ₃
Avicoli	3	10,6	No-effetto	0,3	1,8	10,6
Suini	4	8,9	No-effetto	0,4	4,3	12,9
Bovini	85	27,2	No-effetto	1,0	9,7	20,1
Ovini	1	No-disp	No-effetto	No-disp	3,4	37,9

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020

Tabella 104 - Fattori di Abbattimento (FA) campo

Specie zootecnica	Tecniche di abbattimento	FA - campo (kg UBA ⁻¹ anno ⁻¹) ¹			
		N° campione	NH ₃	CH ₄	N ₂ O
Avicoli	spandimento rasoterra a strisce	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	Null	No-appl	No-appl	No-appl
	dispositivi iniettori a solchi aperti	Null	No-appl	No-appl	No-appl
	impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	Null	No-appl	No-appl	No-appl
	dispositivi iniettori a solchi chiusi	Null	No-appl	No-appl	No-appl
Suini	spandimento rasoterra a strisce	Null	4,0**	No-effetto	0,02*
	impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	Null	4,0**	No-effetto	0,02*
	dispositivi iniettori a solchi aperti	Null	6,3**	No-effetto	0,04*
	impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	Null	8,0**	No-effetto	0,06*
	dispositivi iniettori a solchi chiusi	1	8,0**	No-effetto	0,08
Bovini	spandimento rasoterra a strisce	7	6,3	No-effetto	0,06
	impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	2	8,7	No-effetto	0,07
	dispositivi iniettori a solchi aperti	5	6,4	No-effetto	0,11
	impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	2	10,1	No-effetto	0,16
	dispositivi iniettori a solchi chiusi	29	10,1	No-effetto	0,18*
Ovini	spandimento rasoterra a strisce	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	dispositivi iniettori a solchi aperti	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	Null	No-disp	No-disp	No-disp
	dispositivi iniettori a solchi chiusi	Null	No-disp	No-disp	No-disp

¹I valori sono stati estrapolati dalla precedente analisi RAV 2020 quando la dimensione del campione ha permesso una stima specifica per azienda. * calcolate in proporzione a quanto riscontrato per i bovini; ** calcolate secondo quanto indicato dal bando

SEZIONE A2- DETTAGLIO EMISSIONI E RELATIVE RIDUZIONI DI AMMONIACA E GAS SERRA CALCOLATE PER ANNO DI RIFERIMENTO

Anno 2018

Tabella 105 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per i ricoveri degli animali. Anno 2018 (ID bando 794)

Tecniche per i ricoveri degli animali	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Sistemi di trattamento dell'aria negli allevamenti finalizzati all'abbattimento dell'ammoniaca	3	2815	46	NA	NA	NA	23	NA	NA	NA	50%	NA	NA	NA
Avicoli - polli da carne: lettiera, isolamento, abbeveratoi antispreco	1	4085	26	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bovini: climatizzazione dei ricoveri, coibentazione del tetto	42	13018	214	NA	NA	NA	33	NA	NA	NA	15%	NA	NA	NA
Avicoli - polli da carne: lettiera, ricircolo aria per ventilazione lettiera	2	4805	30	NA	NA	NA	24	NA	NA	NA	79%	NA	NA	NA
Bovini: pavimentazione scanalata con fori per il drenaggio dell'urina	6	4455	73	NA	NA	NA	23	NA	NA	NA	32%	NA	NA	NA
Suini: cooling (x scrofe in gestazione, scrofe allattanti, magronaggio - ingrasso)	1	4801	38	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Suini: fossa a pareti inclinate	1	1440	11	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Bovini: sistemi di ventilazione forzata dell'aria (non generalmente applicabili) e filtri	12	5988	93	NA	NA	NA	44	NA	NA	NA	47%	NA	NA	NA
Totale	68	41407	532	NA	NA	NA	147	NA	NA	NA	28%	NA	NA	NA

Tabella 106 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per le tecniche di trattamento degli effluenti. Anno 2018 (ID bando 794)

Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	8	3466	NA	NA	NA	NA	43	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
nitri-denitri	1	236	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	17	7142	NA	NA	NA	NA	92	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Totale	26	10844	NA	NA	NA	NA	135	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabella 107 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche di stoccaggio di effluenti liquidi. Anno 2018 (ID bando 794)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture, non sono ammessi lagoni	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle, vedi 4,6,1 delle BATc)	9	5648	49	60	2	2203	18	7	0	210	38%	12%	0%	10%
coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	12	7857	71	86	3	3184	35	8	0	223	50%	9%	0%	7%
serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	3	6682	69	78	3	2995	62	9	0	242	89%	11%	0%	8%
vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	26	14770	196	217	9	8432	67	15	0	416	34%	7%	0%	5%
Totale	50	34957	385	440	17	16815	183	39	0	1091	47%	9%	0%	6%

Tabella 108 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche di stoccaggio di effluenti palabili. Anno 2018 (ID bando 794)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Capannoni o copertura stabile della platea (crf. BAT 14 della Decisione di esecuzione UE 2017/302)	4	861	11	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	14%	NA	NA	NA

Tabella 109 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche di spandimento di effluenti liquidi. Anno 2018 (ID bando 794)

Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
dispositivi iniettori a solchi aperti	3	695	19	NA	1	177	4	NA	0	20	24%	NA	11%	11%
dispositivi iniettori a solchi chiusi	44	19491	484	NA	17	4581	191	NA	3	898	40%	NA	20%	20%
impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	1	1987	54	NA	2	506	20	NA	0	84	37%	NA	17%	17%
impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	2	1185	13	NA	1	145	5	NA	0	11	41%	NA	7%	7%
spandimento rasoterra a strisce	9	2343	60	NA	2	562	14	NA	0	36	24%	NA	6%	6%
Totale	59	25700	629	NA	23	5972	236	NA	4	1049	37%	NA	18%	18%

Anno 2019

Tabella 110 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per il trattamento degli effluenti. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969)

Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
attrezzature per aerazione, compostaggio con copertura, separatori a bassa e media efficienza con copertura	2	1062	NA	NA	NA	NA	13	3	NA	80	NA	NA	NA	NA
separatori ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	20	12111	NA	NA	NA	NA	156	32	NA	907	NA	NA	NA	NA
Totale	22	13173	NA	NA	NA	NA	169	35	NA	987	NA	NA	NA	NA

Tabella 111 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture, non sono ammessi laghi	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
coperture flessibili galleggianti (include teli, sacche, cfr. BAT 16 della Decisione di esecuzione UE 2017/302)	1	1099	14	14	1	575	5	1	NA	33	40%	8%	NA	6%
coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	15	6233	72	77	3	3065	36	7	NA	201	50%	9%	NA	7%
nuove vasche con coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	11	10773	94	115	4	4213	59	12	NA	340	64%	11%	NA	8%
serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	6	12638	119	150	4	5150	95	18	NA	498	80%	12%	NA	10%
vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	17	15054	181	196	8	7718	74	16	NA	442	41%	8%	NA	6%
Totale	50	45797	479	552	20	20721	269	54	NA	1513	56%	10%	NA	7%

Tabella 112 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Capannoni o copertura stabile della platea (cfr. BAT 14 della Decisione di esecuzione UE 2017/302)	4	2660	33	NA	NA	NA	5	NA	NA	NA	14%	NA	NA	NA

Tabella 113 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo spandimento effluenti liquidi. Anno 2019 (ID bandi 1470, 1968 e 1969)

Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
dispositivi iniettori a solchi aperti	3	4206	67	NA	3	682	27	NA	0.5	121	40%	NA	18%	18%
dispositivi iniettori a solchi chiusi	34	22539	444	NA	16	4352	208	NA	3	853	47%	NA	20%	20%
impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	1	282	3	NA	0	29	2	NA	0	5	90%	NA	17%	17%
impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	3	1294	35	NA	1	330	13	NA	0	52	37%	NA	16%	16%
spandimento rasoterra a strisce	5	1361	25	NA	1	249	7	NA	0	16	28%	NA	6%	6%
Totale	46	29683	575	NA	21	5642	257	NA	4	1047	45%	NA	19%	19%

Anno 2022

Tabella 114 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per i ricoveri. Anno 2022 (ID bando 2035)

Tecniche per i ricoveri degli animali	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Sistemi di trattamento dell'aria negli allevamenti finalizzati all'abbattimento dell'ammoniaca	1	237	4	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	15%	NA	NA	NA
Bovini: climatizzazione dei ricoveri, coibentazione del tetto	3	1298	21	NA	NA	NA	3	NA	NA	NA	15%	NA	NA	NA
Bovini: pavimentazione scanalata con fori per il drenaggio dell'urina	1	117	2	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	32%	NA	NA	NA
Totale	5	1652	27	NA	NA	NA	4	NA	NA	NA	17%	NA	NA	NA

Tabella 115 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per il trattamento degli effluenti. Anno 2022 (ID bando 2035)

Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
aerazione, compostaggio con copertura, separatore a bassa efficienza (vaghi) con copertura	2	1181	NA	NA	NA	NA	15	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
attrezzature per aerazione, compostaggio con copertura, separatori a bassa e media efficienza con copertura	2	559	NA	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	32	15661		NA	NA	NA	202	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Totale	36	17401	NA	NA	NA	NA	223	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabella 116 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi. Anno 2022 (ID bando 2035)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture, non sono ammessi lagoni	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Coperture flessibili galleggianti	7	2773	26	31	1	1149	12	3	NA	92	45%	11%	NA	8%
coperture flessibili galleggianti (include teli, pellicole, sacche gonfiabili, piastrelle, vedi 4,6,1 delle BATc)	2	476	6	6	0	249	2	1	NA	14	40%	8%	NA	6%
coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	66	31387	327	365	15	14121	194	38	NA	1056	59%	10%	NA	7%
serbatoi flessibili di materiale elastomerico o plastomerico	8	10638	80	106	3	3725	78	13	NA	358	98%	12%	NA	10%
vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	18	11819	130	143	6	5581	64	13	NA	368	49%	9%	NA	7%
Totale	101	57092	568	650	25	24824	350	67	NA	1888	62%	10%	NA	8%

Tabella 117 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili. Anno 2022 (ID bando 2035)

Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili	n	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
Capannoni o copertura stabile della platea (crf. BAT 14 della Decisione di esecuzione UE 2017/302)	4	1100	14	NA	NA	NA	2	NA	NA	NA	14%	NA	NA	NA

Tabella 118 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG calcolate per le tecniche per lo spandimento effluenti liquidi. Anno 2022 (ID bando 2035)

Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature	N°	UBA	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
dispositivi iniettori a solchi aperti	27	12427	238	NA	9	2339	80	NA	1	357	34%	NA	15%	15%
dispositivi iniettori a solchi chiusi	121	83624	1410	NA	53	14114	747	NA	10	2782	53%	NA	20%	20%
impianto irrigazione con liquame diluito con subirrigazione	1	282	3	NA	0	29	2	NA	0	5	90%	NA	17%	17%
impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	3	2044	19	NA	1	223	11	NA	0	23	55%	NA	10%	10%
spandimento rasoterra a strisce	24	4995	115	NA	4	1102	29	NA	0	76	25%	NA	7%	7%
Totale	176	103373	1785	NA	67	17808	869	NA	12	3243	49%	NA	18%	18%

Altri interventi

Nella tabella A2.15 sono riportate le emissioni e le relative riduzioni di NH₃ e GHG relative alle 49 domande per le quali non erano disponibili le informazioni sulle UBA ed è pertanto stato modificato l'approccio metodologico. Le tabelle fanno riferimento al dettaglio delle singole tipologie di intervento entro le rispettive classi.

Tabella 119 - Emissioni e relative riduzioni di NH₃ e GHG relative alle 49 domande per le quali la stima è stata effettuata con diverso approccio metodologico

Classe d'intervento	N°	Azoto spandibile (Mg anno ⁻¹)	Emissione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (Mg anno ⁻¹)				Riduzione (%)			
			NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e	NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ e
<i>Tecniche per il trattamento degli effluenti, impianti/macchine altri</i>														
separatore ad alta efficienza con copertura, tunnel esterno di essiccazione	2	44	19	0	1	184	13	0	0	19	68%	NA	10%	10%
<i>Tecniche per lo spandimento effluenti, attrezzature altri</i>														
dispositivi iniettori a solchi aperti	8	419	188	0	7	1744	132	0	1	192	70%	NA	11%	11%
dispositivi iniettori a solchi chiusi	31	2370	1065	0	37	9869	745	0	4	1086	70%	NA	11%	11%
impianto irrigazione con liquame diluito in superficie	1	160	72	0	3	664	50	0	0	73	70%	NA	11%	11%
spandimento rasoterra a strisce	2	663	298	0	10	2761	209	0	1	304	70%	NA	11%	11%
sub totale	42	3611	1623	0	57	15039	1136	0	6	1654	70%	NA	11%	11%
<i>Tecniche per lo stoccaggio effluenti liquidi, contenitori e coperture, non sono ammessi lagoni (Id 2035)</i>														
coperture rigide e flessibili ermetiche alla pioggia, coperture a tenda	2	198	89	0	6	1474	62	0	1	162	70%	NA	11%	11%
vasche non coperte, ma con rapporto area superficie emittente e volume del deposito 0 < 0,2	2	81	34	0	1	256	22	0	0	28	66%	NA	11%	11%
sub totale	4	279	123	0	7	1730	85	0	1	190	69%	NA	11%	11%
<i>Tecniche per lo stoccaggio effluenti palabili (Id 2035)</i>														
Capannoni o copertura stabile della platea (crf. BAT 14 della Decisione di esecuzione UE 2017/302)	1	160	72	0	3	664	50	0	0	73	70%	NA	11%	11%
Totale	49	4094	1837	0	66	17618	1284	0	7	1937	70%	NA	11%	11%
*1 intervento (a solchi chiusi) era per il bando 1968, 1 intervento (a solchi chiusi) era per il bando 1470, 1 intervento (copertura stabile della platea) per il bando 1470, il resto degli interventi rientravano nel bando 2035														

ALLEGATO 3 - STATO DELL'ARTE DELLA CARBON FOOTPRINT IN AGRICOLTURA

PARTE 1 - Stato dell'arte della Carbon Footprint in agricoltura: review della letteratura

Questa sezione propone una revisione della letteratura esistente, mediante un approccio "sistematico", per identificare lo stato dell'arte l'applicazione dell'approccio *Carbon Footprint* al settore primario, focalizzandosi sulle colture d'interesse.

Inizialmente viene proposta un'analisi della letteratura degli studi che hanno trattato la CFP in agricoltura, mentre successivamente la ricerca viene ristretta con l'aggiunta di un nuovo argomento riguardante le colture oggetto di analisi.

Infine, maggiore attenzione è dedicata agli studi condotti sul territorio nazionale. Il risultato della ricerca viene descritto attraverso l'analisi bibliometrica, in modo da mettere in relazione i metadati relativi alle pubblicazioni tra di loro, ed una "*network analysis*" al fine di evidenziare la relazione esistente tra le parole chiave connesse ai lavori scientifici. Infine, per gli studi relativi al contesto nazionale, è stata proposta una *content analysis*.

1.1 Stato dell'arte sulla CFP in agricoltura

Questo studio segue le linee guida per la revisione della letteratura come indicato nel *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (PRISMA) (Page et al. 2021). L'utilizzo di questa metodologia sistematica consente di identificare e selezionare gli studi rilevanti in base a specifiche domande di ricerca con criteri di inclusione ed esclusione predeterminati. Inoltre, contribuisce a ridurre i pregiudizi nella selezione degli articoli e a identificare le lacune nella letteratura corrente, fornendo indicazioni utili per orientare la ricerca futura (Farooq, 2017).

Seguendo le linee guida appena citate, è stato sviluppato un protocollo di revisione per la ricerca, lo screening e la selezione degli articoli, e l'estrazione dei dati. L'estrazione dei dati relativi alle referenze bibliometriche è iniziata il 3 dicembre 2024, mentre la banca dati impiegata per questo studio è stata quella di "Scopus" (www.scopus.com), che fornisce lavori scientifici che hanno superato il processo di "*peer-reviewing*" e in lingua inglese.

Nella figura successiva il PRISMA sviluppato per questa review della letteratura:

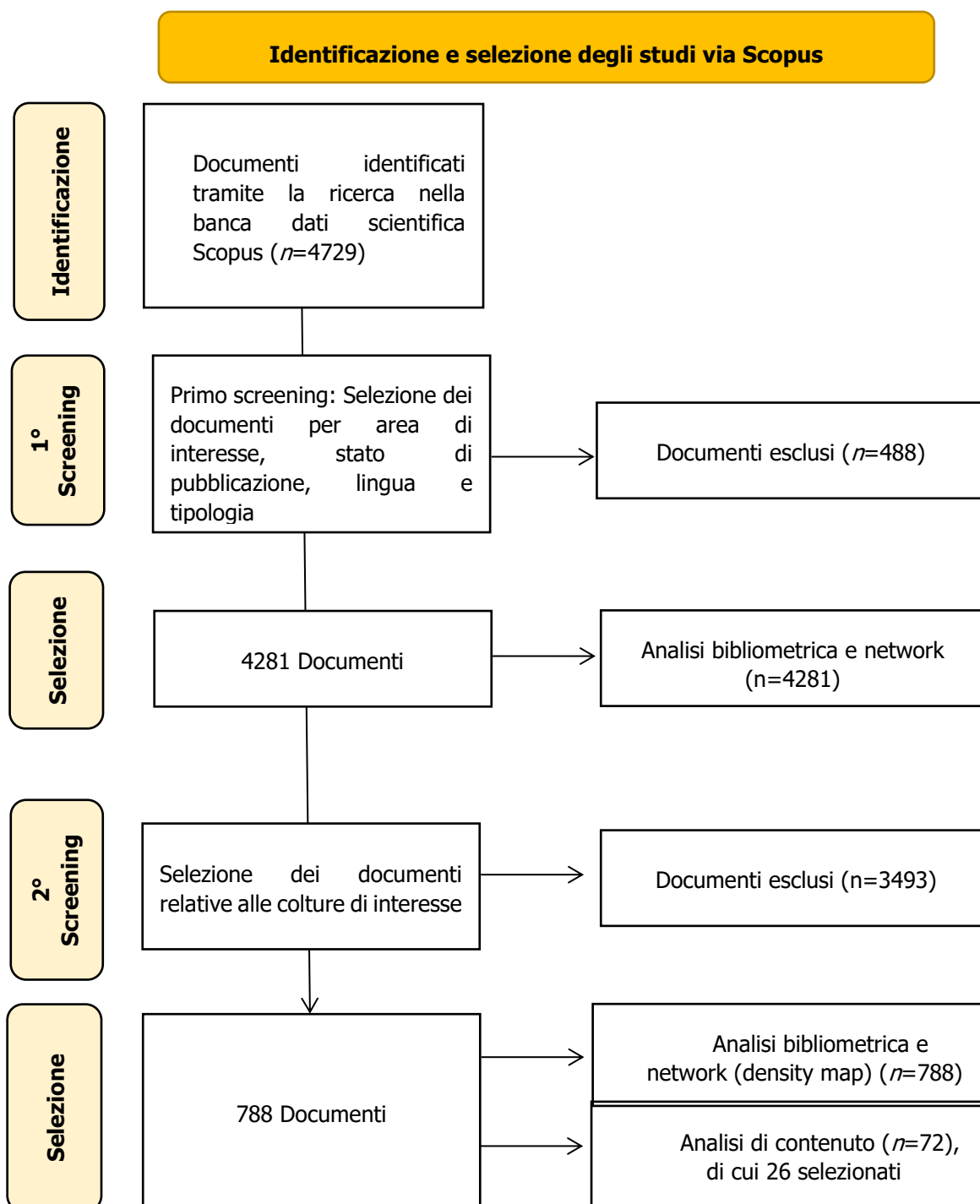


Figura 57 - PRISMA sviluppato per questa review della letteratura

Fonte: elaborazione ASI Srl.

1.1.1 Raccolta dati

Il primo step per condurre una ricerca sistematica della letteratura è quello di sviluppare una "stringa" di ricerca ottimale in modo da estrarre solo quegli studi pertinenti all'obiettivo individuato (Fig. 2). Per quanto riguarda la stringa di ricerca sono stati individuati due argomenti principali, ovvero "Carbon Footprint" e "Agricoltura". La creazione della stringa include anche i termini simili (grazie alla ricerca booleana "OR"), e solo quei lavori scientifici che riportano entrambi gli argomenti (grazie al termine "AND") nel titolo, abstract e parole chiave (filtro TITLE-ABS-KEY). Le parole chiave sono direttamente pertinenti all'argomento in esame e sono state scelte dagli autori attraverso una revisione della letteratura.

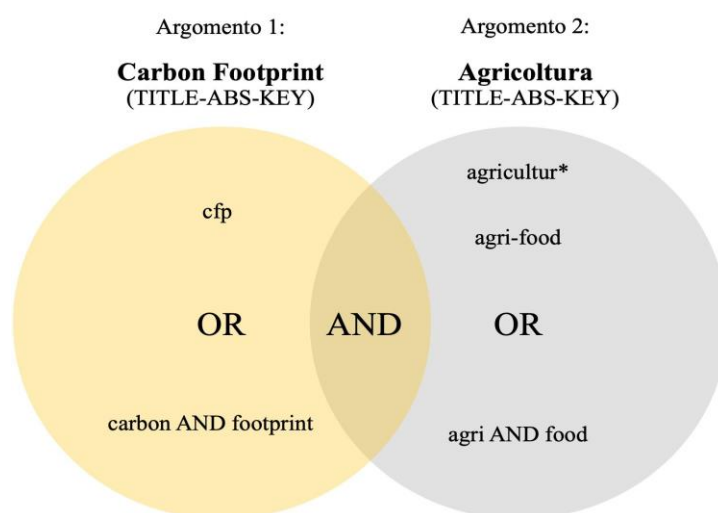


Figura 58 - Stringa di ricerca utilizzata

Fonte: elaborazione ASI Srl.

In seguito, sono state applicate altre tipologie di restrizioni alla ricerca per limitare il risultato a determinati tipi di pubblicazione e aree tematiche (comando LIMIT-TO). La stringa di ricerca e le sue caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 120 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati

Stringa di ricerca	TITLE-ABS-KEY (carbon AND footprint) OR TITLE-ABS-KEY (cfp) AND TITLE-ABS-KEY (agricultur*) OR TITLE-ABS-KEY (agri-food) OR TITLE-ABS-KEY (agri AND food) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final"))
Aree tematiche	"Scienze Ambientali"; "Scienze Agrarie e Biologiche"; "Ingegneria"; "Energia"; "Scienze Sociali"; "Economia Aziendale, Management e Contabilità"; "Scienze della Terra e Planetarie"; "Biochimica, Genetica e Biologia Molecolare"; "Multidisciplinare"; "Chimica"; "Ingegneria Chimica"; "Informatica"; "Economia, Econometria e Finanza"; "Scienza dei Materiali"; "Scienze Veterinarie"; "Immunologia e Microbiologia"; "Farmacologia, Tossicologia e Farmaceutica"; "Scienze delle Decisioni".
Tipo di pubblicazioni incluse	"Articoli di ricerca", "Articoli di revisione", "Articoli pubblicati in atti di conference", "Capitoli di libro"
Tipo di pubblicazioni escluse	"Abstract di conferenze" "Lettere", "Commenti editoriali", "Abstract di articoli"
Lingua	Inglese
Database	Scopus
Periodo	1995-2024

La troncatura [*] è una strategia di ricerca utile per espandere il campo di ricerca di una parola o di una stringa, includendo tutte le possibili varianti della stessa parola che condividono un determinato prefisso (esempio: agricultur* le possibili varianti incluse comprendono agriculture, agricultural, agriculturist, agriculturists, agriculturally)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

1.1.2 Analisi bibliometrica

I documenti trovati corrispondono a 4.281 e si distribuiscono temporalmente nel periodo compreso tra il 1995 e il 2024 (cfr. figura successiva). Dal 2011, si può osservare una crescita significativa delle pubblicazioni relative al calcolo della CFP in agricoltura, con dei picchi rilevanti tra il 2020 e il 2024.

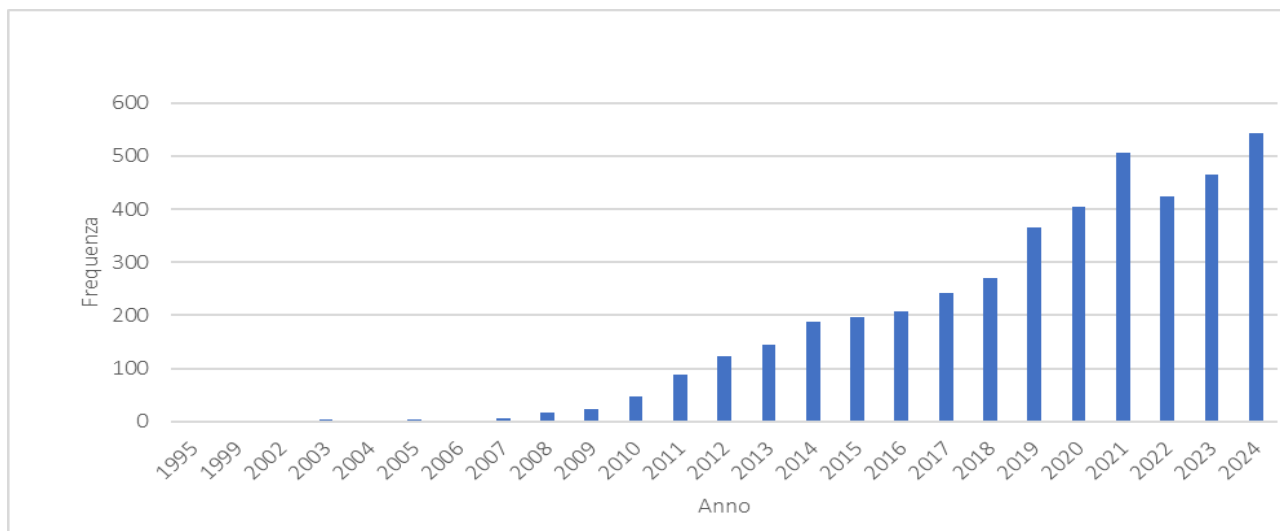


Figura 59 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra 1995 e il 2024
Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura seguente mostra il numero di pubblicazioni suddivise per tipologia di fonte. Dall'analisi emerge che la maggior parte delle pubblicazioni proviene da riviste scientifiche, con un numero significativamente più elevato rispetto alle altre tipologie.

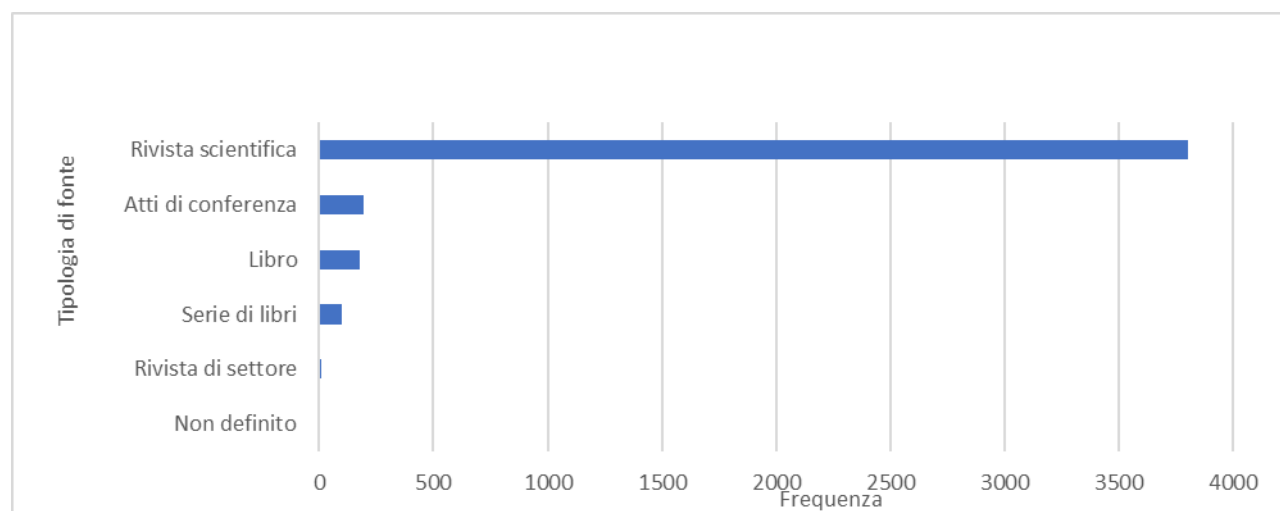


Figura 60 - Numero di pubblicazioni suddiviso per tipologia di fonte
Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura successiva mostra il numero di pubblicazioni suddivise per paese. Tra i primi 20 paesi, Cina e Stati Uniti sono quelli con il maggior numero di pubblicazioni, indicando un forte impegno nella ricerca sul tema. Al quinto posto l'Italia, confermando un elevato interesse su questo tema.

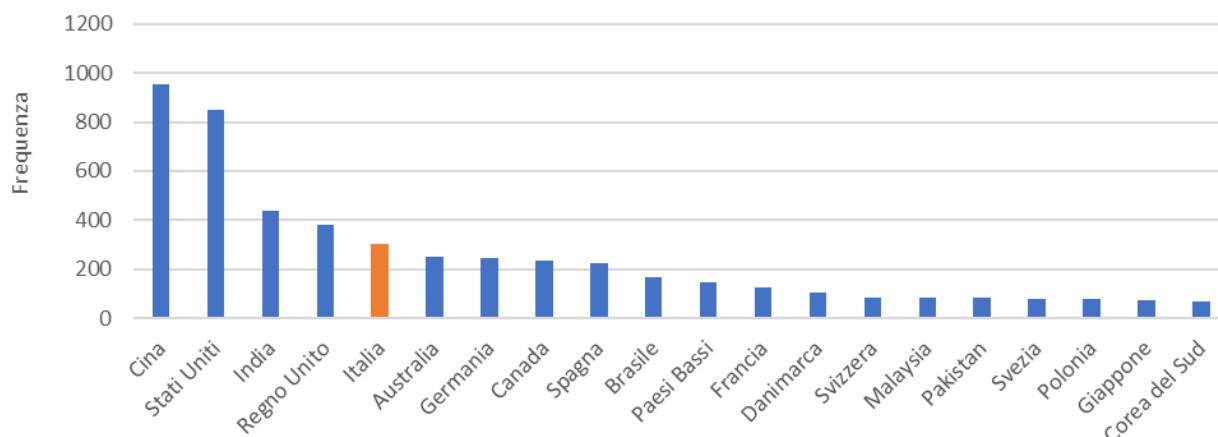


Figura 61 - Numero di pubblicazioni suddivise per paese (primi 20 paesi per pubblicazioni).
Fonte: elaborazione ASI Srl.

L'analisi delle parole chiave (Keywords-Plus (ID)) nell'indice Scopus è stata condotta per identificare i termini più ricorrenti nei documenti analizzati. I 10 termini più frequenti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 121 - Frequenza delle prime 10 parole chiave

Parole chiave (Keywords-Plus (ID))	Frequenza
Carbon footprint	3.080
Greenhouse Gas/Gases	2.382
Agriculture	1.464
Carbon Dioxide	1.136
Climate Change	843
Gas emissions	806
Carbon	710
Enviromental Impact	706
Sustainable Development	601
Life Cylcle Assessment	579

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Successivamente, è stata condotta un'analisi della co-occorrenza delle parole chiave, chiamata network analysis. Questa tecnica permette di identificare le relazioni tra le parole chiave presenti nei documenti oggetto di studio. In questo processo, ciascuna parola è stata raggruppata in base alla sua co-occorrenza con altre parole chiave, e successivamente assegnata a un singolo cluster tematico (cfr. figura successiva).

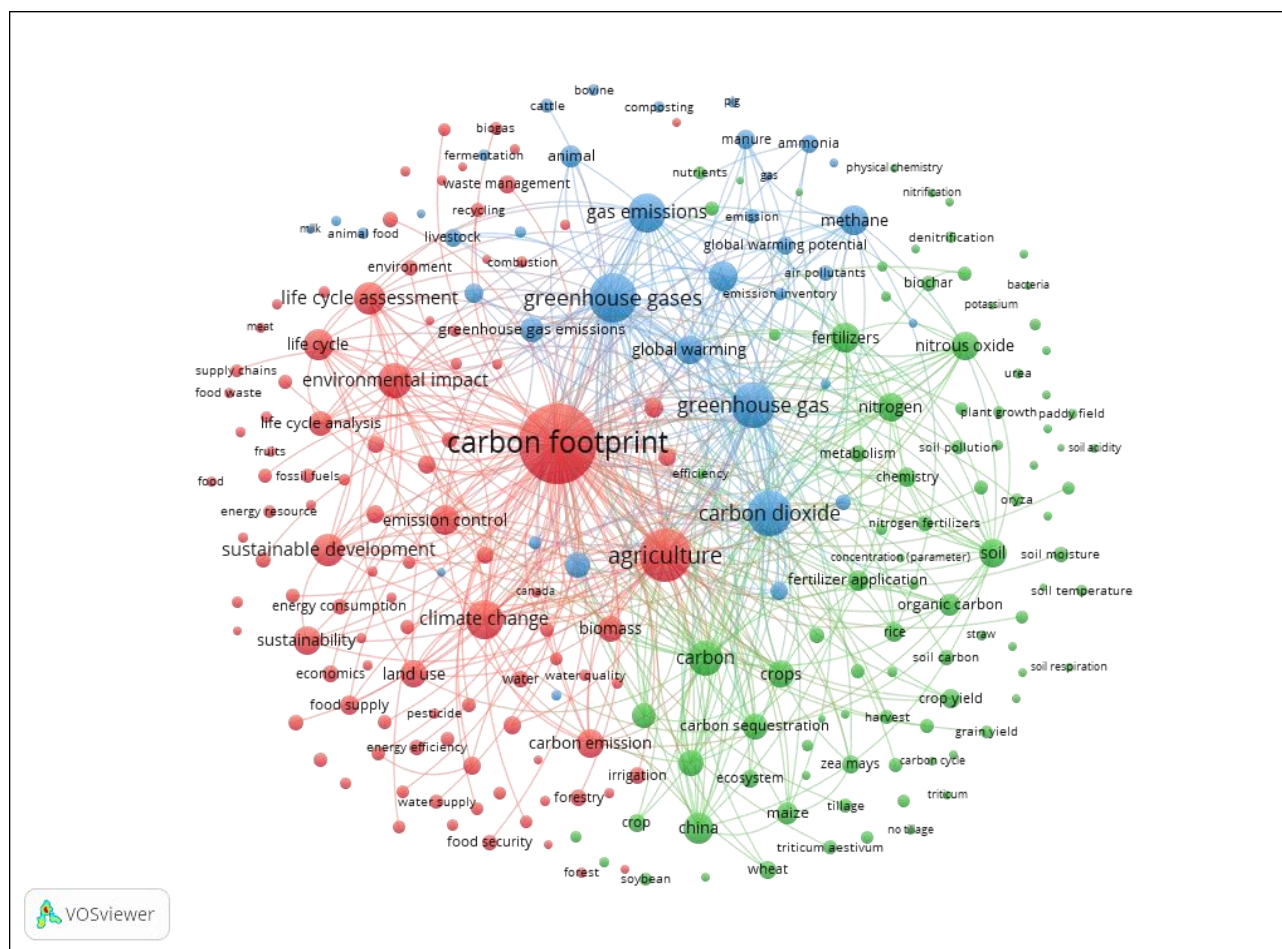


Figura 62 - Cluster identificati
Fonte: elaborazione ASI Srl.

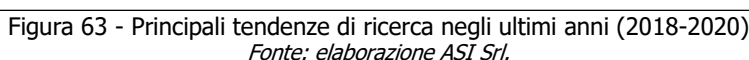
La dimensione dei punti nel grafico rappresenta la rilevanza delle parole chiave, calcolato in base alla loro frequenza all'interno della rete. Osservando la figura è possibile osservare come il concetto di "carbon footprint" rappresenti il nodo centrale attorno al quale si sviluppano le connessioni tematiche principali. Inoltre, questo parametro ha permesso di individuare tre gruppi distinti:

- Primo gruppo (in rosso) "Sfide di sostenibilità e cambiamento climatico";
- Secondo gruppo (in verde): "Colture vegetali: interazioni tra nutrienti e suolo";
- Terzo gruppo (in blu): "Emissioni".

Il primo cluster, "Sfide di sostenibilità e cambiamento climatico" (rosso), si concentra sugli impatti ambientali e sulla sostenibilità, includendo argomenti quali la valutazione degli impatti ecologici, la gestione delle risorse e il bilanciamento tra economia, ecologia e sviluppo sostenibile. Le parole chiave associate a questo cluster sono: *carbon footprint*, *climate change*, *life cycle assessment*, *sustainable development*, *environmental impact*. Il secondo cluster, "Colture vegetali: interazioni tra nutrienti e suolo" (verde), si concentra sul settore agricolo e sulle pratiche relative all'uso del suolo. Emergono temi come l'impronta di carbonio delle attività agricole e lo studio delle colture. Le parole chiave associate a questo cluster sono: *fertilizers*, *soil*, *nitrogen*, *organic carbon*, *irrigation*, *carbon sequestration*.

Il terzo cluster, "Emissioni" (blu), si focalizza con particolare attenzione alle emissioni di gas serra, come il metano. Evidenzia l'importanza di queste emissioni nel contesto delle questioni ambientali globali. Le parole chiave associate a questo cluster sono: *greenhouse gases*, *methane*, *global warming*, *carbon dioxide*, *nitrous oxide*, *emission inventory*. All'interno di questo cluster appaiono anche parole come "manure", "animal", "cattle", poiché l'impatto dei sistemi zootecnici e delle pratiche per ridurlo è oggi tra i più studiati al mondo nel campo di ricerca.

Sulla base dell'evoluzione temporale nell'utilizzo delle parole chiave, la ricerca si sta spostando verso un focus più pratico e applicativo, concentrandosi su pratiche agricole sostenibili, sequestro del carbonio nel suolo e gestione efficiente delle risorse. L'emergere di temi come la valutazione del ciclo di vita e l'attenzione a specifiche aree geografiche indica una direzione orientata a soluzioni locali integrate con approcci sistemici per ridurre l'impronta di carbonio e promuovere la sostenibilità globale.



1.2 Stato dell'arte sulla CFP in agricoltura per le colture oggetto di studio

Per ottenere un focus preciso sulle colture oggetto di interesse, è stata svolta un'integrazione della precedente stringa di ricerca aggiungendo un ulteriore argomento (AND colture) e le parole chiave relative alle colture in questione (pear OR tomato OR wine, ecc.).

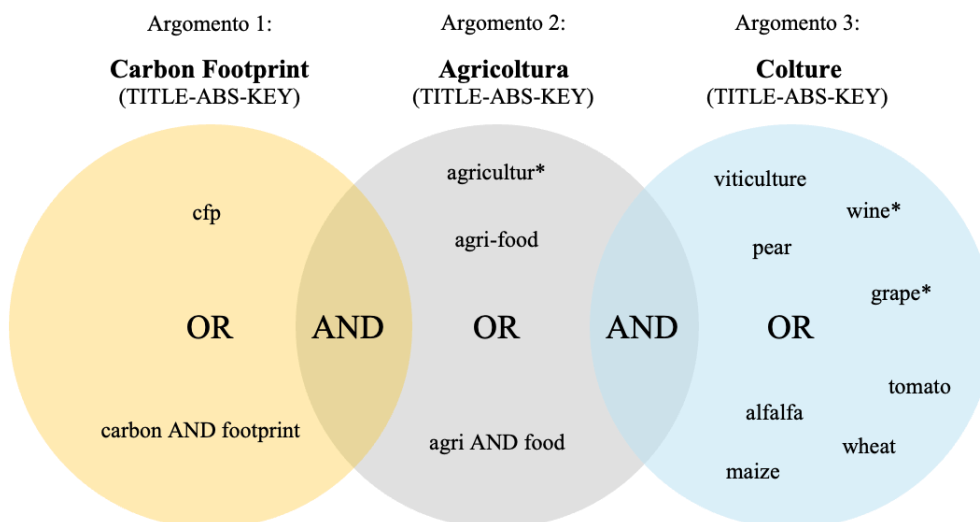


Figura 64 - Stringa di ricerca utilizzata
Fonte: elaborazione ASI Srl.

La stringa di ricerca e le sue caratteristiche sono riportate nella tabella successiva.

Tabella 122 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati

<i>Stringa di ricerca</i>	(TITLE-ABS-KEY (carbon AND footprint) OR TITLE-ABS-KEY (cfp) AND TITLE-ABS-KEY (agricultur*) OR TITLE-ABS-KEY (agri-food) OR TITLE-ABS-KEY (agri AND food) AND TITLE-ABS-KEY (pear) OR TITLE-ABS-KEY (tomato) OR TITLE-ABS-KEY (grape*) OR TITLE-ABS-KEY (alfalfa) OR TITLE-ABS-KEY (wheat) OR TITLE-ABS-KEY (maize) OR TITLE-ABS-KEY (wine*) OR TITLE-ABS-KEY (viticulture)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUST") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")))
<i>Aree tematiche</i>	"Scienze Ambientali"; "Scienze Agrarie e Biologiche"; "Ingegneria"; "Energia"; "Scienze Sociali"; "Economia Aziendale, Management e Contabilità"; "Scienze della Terra e Planetarie"; "Biochimica, Genetica e Biologia Molecolare"; "Multidisciplinare"; "Chimica"; "Ingegneria Chimica"; "Informatica"; "Economia, Econometria e Finanza"; "Scienza dei Materiali"; "Scienze Veterinarie"; "Immunologia e Microbiologia"; "Farmacologia, Tossicologia e Farmaceutica"; "Scienze delle Decisioni".
<i>Tipo di pubblicazioni incluse</i>	"Articoli di ricerca", "Articoli di revisione", "Articoli pubblicati in atti di conference", "Capitoli di libro"
<i>Tipo di pubblicazioni escluse</i>	"Abstract di conferenze" "Lettere", "Commenti editoriali", "Abstract di articoli"
<i>Lingua</i>	Inglese
<i>Database</i>	Scopus
<i>Periodo</i>	1995-2024

Fonte: elaborazione ASI Srl.

1.2.1 Analisi bibliometrica

I documenti trovati corrispondono a 788 documenti, e la figura seguente mostra l'evoluzione delle pubblicazioni nel tempo. Si nota una crescita marcata a partire dal 2011, con un aumento particolarmente significativo tra il 2021 e il 2024.

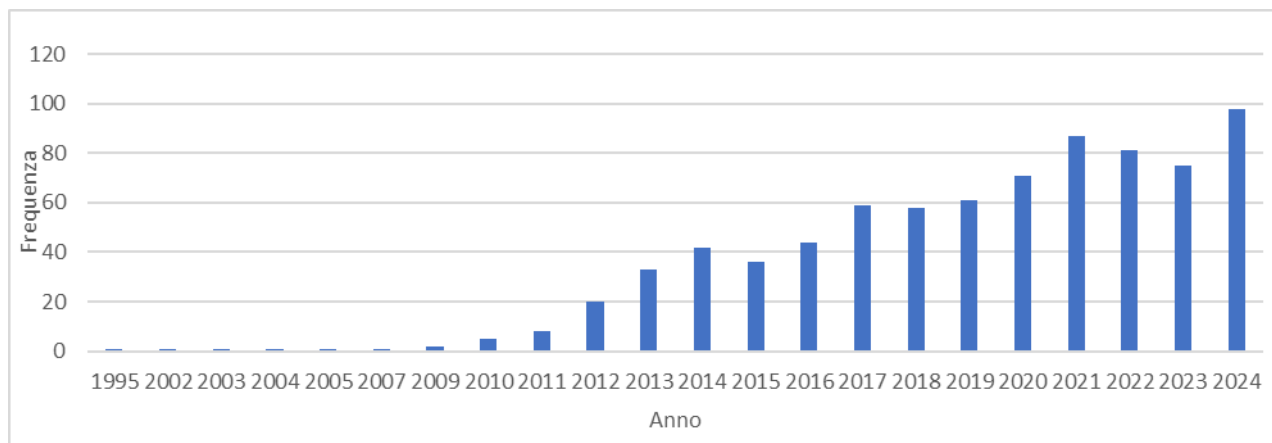


Figura 65 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 1995 e il 2024

Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura successiva mostra il numero di pubblicazioni suddivise per tipologia di fonte. La maggior parte delle pubblicazioni è avvenuta su riviste scientifiche (oltre 700).

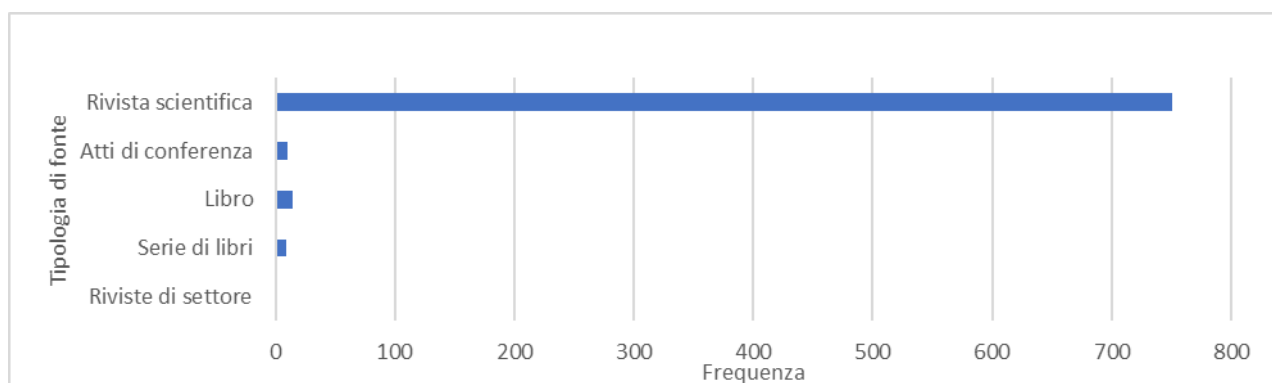


Figura 66 - Numero di pubblicazioni suddiviso per tipologia di fonte

Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura seguente mostra il numero di pubblicazioni suddivise per paese. La Cina e gli Stati Uniti sono ancora i paesi con il maggior numero di pubblicazioni, mentre l'Italia si posiziona al quarto posto nella ricerca sul tema della carbon footprint e le colture considerate

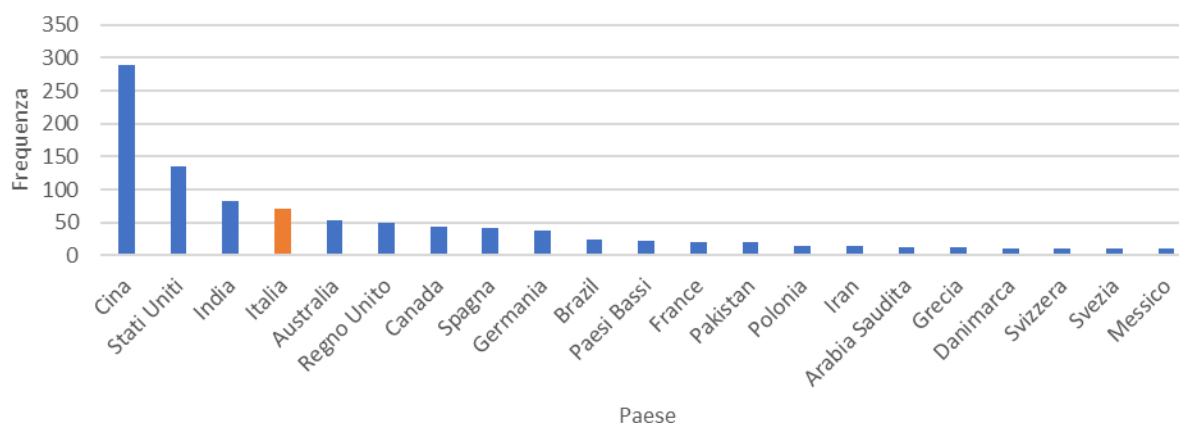
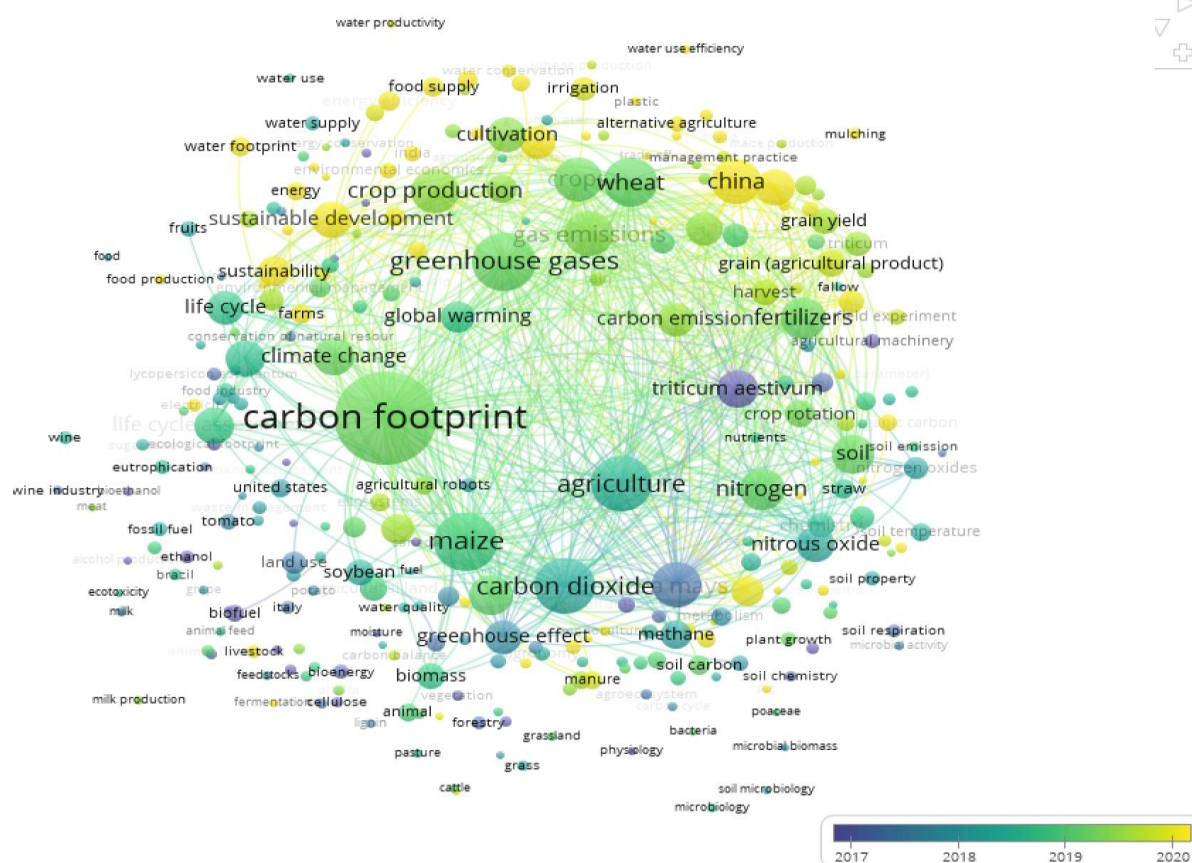


Figura 67 - Numero di pubblicazioni suddiviso per paese (primi 20 paesi per pubblicazioni)

Fonte: elaborazione ASI Srl.



Fonte: elaborazione ASI Srl.

1.2.2 Stato dell'arte sulla CFP in agricoltura per colture oggetto di studio: il caso studio Italia

Per focalizzarsi esclusivamente sulle colture di interesse nel contesto italiano, la ricerca è stata filtrata al solo contesto nazionale, individuando 72 studi. Per determinare la rilevanza delle pubblicazioni è stato svolto uno screening per convalidare il contenuto del testo rispetto all'oggetto di ricerca. Di questi, 26 sono stati ritenuti eleggibili. La stringa di ricerca e le sue caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 123 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati

<i>Stringa di ricerca</i>	(TITLE-ABS-KEY (carbon AND footprint) OR TITLE-ABS-KEY (cfp) AND TITLE-ABS-KEY (agricultur*) OR TITLE-ABS-KEY (agri-food) OR TITLE-ABS-KEY (agri AND food) AND TITLE-ABS-KEY (pear) OR TITLE-ABS-KEY (tomato) OR TITLE-ABS-KEY (grape*) OR TITLE-ABS-KEY (alfalfa) OR TITLE-ABS-KEY (wheat) OR TITLE-ABS-KEY (maize) OR TITLE-ABS-KEY (wine*) OR TITLE-ABS-KEY (viticulture)) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUST") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Italy")))
<i>Aree tematiche</i>	"Scienze Ambientali"; "Scienze Agrarie e Biologiche"; "Ingegneria"; "Energia"; "Scienze Sociali"; "Economia Aziendale, Management e Contabilità"; "Scienze della Terra e Planetarie"; "Biochimica, Genetica e Biologia Molecolare"; "Multidisciplinare"; "Chimica"; "Ingegneria Chimica"; "Informatica"; "Economia, Econometria e Finanza"; "Scienza dei Materiali"; "Scienze Veterinarie"; "Immunologia e Microbiologia"; "Farmacologia, Tossicologia e Farmaceutica"; "Scienze delle Decisioni".
<i>Tipo di pubblicazioni incluse</i>	"Articoli di ricerca", "Articoli di revisione", "Articoli pubblicati in atti di conference", "Capitoli di libro"
<i>Tipo di pubblicazioni escluse</i>	"Abstract di conferenze" "Lettere", "Commenti editoriali", "Abstract di articoli"
<i>Lingua</i>	Inglese
<i>Database</i>	Scopus
<i>Periodo</i>	1995-2024

Fonte: Elaborazione ASI Srl.

1.2.3 Analisi del contenuto

Dallo screening sono stati selezionati 26 studi. La tabella seguente offre una panoramica degli studi scientifici selezionati sull'impatto ambientale e sulla sostenibilità delle colture oggetto di studio, con un focus principale sull'analisi LCA nel contesto italiano. Le colture maggiormente analizzate in base alla frequenza degli studi risultano essere la vite, il grano e il pomodoro, seppur riportando una casistica bassa. Tuttavia, è importante sottolineare che l'assenza di studi su alcune colture in questa Tabella (es. pera) non implica che queste non siano oggetto di ricerca a livello internazionale. Pertanto, una strategia possibile per studi futuri sarebbe quella di allargare la ricerca includendo nuovi argomenti. Nel caso dell'erba medica non è stato possibile identificare con la stringa di ricerca uno studio dedicato nel contesto italiano; tuttavia, potrebbe essere necessario, ai fini della prosecuzione dello studio, effettuare una ricerca all'interno degli studi che trattano CFP per la filiera latte/carne, dove viene spesso rilevata all'interno della razione zootecnica, come suggerisce lo studio di Fusi e Pirlo (2023).

Gli studi rilevati presentano anche in alcuni casi il confronto tra diversi modelli produttivi e in alcuni rarissimi casi anche il ciclo completo di prodotto dalla "culla alla tomba".

Tabella 124 - Panoramica degli studi rilevanti identificati

Nome coltura	Titolo pubblicazione	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Sistema e Unità funzionale (UF)	Modelli produttivi a confronto
<i>Triticum turgidum</i> var. <i>durum</i>	Energy and environmental assessment of a traditional durum-wheat bread	Ingrao et al., 2018	Lo studio analizza gli impatti ambientali della filiera del pane DOP "Pagnotta del Dittaino" attraverso l'Analisi del Ciclo di Vita (LCA), calcolando l'impronta di carbonio (CF) e il fabbisogno energetico cumulativo (CED). Identifica i punti critici, come l'uso di fertilizzanti minerali e le emissioni agricole, che influenzano maggiormente clima e salute umana. Mira a ridurre gli impatti ambientali, promuovere pratiche sostenibili e supportare etichette ambientali per migliorare la sostenibilità del prodotto.	UF: Produzione di 1kg pane. Il sistema è: coltivazione di cereali, macinazione dei cereali, produzione di pane e confezionamento.	/
Gruppo di colture: <i>Vitis</i> , <i>Olea europaea</i> , Cereali	Carbon footprint as an instrument for enhancing food quality: overview of the wine, olive oil and cereals sectors	Pattara et al., 2017	Lo studio propone una review della letteratura e analizza il ruolo dell'impronta di carbonio (CFP) nelle scelte dei consumatori per vino, olio d'oliva e cereali nel Mediterraneo, evidenziando l'uso come strumento per comunicare sostenibilità ambientale. Una revisione critica lungo la filiera identifica la fase agricola come principale fonte di emissioni di GHG, ma sottolinea anche l'impatto delle altre fasi produttive	/	/
<i>Triticum aestivum</i> var. Verna	Environmental Profile of a Novel High-Amylose Bread Wheat Fresh Pasta with Low Glycemic Index	Cimini et al., 2022	L'obiettivo dello studio era di valutare e confrontare gli impatti ambientali e il consumo di risorse associati ai due sistemi di coltivazione. È stata condotta un'analisi del ciclo di vita (LCA), che ha preso in considerazione vari impatti ambientali, dalla coltivazione alla lavorazione e al trasporto del grano. I risultati hanno evidenziato che, in generale, l'agricoltura biologica ha un impatto inferiore rispetto a quella convenzionale in quasi tutte le categorie ambientali, tranne che nell'uso del suolo.	UF: Produzione 1 kg di pasta fresca di frumento panificabile ad alto contenuto di amilosio confezionata in sacchetti di polietilene. Il perimetro del sistema comprendeva i processi a monte (dalla culla al cancello), al centro (dal cancello ai centri di distribuzione) e a valle (dal DCE alla tomba)	/
<i>Triticum aestivum</i>	Comparison between organic and conventional farming systems using Life Cycle Assessment (LCA): A case study with an ancient wheat variety	Verdi et al., 2022	Lo studio mirava a confrontare l'impronta di carbonio e l'impatto ambientale complessivo di questa pasta con una pasta convenzionale a base di grano tenero comune. Viene utilizzato un approccio di Life Cycle Assessment (LCA) per valutare le fasi di produzione agricola e l'uso da parte dei consumatori. I risultati mostrano che la pasta a base di grano ad alto amilosio ha un impatto ambientale maggiore a causa dei rendimenti inferiori per ettaro	UF: 1 kg di grano. I confini del sistema comprendono tutte le attività di coltivazione del grano, dalle sementi ai raccolti e al trasporto al centro di stoccaggio.	Confronto tra convenzionale e biologico
<i>Solanum spp</i>	Carbon footprint and energetic analysis of tomato production in the organic vs the conventional cropping systems in Southern Italy	Ronga et al., 2019	L'obiettivo dello studio era confrontare l'impatto ambientale, misurato in termini di impronta di carbonio (GWP) e consumo energetico primario (PED), tra i due sistemi di coltivazione. I risultati mostrano che, sebbene il sistema organico abbia un impatto maggiore in termini di GWP per tonnellata di prodotto, il suo impatto per ettaro è inferiore rispetto al sistema convenzionale	UF: 1 tonnellata di pomodori freschi/1 ha di produzione. Sistema: fase agricola	Confronto tra convenzionale e biologico
<i>Triticum spp</i>	The contribution to climate change of the organic versus conventional wheat farming: A case study on the carbon footprint	Chiriaco et al., 2017	L'obiettivo dello studio era confrontare l'impronta di carbonio (CF) tra il pane integrale prodotto da grano coltivato in agricoltura organica e convenzionale in Italia. Utilizzando la metodologia di Life Cycle Assessment (LCA), lo studio mira a valutare il contributo delle due pratiche agricole al cambiamento climatico in termini di emissioni di gas serra (GHG)	UF: 1 kg di pane I confini del sistema comprendono la produzione e il trasporto delle materie prime, le operazioni sul campo, le emissioni dirette e indirette di N2O nel suolo, il processo di macinazione, il	Confronto tra convenzionale e biologico



Nome coltura	Titolo pubblicazione	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Sistema e Unità funzionale (UF)	Modelli produttivi a confronto
	of wholemeal bread production in Italy			processo di panificazione e la distribuzione finale ai negozi al dettaglio	
<i>Triticum spp</i>	Cereal straw management: A trade-off between energy and agronomic fate	Monteleone et al., 2015	L'obiettivo di questo studio era valutare l'impronta di carbonio e il bilancio energetico delle diverse pratiche agricole relative alla gestione della paglia di grano, considerando sia la rimozione che la conservazione nel suolo. Lo studio mira a confrontare le tecniche di coltivazione del grano, come la lavorazione convenzionale del terreno rispetto alla tillage conservativa, e l'uso della coltura in rotazione.	UF: ettaro (ha) per l'uso del suolo e MWh per l'efficienza energetica. Il perimetro del sistema comprendeva i processi a monte (dalla culla al cancello)	Confronto tra sistema convenzionale, valorizzazione energetica dei residui colturali e pratiche agro-ecologiche
<i>Solanum spp</i>	Environmental sustainability of agri-food supply chains in Italy: The case of the whole-peeled tomato production under life cycle assessment methodology	Garofalo et al., 2017	L'obiettivo dello studio era identificare gli impatti legati alle emissioni di gas serra, espressi come kgCO ₂ eq con il potenziale di riscaldamento globale a 100 anni (GWP100), nella produzione di pomodori pelati in scatola, considerando tutte le fasi della filiera produttiva, dal campo alla distribuzione e smaltimento dei rifiuti post-consumo	UF: 480 g di pomodoro intero in scatola. I confini del sistema comprendevano i processi a monte e a valle, considerando l'estrazione delle materie prime, il trasporto prima e dopo il ciclo di produzione, l'uso dei prodotti, il riciclaggio e lo smaltimento.	/
<i>Triticum turgidum</i> var. <i>durum</i>	Effect of different crop management systems on rainfed durum wheat greenhouse gas emissions and carbon footprint under Mediterranean conditions	Ali et al., 2017	L'obiettivo dello studio era quello di analizzare l'impatto delle diverse pratiche di gestione agricola (come il tipo di lavorazione del suolo e le dosi di fertilizzante azotato) sulle emissioni di gas serra (GHG) e sulla carbon footprint (CF) nella produzione di grano duro	UF.: 1 chilogrammo di grano. I confini del sistema comprendevano la produzione, trasporto, stoccaggio e consegna degli input delle colture al raccolto delle colture, comprese le emissioni dirette e indirette sul campo	/
<i>Vitis spp</i>	Greenhouse gas emissions in the agricultural phase of wine production in the Maremma rural district in Tuscany, Italy	Bosco et al., 2011	L'obiettivo di questo studio era valutare l'impatto ambientale (in termini di emissioni di gas serra) di quattro vini di alta qualità, applicando il metodo della life cycle assessment (LCA), con l'intento di ottenere un'etichetta per il carbon footprint. L'analisi ha coperto tutte le fasi del ciclo di vita del vino, dalla coltivazione dell'uva alla distribuzione e smaltimento dei rifiuti, con particolare attenzione all'impatto della fase agricola, inclusi i fertilizzanti azotati, il rendimento delle uve e le emissioni di N ₂ O.	UF: una bottiglia di vino da 0.75l. I confini del sistema sono stati comprendevano tutte le fasi, dall'impianto del vigneto alla distribuzione e alla gestione dei rifiuti.	/
Gruppo di colture: <i>Solanum lycopersicum</i> , <i>Capsicum annuum</i> , <i>Cucumis melo</i> , <i>Cucurbita pepo</i>	From the LCA of food products to the environmental assessment of protected crops districts: A case-study in the south of Italy	Cellura et al., 2012	L'obiettivo principale di questo studio era applicare la metodologia di Life Cycle Assessment (LCA) per valutare il consumo di energia e gli impatti ambientali associati alla produzione di colture protette in un distretto agricolo della regione mediterranea	UF: 1 tonnellata di verdura, incluso l'imballaggio. I confini del sistema andavano dall'estrazione e produzione delle risorse iniziali fino allo smaltimento dei rifiuti post-consumo	/
<i>Vitis spp</i>	Carbon footprint assessment on a mature vineyard	Marras et al., 2015	L'obiettivo di questo studio era determinare il carbon footprint (CF) di un vigneto maturo durante il processo di produzione dell'uva, utilizzando 1 kg di resa uva come unità funzionale. Inoltre, lo studio mirava a valutare il	UF: 1 kg di uva. Il confine del sistema era "dalla culla al cancello" escludendo i processi di	/



Nome coltura	Titolo pubblicazione	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Sistema e Unità funzionale (UF)	Modelli produttivi a confronto
			ruolo del vigneto nel bilanciare le emissioni di CO ₂ attraverso il sequestro di carbonio durante l'anno produttivo, includendo anche la misurazione diretta degli scambi di CO ₂ attraverso la tecnica dell Eddy Covariance.	vinificazione, distribuzione e consumo	
<i>Vitis spp</i>	The potential carbon neutrality of sustainable viticulture showed through a comprehensive assessment of the greenhouse gas (GHG) budget of wine production	Chiriaco et al., 2019	L'obiettivo dello studio è quantificare l'impatto delle pratiche agricole sostenibili applicate a un sistema vitivinicolo, dal vigneto alla bottiglia di vino finale, per valutare il bilancio complessivo delle emissioni di gas serra (GHG) e il contributo delle pratiche sostenibili alla mitigazione del cambiamento climatico. Il focus principale è determinare la neutralità carbonica del vigneto e il carbon footprint del vino sostenibile, considerando le emissioni antropogeniche e i flussi biogenici di GHG.	UF: 1 bottiglia di vino. I confini del sistema andavano dalla coltivazione dell'uva fino alla trasformazione in vino e al confezionamento della bottiglia finale	Confronto tra convenzionale e alternativo
<i>Vitis spp</i>	Use of multiple indicators to compare sustainability performance of organic vs conventional vineyard management	Borsato et al., 2020	L'obiettivo di questo studio era confrontare le pratiche viticole convenzionali e biologiche in termini di sostenibilità economica e ambientale. L'analisi ha considerato vari indicatori, tra cui il carbon footprint e l'acqua footprint, per valutare l'impatto delle diverse pratiche viticole.	UF: 1 ettaro di vigneto. I confini del sistema andavano dalla preparazione del suolo e gestione agricola del vigneto, includendo la gestione delle viti irrigazione, fertilizzazione, trattamenti fitosanitari, raccolta delle uve e trasporto al sito di lavorazione.	Confronto tra convenzionale e organico
<i>Vitis spp</i>	Benchmarking of carbon footprint data from the Italian wine sector: A comprehensive and extended analysis	D'Ammaro et al., 2021°	L'obiettivo principale dello studio era determinare i principali fattori che contribuiscono all'impronta di carbonio (CFP) di 33 vini italiani provenienti da 16 cantine. Lo studio mirava anche a confrontare i risultati ottenuti utilizzando un modello completo con quelli derivati da un modello semplificato con meno input, al fine di supportare lo sviluppo di un CFP semplificato e fornire un punto di riferimento per il settore vitivinicolo italiano.	UF: 1 bottiglia da 0.75l di vino. I confini del sistema andavano dalla produzione degli input al fine vita.	/
<i>Vitis spp</i>	A multi-criteria approach to evaluate the sustainability performances of wines: the Italian red wine case study	D'Ammaro et al., 2021b	L'obiettivo principale dello studio era eseguire una valutazione della sostenibilità utilizzando diversi indicatori (Carbon Footprint, Water Footprint, Vineyard Indicator e Territory Indicator) per misurare e confrontare la performance ambientale dei vini.	UF: 1 bottiglia da 0.75l di vino. I confini del sistema andavano dalla produzione degli input al fine vita.	/
<i>Vitis spp</i>	A multi-indicator approach to compare the sustainability of organic vs. integrated management of grape production	Castaldi et al., 2024	L'obiettivo dello studio è confrontare la sostenibilità della produzione di uva da vino, gestita con pratiche agricole integrate e biologiche utilizzando un approccio multi-indicatore. Lo studio mira a valutare l'impatto ambientale di queste pratiche in relazione a carbon footprint (CF), nitrogen footprint (NF), water footprint (WF), diversità microbica del suolo e variazioni del carbonio nel suolo.	UF: 1 kg di uva e un ettaro di terreno	/
<i>Solanum spp</i>	Comparative Study of Fertilizers in Tomato-Grown Soils: Soil Quality, Sustainability,	Maffia et al., 2023	L'obiettivo primario è quello di valutare l'impatto di un fertilizzante ecologico di recente sviluppo, denominato SBO, che nasce dalla miscela di componenti organici e minerali derivati da rifiuti agricoli, zolfo e materiali arancioni residui.	UF: 1 ettaro e una tonnellata di pomodori	Confronto tra convenzionale e alternativo



Nome coltura	Titolo pubblicazione	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Sistema e Unità funzionale (UF)	Modelli produttivi a confronto
	and Carbon/Water Footprints				
<i>Triticum spp</i> e <i>Prunus persica spp</i>	Improving the accounting of field emissions in the carbon footprint of agricultural products: a comparison of default IPCC methods with readily available medium-effort modeling approaches	Peter et al., 2016	L'obiettivo di questo studio è la stima delle emissioni in campo di gas serra (GHG) derivanti dalla fertilizzazione e dalle variazioni di carbonio nel suolo.	UF: 1 ettaro di terreno coltivato. I confini del sistema andavano dalla produzione degli input (semi, fertilizzanti, pesticidi) fino alla raccolta del raccolto, comprese le operazioni di gestione dei residui e delle pratiche agricole (fertilizzazione, gestione della paglia, ecc.).	Confronto tra convenzionale e alternativo
<i>Solanum lycopersicum L</i>	Enriching NPK Mineral Fertilizer with Plant-Stimulating Peptides Increases Soilless Tomato Production, Grower Profit, and Environmental Sustainability	Ciriello et al., 2024	L'obiettivo dello studio è quello di presentare i risultati di un esperimento in serra su pomodori idroponici (<i>Solanum lycopersicum L.</i>), che ha visto il confronto tra l'uso di un normale fertilizzante NPK (Cerbero®) e l'uso di fertilizzanti NPK arricchiti con lo 0,5% di idrolizzato proteico di origine vegetale (Cerbero Green®) sia a dosi di concimazione standard (100%) che ridotta (70%).	UF: 1 1 tonnellata di pomodoro.	/
<i>Vitis spp</i>	Evaluating the environmental impacts of smart vineyards through the Life Cycle Assessment	Tascione et al., 2024	L'obiettivo dello studio è quello di valutare l'efficacia ambientale dei vigneti utilizzando stazioni meteorologiche in loco integrate con un sistema di supporto alle decisioni (DSS) e di identificare gli hotspot critici nelle aziende agricole intelligenti che hanno già ottenuto la certificazione integrata o biologica	UF: 1 kg di uva prodotta. I confini del sistema andavano preparazione del suolo e gestione agricola del vigneto, includendo la gestione delle viti (compresa la sostituzione delle viti morte), irrigazione, fertilizzazione, trattamenti fitosanitari, raccolta delle uve e trasporto al sito di lavorazione.	Confronto tra convenzionale e alternativo
<i>Triticum spp</i> <i>Zea mays</i>	Environmental assessment of wheat and maize production in an Italian farmers' cooperative	Fantin et al., 2017	L'obiettivo dello studio è valutare i potenziali impatti ambientali associati alla produzione di grano e mais in una cooperativa agricola italiana lungo l'intero ciclo di vita di queste colture. Inoltre, mira a identificare i punti critici (hotspot) nelle catene produttive, con particolare attenzione alla fase agricola, e a esaminare come diverse metodologie di calcolo delle emissioni di azoto e pesticidi possano influenzare i risultati dell'analisi del ciclo di vita (LCA).	UF: 1 tonnellata di grano e mais. I confini del sistema andavano dalla culla al cancello della cooperativa, includendo la produzione agricola, il trasporto alla cooperativa e le fasi di pulizia e stoccaggio	/
<i>Vitis spp</i>	Latent relationships between environmental impacts of cultivation practices and land market: Evidences from a spatial quantile regression analysis in Italy	Sardaro et al., 2021	Lo studio è stato finalizzato alla valutazione dell'influenza degli impatti ambientali dell'agricoltura sul prezzo di vendita in presenza di sistemi di coltivazione con diversa intensità.	UF.: 1 kg di uva pronta per la vinificazione. I confini del sistema comprendevano dall'estrazione della risorsa alla porta della cantina, escludendo quindi il processo di vinificazione, la distribuzione e il consumo di vino	/



Nome coltura	Titolo pubblicazione	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Sistema e Unità funzionale (UF)	Modelli produttivi a confronto
<i>Vitis spp</i>	Comparing the Carbon Footprint of Conventional and Organic Vineyards in Northern Italy	Ghiglieno et al., 2023	Lo scopo dello studio è stato quello di determinare le effettive differenze tra la gestione convenzionale e quella biologica dei vigneti in termini di emissioni di gas serra, confrontando i dati pluriennali di 25 aziende vinicole del Nord Italia.	UF: kg uva prodotta per ettaro	Confronto tra biologico e convenzionale
<i>Zea mays</i>	Reducing the environmental impact of maize by fertigation with digestate using pivot and drip systems	Bacenetti et al., 2023	Questo studio analizza la coltivazione del mais con una tecnica emergente di gestione della concimazione organica, cioè l'iniezione prima della semina, seguita da una fertirrigazione laterale, attraverso un approccio di valutazione del ciclo di vita a livello di azienda agricola	UF: 1 tonnellata di sostanza secca di trinciato di mais. È stata adottata una prospettiva "from cradle to farm gate". Il sistema comprende tutte le operazioni, dall'applicazione di fertilizzanti organici e alla lavorazione del suolo fino al raccolto e al trasporto del mais tritato	/
<i>Triticum spp.</i>	Evaluating the impacts of different wheat farming system through Life Cycle Assessment	di Cristofaro et al., 2024	Questo studio analizza le prestazioni ambientali di coltivazione del grano duro in diversi sistemi agricoli (biologico, biodinamico e convenzionale).	U.F. 1 tonnellata di grano; 1 ettaro di superficie coltivata; 1.000 € di reddito lordo generato dall'azienda. I confini del sistema considerati includono tutti i flussi di materiali ed energia (input output) impliciti nei processi di base e nelle pratiche agricole della produzione del grano.	Confronto tra biologico, biodinamico e convenzionale

PARTE 2 - Stato dell'arte della carbon footprint e agricoltura conservativa

Questa sezione segue l'approccio metodologico già adottato nella precedente revisione della letteratura sul CFP nel settore primario. Tuttavia, in questo caso, l'analisi si concentra specificamente sul comprendere lo stato dell'arte degli studi sull'applicazione del metodo CFP nel campo dell'agricoltura conservativa e sulle colture di interesse.

2.1 Stato dell'arte: review della letteratura sul CFP e agricoltura conservativa

L'agricoltura conservativa è un insieme di pratiche sostenibili volte a migliorare la produttività e la stabilità del suolo riducendo al minimo la pratica di meccanizzazione agricola. Si basa su tre principi fondamentali: minima lavorazione del suolo (o assente), copertura permanente del suolo con residui vegetali o colture di copertura e rotazione diversificata (Sahar et al., 2020).

In questa sottosezione, seguendo le linee guida per la revisione della letteratura come indicato nel modello PRISMA (Page et al. 2021), sono stati identificati e selezionati gli studi rilevanti in base a specifiche domande di ricerca con criteri di inclusione ed esclusione specifici. L'estrazione dei dati relativi alle referenze bibliometriche è iniziata il 31 marzo 2025, mentre la banca dati impiegata per questo studio è stata quella di "Scopus" (www.scopus.com).

Di seguito (cfr. figura successiva) il modello PRISMA sviluppato per questa review della letteratura:

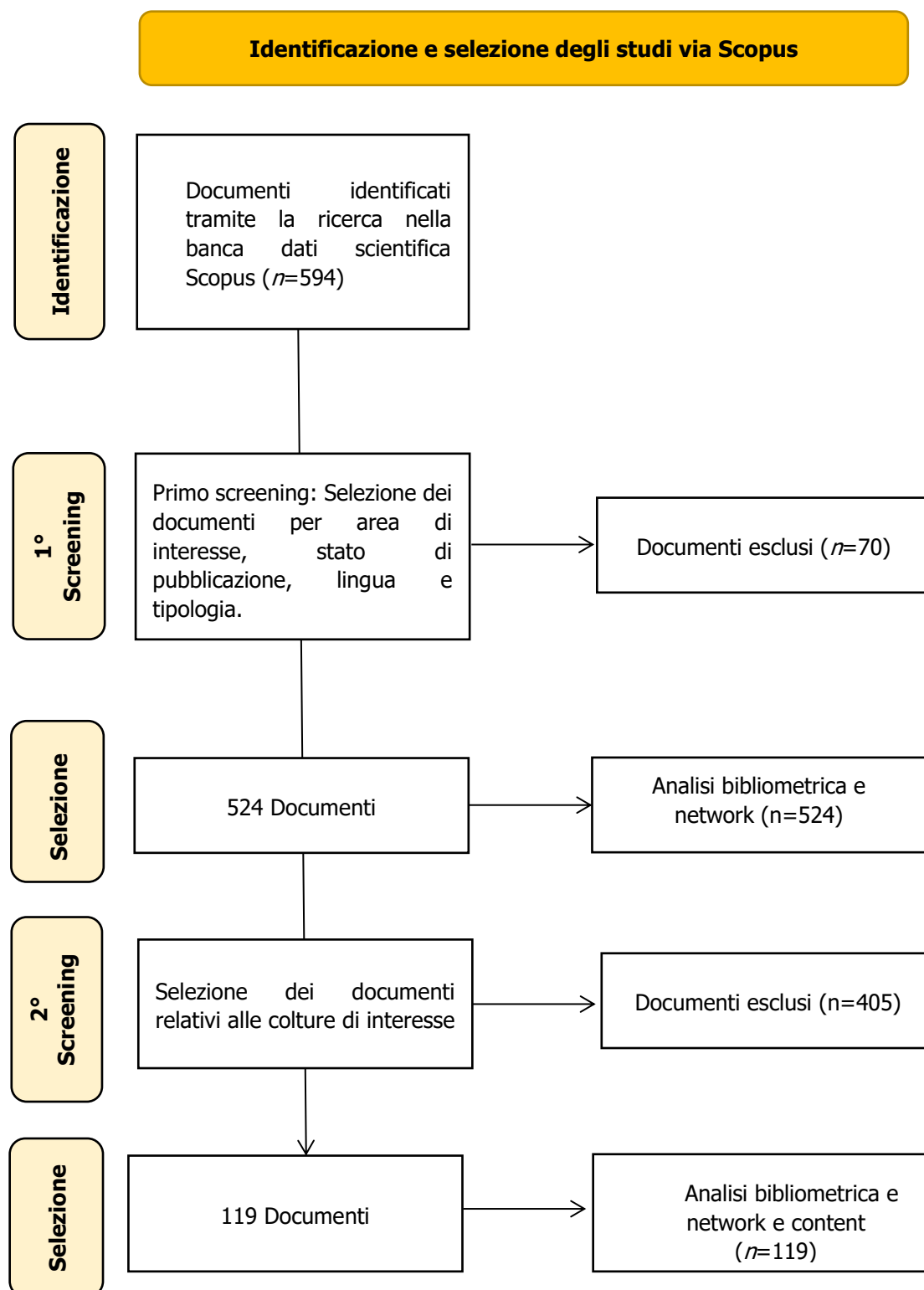


Figura 69 - PRISMA sviluppato per questa review della letteratura sull'agricoltura conservativa e la CFP

Fonte: elaborazione ASI Srl.

2.1.1 Raccolta dati

Lo sviluppo della stringa di ricerca ottimale, finalizzata a estrarre esclusivamente gli studi pertinenti agli scopi dello studio, ha riguardato tre argomenti principali: "Carbon Footprint" e "Agricoltura". La creazione della stringa ha incluso anche termini simili, utilizzando il connettore booleano OR, e limitando la ricerca ai lavori scientifici che trattano entrambi gli argomenti tramite il connettore booleano AND. Inoltre, la ricerca è stata focalizzata su titolo, abstract e parole chiave degli studi, mediante il filtro TITLE-ABS-KEY.

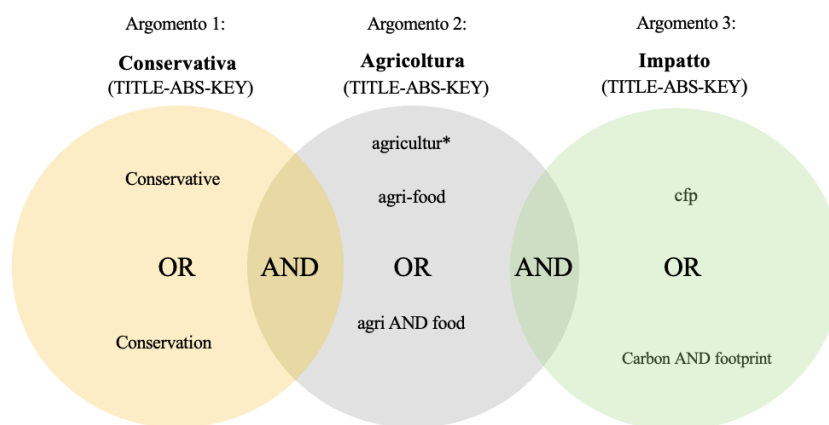


Figura 70 - Stringa di ricerca utilizzata
Fonte: elaborazione ASI Srl.

In seguito, sono state poi applicate altre tipologie di restrizioni della ricerca per limitare il risultato a determinati tipi di pubblicazione e aree tematiche (comando LIMIT-TO). La stringa di ricerca e le sue caratteristiche sono riportate nella successiva tabella.

Tabella 125 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati

<i>Stringa di ricerca</i>	(TITLE-ABS-KEY (conservative) OR TITLE-ABS-KEY (conservation) AND TITLE-ABS-KEY (agricultur*) OR TITLE-ABS-KEY (agri-food) OR TITLE-ABS-KEY (agri AND food) AND TITLE-ABS-KEY (carbon AND footprint) OR TITLE-ABS-KEY (cfp)) AND PUBYEAR > 2006 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")))
<i>Aree tematiche</i>	"Scienze Ambientali"; "Scienze Agrarie e Biologiche"; "Ingegneria"; "Energia"; "Scienze Sociali"; "Economia Aziendale, Management e Contabilità"; "Scienze della Terra e Planetarie"; "Biochimica, Genetica e Biologia Molecolare"; "Multidisciplinare"; "Chimica"; "Ingegneria Chimica"; "Informatica"; "Economia, Econometria e Finanza"; "Scienza dei Materiali"; "Scienze Veterinarie"; "Immunologia e Microbiologia"; "Farmacologia, Tossicologia e Farmaceutica"; "Scienze delle Decisioni".
<i>Tipo di pubblicazioni incluse</i>	"Articoli di ricerca", "Articoli di revisione", "Articoli pubblicati in atti di conference", "Capitoli di libro"
<i>Tipo di pubblicazioni escluse</i>	"Abstract di conferenze" "Lettere", "Commenti editoriali", "Abstract di articoli"
<i>Lingua</i>	Inglese
<i>Database</i>	Scopus
<i>Periodo</i>	2007-2025

La troncatura [*] è una strategia di ricerca utile per espandere il campo di ricerca di una parola o di una stringa, includendo tutte le possibili varianti della stessa parola che condividono un determinato prefisso (esempio: agricultur* le possibili varianti incluse comprendono agriculture, agricultural, agriculturist, agriculturists, agriculturally)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

2.1.2 Analisi bibliometrica

I documenti trovati corrispondono a 524 documenti e si distribuiscono temporalmente nel periodo compreso tra il 1995 e il 2025. Dal 2007, si può osservare una crescita significativa delle pubblicazioni con dei picchi rilevanti nel periodo 2023-2024 (cfr. figura successiva).

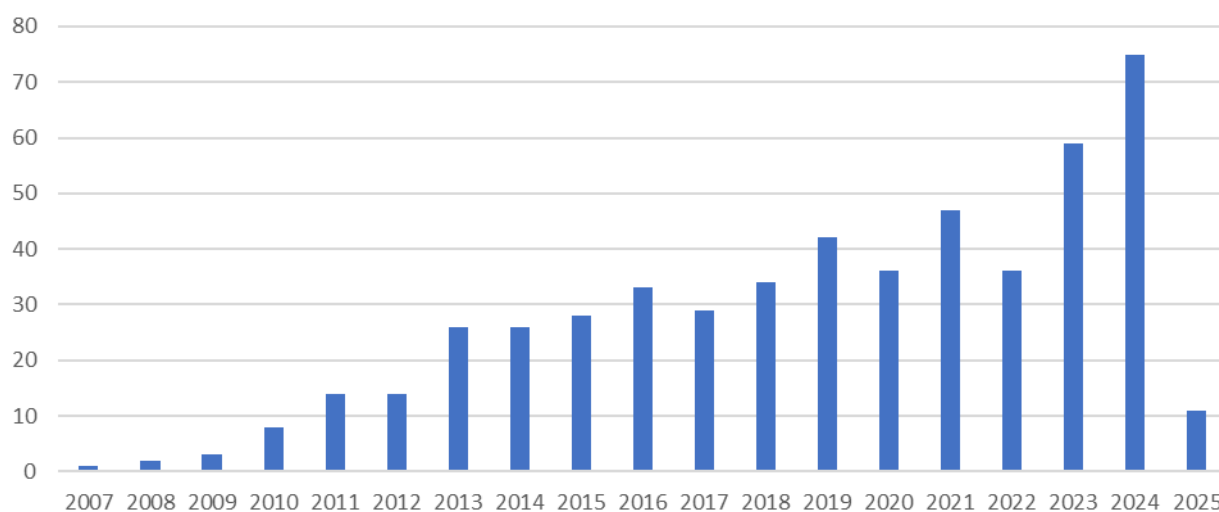


Figura 71 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 1995 e il 2025

Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura seguente mostra il numero di pubblicazioni suddivise per paese. Tra i primi dieci paesi, Cina e Stati Uniti sono quelli con il maggior numero di pubblicazioni, al quarto posto l'Italia, confermando un elevato interesse sul tema dell'agricoltura conservativa.

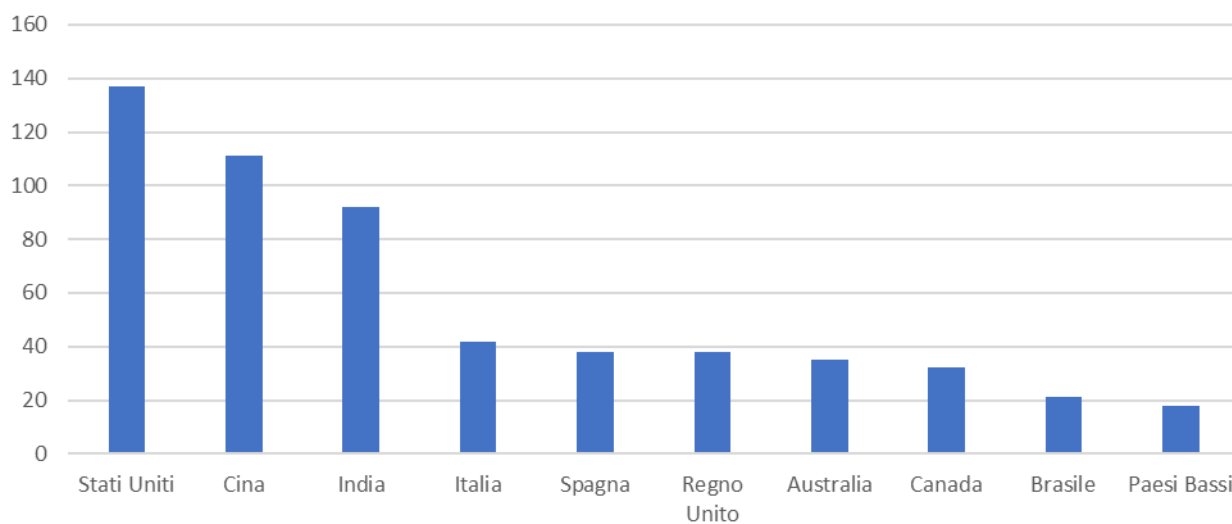


Figura 72 - Numero di pubblicazioni suddivise per paese (primi 10 paesi per pubblicazioni)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Tabella 126 - Frequenza delle prime 10 parole chiave

Parole chiave (Keywords-Plus (ID))	Frequenza
Carbon footprint	377
Greenhouse Gas/Gases	302
Agriculture	235
Enviromental protection	140
Conservation of natural resources	135
Carbon Dioxide	133
Carbon	111
Climate Change	110
Enviromental Impact	93
Sustainable Development	91

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Un'analisi della co-occorrenza delle parole chiave ha permesso di identificare le relazioni tra le parole chiave presenti nei documenti selezionati (cfr. figura successiva).

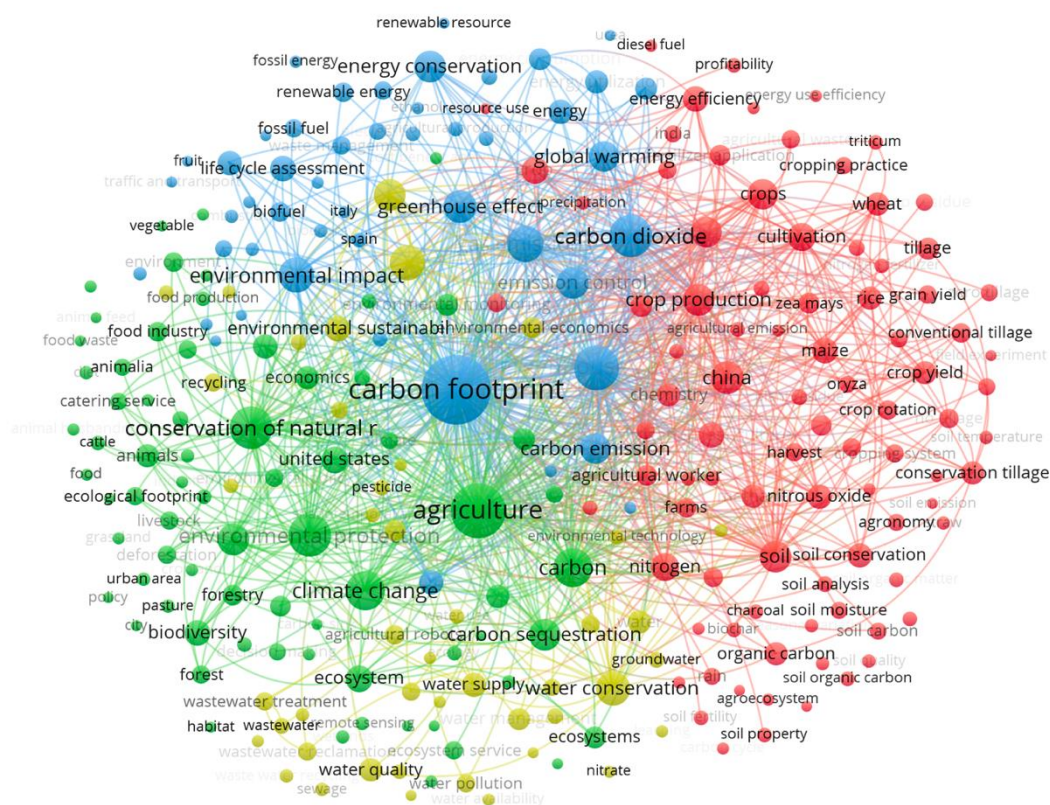


Figura 73 - Cluster identificati

Fonte: elaborazione ASI Srl.

I punti più grandi indicano parole chiave che compaiono più frequentemente o che hanno un ruolo centrale nel collegare diversi cluster tematici. Osservando la figura seguente è possibile osservare come il concetto di "carbon footprint" rappresenti il nodo centrale attorno al quale si sviluppano le connessioni tematiche principali. Inoltre, questo parametro ha permesso di individuare tre gruppi distinti:

- Primo gruppo (in rosso) "Strategie di agricoltura conservativa";
- Secondo gruppo (in verde): "Sostenibilità ambientale e conservazione delle risorse naturali";
- Terzo gruppo (in blu): "Strategie di conservazione dell'energia".
- Quarto gruppo (in giallo): "Conservazione della risorsa idrica".

Il quarto riguarda un tema legato alla "Conservazione della risorsa idrica". All'interno di questo cluster appaiono parole come *"water quality"*, *"water conservation"*, *"water supply"*, ecc.

La figura mostra l'evoluzione dell'utilizzo delle parole chiave nella ricerca scientifica selezionata. In particolare, le parole chiave rappresentate con tonalità di giallo corrispondono agli argomenti più recenti, evidenziando un crescente interesse verso l'applicazione di strategie di agricoltura conservativa come la lavorazione minima e in generazione sulle operazioni di campo dei seminativi (es. "*conservation tillage*", "*cropping practice*", "*crop rotation*", "*maize*", "*wheat*"). Le parole chiave in tonalità di viola, come "fuel" indicano aspetti più studiati nel tempo.

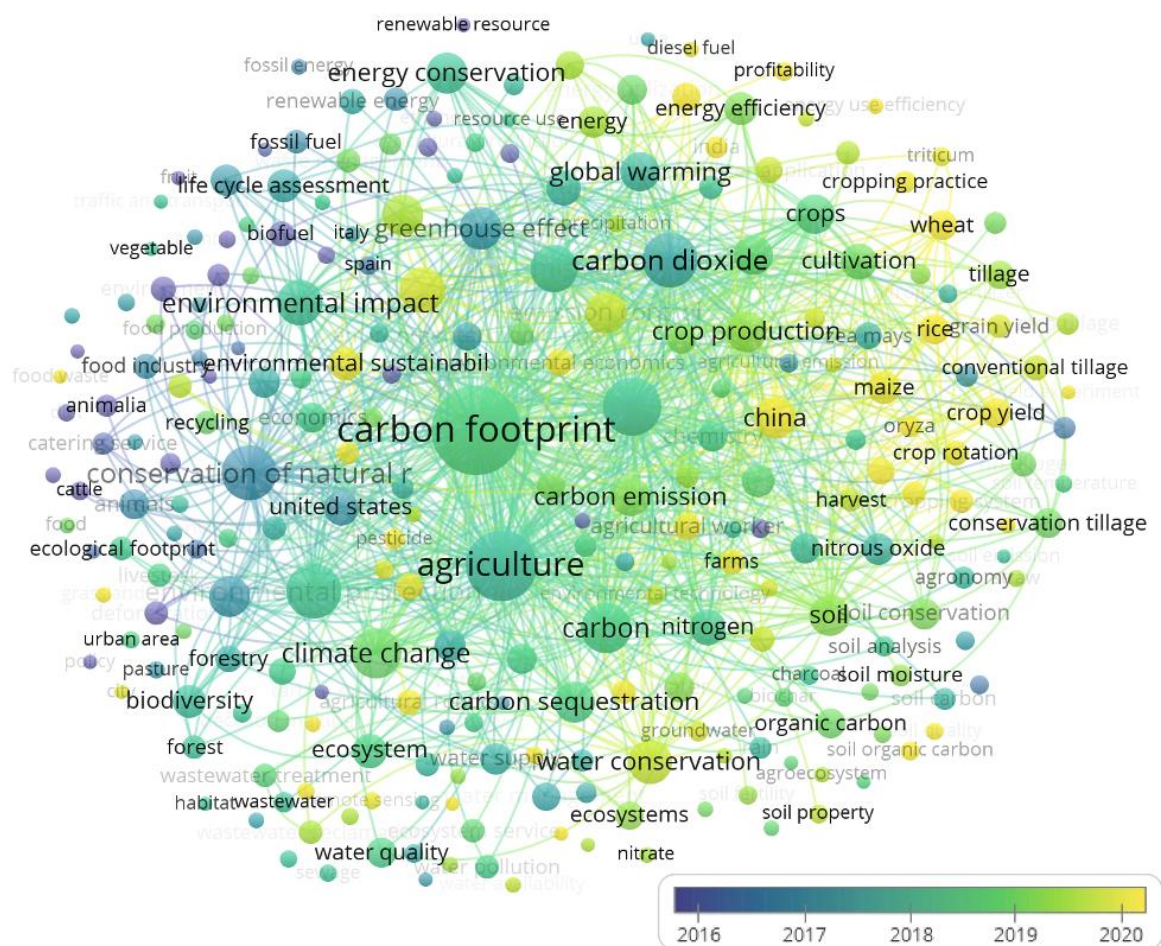


Figura 74 - Principali tendenze di ricerca negli ultimi anni (2018-2020)
Fonte: elaborazione ASI Srl.

2.3 Stato dell'arte sulla CFP in agricoltura per le colture oggetto di studio

Per ottenere un focus preciso sulle colture oggetto di interesse, è stata svolta un'integrazione della precedente stringa di ricerca aggiungendo un ulteriore argomento (AND colture) e le parole chiavi relative alle colture in questione (pear OR tomato OR, ecc).

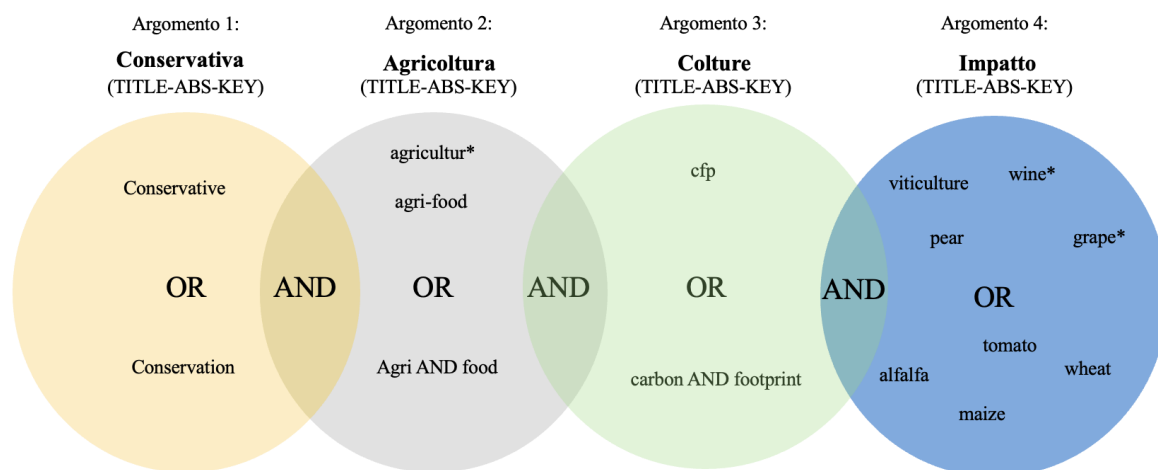


Figura 75 - Stringa di ricerca utilizzata
 Fonte: elaborazione ASI Srl.

La stringa di ricerca e le sue caratteristiche sono riportate nella tabella.

Tabella 127 - Metodologia di ricerca per la raccolta dei dati

Stringa di ricerca	(TITLE-ABS-KEY (conservative) OR TITLE-ABS-KEY (conservation) AND TITLE-ABS-KEY (agricultur*) OR TITLE-ABS-KEY (agri-food) OR TITLE-ABS-KEY (agri AND food) AND TITLE-ABS-KEY (carbon AND footprint) OR TITLE-ABS-KEY (cfp) AND TITLE-ABS-KEY (maize) OR TITLE-ABS-KEY (tomato) OR TITLE-ABS-KEY (pear) OR TITLE-ABS-KEY (grape*) OR TITLE-ABS-KEY (alfalfa) OR TITLE-ABS-KEY (wheat) OR TITLE-ABS-KEY (wine*) OR TITLE-ABS-KEY (viticulture)) AND PUBYEAR > 2006 AND PUBYEAR < 2026 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "AGRI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MULT") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "EART") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "SOCI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CHEM") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ECON") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "VETE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "CENG") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "DECI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "PHAR") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "IMMU") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "BIOC")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (LIMIT-TO (PUBSTAGE , "final")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")))
Aree tematiche	"Scienze Ambientali"; "Scienze Agrarie e Biologiche"; "Ingegneria"; "Energia"; "Scienze Sociali"; "Economia Aziendale, Management e Contabilità"; "Scienze della Terra e Planetarie"; "Biochimica, Genetica e Biologia Molecolare"; "Multidisciplinare"; "Chimica"; "Ingegneria Chimica"; "Informatica"; "Economia, Econometria e Finanza"; "Scienza dei Materiali"; "Scienze Veterinarie"; "Immunologia e Microbiologia"; "Farmacologia, Tossicologia e Farmaceutica"; "Scienze delle Decisioni".
Tipo di pubblicazioni incluse	"Articoli di ricerca", "Articoli di revisione", "Articoli pubblicati in atti di conference", "Capitoli di libro"
Tipo di pubblicazioni escluse	"Abstract di conferenze" "Lettere", "Commenti editoriali", "Abstract di articoli"
Lingua	Inglese
Database	Scopus
Periodo	2009-2025

Fonte: elaborazione ASI Srl.

2.3.1 Analisi bibliometrica

I documenti trovati corrispondono a 119 documenti, e la figura successiva mostra l'evoluzione delle pubblicazioni nel periodo dal 2009 al 2025. Si nota una crescita marcata a partire dal 2017, con un aumento particolarmente significativo nel 2024, che rappresenta un vero e proprio picco nel numero di pubblicazioni.

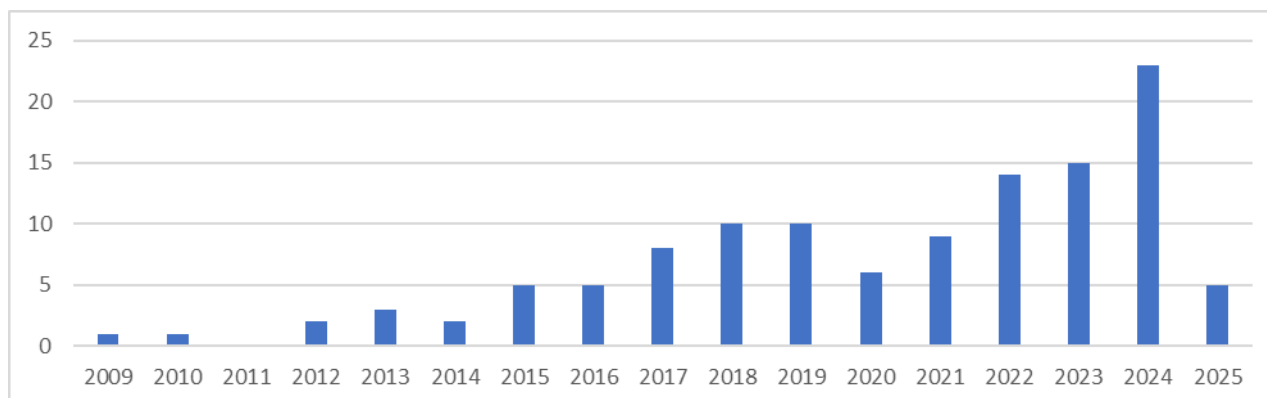


Figura 76 - Numero di pubblicazioni nel periodo tra il 2009 e il 2025

Fonte: elaborazione ASI Srl.

La figura seguente mostra il numero di pubblicazioni suddivise per paese. La Cina e l'India sono ancora i paesi con il maggior numero di pubblicazioni, mentre l'Italia si posiziona al settimo posto nella ricerca sul tema della carbon footprint e le pratiche di agricoltura conservativa per le colture selezionate.

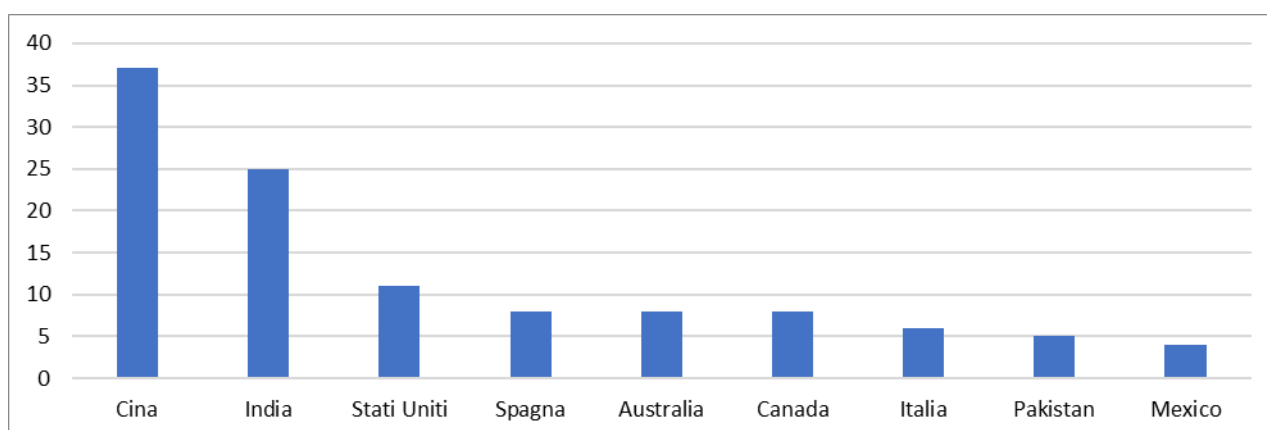
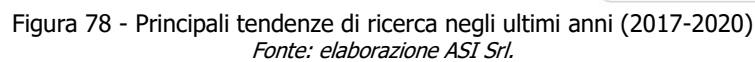


Figura 77 - Numero di pubblicazioni suddiviso per paese (primi 10 paesi per pubblicazioni)

Fonte: elaborazione ASI Srl.

Dalla mappa seguente è possibile notare come coltura come mais e frumento siano quelle con il maggior numero di "link". Altre colture - per esempio pomodoro, pisello, riso - seppur presenti, sono meno rappresentate.



Dallo screening iniziale sono stati selezionati 34 studi. L'analisi di questi studi ha evidenziato una maggiore concentrazione di ricerche su frumento e mais, mentre colture come pomodoro, uva, erba medica e pera risultano significativamente meno rappresentate o del tutto assenti. La tabella successiva fornisce una panoramica dettagliata degli studi selezionati, includendo titolo, anno di pubblicazione, obiettivo, colture analizzate, risultati principali relativi alla carbon footprint, contesto geografico e DOI. Gli studi selezionati evidenziano vari aspetti critici nella riduzione dell'impatto ambientale delle colture, tra cui l'efficacia delle pratiche di lavorazione conservativa del suolo (ad esempio no-tillage e minimum tillage), l'uso efficiente dei fertilizzanti, la diversificazione colturale e le rotazioni, nonché la gestione dell'acqua. La carbon footprint varia significativamente a seconda della coltura e del contesto geografico. Lo studio di Ren et al., (2018) ha evidenziato che la non-lavorazione del suolo riduce significativamente le emissioni nette di CO₂ e il consumo di acqua nel grano invernale, ma comporta una leggera diminuzione della resa del 6,8 e del 12% nelle due stagioni di crescita analizzate. Ntinis et al., (2017), invece, ha esaminato la carbon footprint e l'energia cumulativa nella coltivazione del pomodoro in serra e in campo aperto nel Sud e Centro Europa, mostrando che l'impatto ambientale dipende fortemente dal tipo di produzione, con i valori della carbon footprint che variano tra 0,1 E 10,1 kg di CO₂ eq. di pomodoro. Altri studi come Rahman et al., (2021) hanno esplorato l'impatto dell'agricoltura conservativa del suolo sulla coltivazione del grano, rivelando che pratiche di conservazione come il no-tillage e il minimum tillage favoriscono l'accumulo di carbonio organico nel suolo riducendo le emissioni di gas serra e il consumo di acqua. Nel contesto italiano, lo studio di Sartori et al., (2005) ha valutato l'efficienza energetica e la sostenibilità di due sistemi colturali alternativi "conservation farming" (CF) e "organic farming" (OF) applicati a una rotazione triennale soia-mais-frumento. I risultati mostrano che il sistema (CF), pur richiedendo un input energetico maggiore, ha garantito rese più elevate e

un margine economico netto superiore in assenza di sussidi. Al contrario, il sistema OF ha comportato un minor consumo energetico grazie all'assenza di input chimici, ma con rese inferiori. Tuttavia, considerando i sussidi PAC dell'Unione Europea, l'OF ha ottenuto una maggiore redditività per le colture di soia e frumento. Lo studio di Borin et al., (1999), condotto nel Nord-Est dell'Italia ha esaminato gli effetti di diversi sistemi di lavorazione del suolo sul bilancio energetico e del carbonio come mais, soia e frumento. I sistemi a ridotta lavorazione (RT) e a non lavorazione (NT) hanno comportato una riduzione del consumo energetico rispettivamente del 10 e del 32% rispetto alla lavorazione convenzionale. Nonostante che ciò abbia portato a una riduzione delle rese, l'efficienza energetica (Input/Output) è risultata superiore nei sistemi conservativi. Inoltre, RT e NT hanno determinato una significativa riduzione delle emissioni di CO₂, grazie alla minore intensità delle lavorazioni e al maggior accumulo di sostanza organica nel suolo. Studi recenti, come quello di Solimene et al., (2023) hanno evidenziato il potenziale delle innovazioni tecnologiche nel migliorare la sostenibilità ambientale del settore orticolo. Gli autori hanno condotto un'analisi LCA comparativa per valutare gli impatti ambientali associati a tre modelli produttivi nella coltivazione del pomodoro da industria in Italia: produzione convenzionale, integrata e precision farming. I risultati mostrano che quest'ultima, grazie a un uso più efficiente delle risorse, ha ottenuto le migliori prestazioni ambientali.

La presente ricerca non è esente da limiti. Un'importante limitazione riguarda l'esclusione di studi che affrontano indirettamente il tema oggetto di indagine, dovuta alle restrizioni applicate nella definizione della stringa di ricerca. In particolare, non sono stati considerati studi che analizzano l'impronta di carbonio associata alla produzione di latte o carne bovina, i quali avrebbero potuto includere dati rilevanti su colture utilizzate come mangimi (es. mais, soia) che rientrano tra quelle analizzate nel presente studio.

Tabella 128 - Panoramica degli studi rilevanti identificati

Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Culture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
Reducing energy and carbon footprint in semi-arid irrigated cropping systems through crop diversification	Bista et al., 2024	L'obiettivo dello studio era valutare l'impatto delle pratiche agricole di cover cropping (colture di copertura) sulla "carbon footprint" e sull'energia nella produzione di insilato di mais (Zea mays) e sorgo (Sorghum bicolor) in regioni semi-aride del sud-ovest degli Stati Uniti.	Mais e sorgo	La carbon footprint è stata misurata per le diverse pratiche di cover cropping. Nel sistema di mais, non ci sono differenze significative nelle emissioni di CO ₂ tra i trattamenti. Tuttavia, nel sistema di sorgo, la carbon footprint per kg di raccolto è risultata essere del 58% maggiore nel trattamento con miscele di graminacee, brassiche e leguminose (GBL) rispetto al controllo (NCC).	Stati Uniti
Eight-year impacts of conservation agriculture on soil quality, carbon storage, and carbon emission footprint	Naorem et al., 2023	L'obiettivo dello studio era valutare gli effetti di pratiche agricole di conservazione (conservation agriculture, CA) come la riduzione del lavoro del suolo (RT) e il non-lavoro del suolo (NT) sulla qualità del suolo, la concentrazione di carbonio organico nel suolo (SOC), e altre proprietà fisiche, chimiche e biologiche dei suoli in condizioni di Vertisols nell'India centrale.	Soia, pisello, frumento, mais e ceci.	Le pratiche di CA hanno portato a una riduzione delle emissioni di carbonio e a un miglioramento nella conservazione del carbonio nel suolo. La concentrazione di carbonio organico nel suolo (SOC) era la più alta sotto il trattamento NT (1,12%) rispetto a RT (1,02%) e CT (0,91%).	India
Combining public-private partnership and large-scale farming increased net ecosystem carbon budget and reduced carbon footprint of maize production	Zhang et al., 2022a	L'obiettivo dello studio era esplorare e stabilire una strategia di gestione integrata combinando il partenariato pubblico-privato (PPP) e l'agricoltura su larga scala (LSF) per una produzione di mais senza lavorazione del suolo (no-tillage) più redditizia e sostenibile.	Mais	La carbon footprint del PPP-LSF era di 267 kg CO ₂ -eq Mg ⁻¹ , risultando 32,7% e 38,2% inferiore rispetto a LSF e piccole aziende agricole (SHF), rispettivamente	Cina
Farmer driven water conservation policy on the Ogallala aquifer reduces the environmental footprints of crop production	Castañó-Sánchez et al., 2025	L'obiettivo dello studio era analizzare i benefici ambientali derivanti dall'implementazione di sistemi agricoli a conservazione dell'acqua nella regione Sheridan-6, sotto il programma Local Enhanced Management Area (LEMA), al fine di sostenere la produttività agricola e la viabilità economica, riducendo al contempo l'estrazione di acqua dal sottosuolo.	Mais, soia, sorgo e grano.	Il programma LEMA ha portato a una riduzione della carbon footprint per unità di grano prodotto, con una diminuzione del 15% delle emissioni di CO ₂ . La footprint dell'acqua blu è diminuita del 24%, mentre l'uso di energia è sceso del 18%.	Stati Uniti
Impact of crop rotation and tillage operations on mitigating greenhouse gas emissions and evaluation of sustainability index in rice- wheat-green gram cropping system of north Bihar	Kumar et al., 2024	L'obiettivo dello studio era valutare l'impatto di diverse tecniche di lavorazione del suolo e stabilimento delle colture in un ciclo di riso, grano e fagiolo verde, al fine di migliorare la sostenibilità, la redditività, l'efficienza nell'uso delle risorse e ridurre l'impatto ambientale nella regione del Bihar settentrionale.	Riso, grano, e fagiolo	L'adozione di pratiche di gestione del suolo come la semina diretta del riso (DSR) e la lavorazione zero del suolo per il grano ha ridotto il potenziale di riscaldamento globale (GWP) del 23,46% e del 20% rispettivamente, con una diminuzione del 12,92% nel GWP per il fagiolo verde.	India
Global warming potential and energy dynamics of conservation tillage practices for different rabi crops in the Indo-Gangetic Plains	Chaudhary et al., 2021	L'obiettivo dello studio era valutare gli indici energetici, le emissioni di gas serra (GHG) e l'indice di sostenibilità del carbonio sotto diversi sistemi di lavorazione del suolo in coltivazioni di rabi (invernali), per determinare quale tecnica agricola fosse più sostenibile in termini di efficienza energetica e impatto ambientale	Grano, mais, orzo e senape.	Il sistema di lavorazione convenzionale (CT) ha prodotto emissioni di gas serra superiori del 31-40% rispetto ai sistemi senza lavorazione (HT e NT) nelle diverse colture. L'uso di energia e l'efficienza energetica erano significativamente migliori nel sistema HT, che ha anche mostrato un minore impatto sul potenziale di riscaldamento globale (GWP).	India-Cina
An integrated straw-tillage management increases maize crop productivity, soil organic	Zhang et al., 2022b	Lo studio ha l'obiettivo di esplorare l'effetto dei sistemi di lavorazione del suolo integrati con il ritenimento della paglia sulla produttività del mais, sul carbonio organico	Mais	Il sistema NT-SR (no-tillage con ritenzione della paglia) ha ottenuto la maggiore concentrazione di SOC e il più alto incremento annuo di SOC e stock di SOC. L'NT-SR	Cina



Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Colture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
carbon, and net ecosystem carbon budget		del suolo (SOC) e sul bilancio del carbonio dell'ecosistema netto (NECB) nel Sud-Ovest della Cina.		ha anche il più alto NECB, grazie principalmente al maggiore sequestro di SOC, mentre il sistema CT-SR (conservativo con ritenzione della paglia) ha mostrato la massima produttività, ma con un contributo maggiore alla produttività primaria lorda e alla rimozione del carbonio rispetto a NT-SR.	
Effects of tillage practices on environment, energy, and economy of maize production in Northeast China	Zhang et al., 2024	Confrontare la produzione di mais sotto diverse pratiche di lavorazione del suolo a lungo termine e valutare l'impronta di carbonio (CF), il bilancio energetico e il beneficio economico netto dell'ecosistema (NEEB) della produzione di mais primaverile.	Mais	La lavorazione del suolo no-tillage (NT) ha ridotto l'impronta di carbonio di circa il 40% rispetto al trattamento di lavorazione convenzionale (CT).	Cina
Co-implementation of precision nutrient management in long-term conservation agriculture-based systems: A step towards sustainable energy-water-food nexus	Parihar et al., 2022	Valutare l'effetto della gestione a lungo termine dell'agricoltura conservativa (CA) su energia, produttività, impronta di carbonio e acqua, produttività dell'acqua (WP) ed economia nel sistema intensificato di rotazione mais-grano-fagiolo mungo	Mais, grano e fagiolo	L'adozione di trattamenti di letti permanenti e zero tillage ha ridotto l'impronta di carbonio, con una riduzione significativa delle emissioni di CO ₂ -eq (rispetto al trattamento di lavorazione convenzionale).	India-Cina.
Designing energy-efficient, economically sustainable and environmentally safe cropping system for the rainfed maize-fallow land of the Eastern Himalayas	Babu et al., 2020	Valutare diversi sistemi colturali per migliorare la produttività, l'efficienza energetica, la sostenibilità ambientale e la redditività economica nel sistema tradizionale mais-maggesi dell'Himalaya orientale.	Mais, fagiolo, soia e colza	Il sistema mais-maggesi ha mostrato l'impronta di carbonio più alta (0,34 kg CO ₂ -e/kg di grano), mentre il sistema mais-fagiolo francese ha registrato l'impronta più bassa (0,19 kg CO ₂ -e/kg di grano), risultando il più eco-efficiente.	India-Cina
Economy-wide impact of climate smart agriculture in India: a SAM framework	Ajatasatru et al., 2024	Valutare gli effetti economici, ambientali e produttivi delle pratiche di Climate Smart Agriculture (CSA) in India, utilizzando la Matrice di Contabilità Sociale (SAM).	Riso, grano, mais, sorgo e miglio.	Presente (analisi delle emissioni di gas serra e dell'impronta idrica).	India.
Optimized tillage improves yield and energy efficiency while reducing carbon footprint in winter wheat-summer maize rotation systems	Sun et al., 2022	Valutare gli impatti di diverse tecniche di lavorazione del suolo (convenzionale, no-tillage, coltivazione su rialzi senza lavorazione, e lavorazione occasionale) su resa del grano, bilancio energetico, impronta di carbonio (CF) e benefici economici in un sistema di rotazione frumento invernale-maize estivo nel Plateau Loessico della Cina.	Frumento e mais	L'impronta di carbonio è stata ridotta rispettivamente del 79,3%, 46,2% e 73,2% per le pratiche di coltivazione su rialzi senza lavorazione, lavorazione occasionale e non lavorazione del suolo rispetto alla lavorazione convenzionale.	Cina
Carbon trade-off and energy budgeting under conventional and conservation tillage in a rice-wheat double cropping system	Ahmad et al., 2024	Verificare l'ipotesi che la pratica di non lavorazione del suolo con conservazione dei residui possa migliorare la produttività energetica, l'efficienza dell'uso dell'energia, ridurre l'impronta di carbonio, l'impronta idrica e le emissioni di gas serra in un sistema di coltivazione doppia riso-grano.	Riso e grano.	L'impronta di carbonio (CF) è stata ridotta del 56,6% nel sistema di non lavorazione del suolo con residui rispetto alla lavorazione convenzionale. Inoltre, le emissioni nette di gas serra sono state le più alte (7261,4 kg CO ₂ ha ⁻¹ anno ⁻¹) nel sistema convenzionale e le più basse (4580,9 kg CO ₂ ha ⁻¹ anno ⁻¹) nel sistema di non lavorazione con residui.	India-Cina
Spatiotemporal characteristics of the carbon and water footprints of maize production in Jilin province, China	Jia et al., 2020	Stimare l'impronta di carbonio (CF) e l'impronta idrica (WF) della produzione di mais nella provincia di Jilin dal 2004 al 2017, analizzando le loro caratteristiche spaziali e temporali.	Mais.	L'impronta di carbonio media è stata di 0,177 kg CO ₂ eq per kg di mais prodotto dal 2004 al 2017. La produzione di fertilizzanti, il trasporto e l'applicazione hanno rappresentato il 69% delle emissioni di gas serra.	Cina
Pursuing sustainable productivity with millions of smallholder farmers	Cui et al., 2018	Valutare l'impatto dell'adozione di pratiche agricole migliorate da parte di milioni di piccoli agricoltori cinesi per aumentare la resa e migliorare le performance	Mais, riso e grano	Le emissioni di gas serra sono state ridotte rispettivamente a 328 kg CO ₂ equivalente per tonnellata di mais, 812 kg CO ₂ equivalente per	Cina



Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Colture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
		ambientali, affrontando contemporaneamente i problemi di produzione e inquinamento.		tonnellata di riso e 434 kg CO ₂ equivalente per tonnellata di grano, rispetto ai valori più elevati senza l'intervento (422 kg, 941 kg e 549 kg CO ₂ equivalente per tonnellata).	
Conservative strip tillage system in maize maintains high yield and mitigates GHG emissions but promotes N ₂ O emissions	Wang et al. 2024	Ottimizzare l'applicazione di azoto sotto la lavorazione del terreno con strisce di paglia per una razionale gestione delle risorse di paglia e per garantire la sicurezza alimentare ed ecologica, con particolare attenzione alle emissioni di N ₂ O e all'impronta di carbonio (CF) nei sistemi agricoli.	Mais	L'applicazione ottimizzata di azoto (Nopt) ha ridotto le emissioni cumulative di N ₂ O del 36%, l'impronta di carbonio per area, resa e valore netto del fertilizzante (CFarea, CFyield, CFNPV) rispettivamente del 22.4%, 23.1% e 23.5% rispetto alla pratica agricola comune (Nfp). Inoltre, l'uso ridotto di energia per la lavorazione del suolo ha portato a un minore consumo di carburante e quindi a una riduzione dell'impronta di carbonio.	Cina
Carbon and water footprints of major cereal crops production in China	Zhang et al., 2018	Stimare la carbon footprint (CF) e la water footprint (WF) di riso, grano e mais in Cina nel 2011, per valutare l'impatto ambientale della produzione agricola	Riso, grano e mais	Le emissioni di GHG per ettaro erano 9.9 t CO ₂ e per il riso, 3.9 t CO ₂ e per il grano e 3.7 t CO ₂ e per il mais. La compensazione tramite il ritorno della paglia riduceva le emissioni di 202–478 kg CO ₂ e per ettaro.	Cina
The environmental consequences of climate-driven agricultural frontiers	Hannah et al., 2020	Modellare i cambiamenti nella suitability climatica per colture agricole globali principali dovuti ai cambiamenti climatici, per stimare gli impatti sulle risorse idriche, la biodiversità e la conservazione del carbonio.	Caffè, uva da vino, e altre colture di valore commerciale.	Lo studio ha stimato che i terreni delle nuove frontiere agricole potrebbero liberare fino a 177 Gt di carbonio, equivalenti alle emissioni di CO ₂ degli Stati Uniti per oltre un secolo.	Studio globale
Designing an Energy Use Analysis and Life Cycle Assessment of the Environmental Sustainability of Conservation Agriculture Wheat Farming in Bangladesh	Rahman et al., 2022	Valutare la sostenibilità ambientale della coltivazione del grano in Bangladesh, confrontando diverse pratiche di lavorazione del terreno (conservativa vs convenzionale) in termini di efficienza energetica, emissioni di gas serra e impronta carbonica (CF).	Grano	Le emissioni nette di GHG per ciclo di vita erano 1.968 kg CO ₂ eq ha ⁻¹ per lo strip tillage (ST), 1.977 kg CO ₂ eq ha ⁻¹ per il minimum tillage (MT) e 2.023 kg CO ₂ eq ha ⁻¹ per il conventional tillage (CT). Il CF per MJ era 0.013 per ST, 0.012 per MT, e 0.014 per CT.	Bangladesh
Integrative analysis of carbon structure and carbon sink function for major crop production in China's typical agriculture regions	She et al., 2017	Analizzare l'effetto serra delle coltivazioni agricole in Cina, stimando l'effetto di sequestro del carbonio e le emissioni di carbonio nei sistemi di produzione agricola, con particolare attenzione a riso, grano e mais.	Riso, grano, mais, soia, patata, cotone, canna da zucchero e colza	Lo studio ha stimato un totale annuo di sequestro netto di carbonio di 165,76 TgC, con il riso che contribuiva al 48,71% di tale sequestro.	Cina
Quantification for carbon footprint of agricultural inputs of grains cultivation in China since 1978	Huang et al., 2017	Quantificare l'impronta carbonica della produzione di riso, grano e mais in Cina dal 1978 al 2012, analizzando le differenze regionali e storiche nelle emissioni di gas serra (GHG) per informare le strategie di mitigazione delle emissioni.	Riso, grano, mais.	Le impronte carboniche per ettaro sono aumentate nel periodo 1978–2012, con valori nel 2012 di 2682 kg CO ₂ -eq per il riso, 2978 kg CO ₂ -eq per il grano e 2294 kg CO ₂ -eq per il mais. Tuttavia, l'impronta per kg di prodotto è diminuita negli ultimi dieci anni.	Cina
Greenhouse gas emissions and energy efficiencies for soybeans and maize cultivated in different agronomic zones: A case study of Argentina	Arrieta et al., 2018	Determinare l'impronta carbonica ed energetica, nonché l'efficienza del carbonio e dell'energia, nella produzione di soia e mais in Argentina, analizzando 18 zone agronomiche del paese.	Soia, mais.	La produzione di soia in Argentina emette 6,06 ton CO ₂ -eq per tonnellata di prodotto, mentre per il mais sono 5,01 ton CO ₂ -eq per tonnellata.	Argentina
Response of water use efficiency and carbon emission to no-tillage	Ren et al., 2018	L'obiettivo dello studio era identificare la relazione tra la resa del grano invernale, il consumo di acqua e le emissioni di carbonio nelle pratiche di non-lavorazione	Grano	I risultati hanno mostrato che, rispetto alla lavorazione convenzionale, la non-lavorazione riduce significativamente le emissioni cumulate nette di CO ₂ -C	Cina



Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Colture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
and winter wheat genotypes in the North China Plain				e il consumo di acqua; tuttavia, la resa del grano era significativamente ridotta del 6,8% e del 12,0% rispettivamente nella prima e nella seconda stagione di crescita	
Carbon footprint and cumulative energy demand of greenhouse and open-field tomato cultivation systems under Southern and Central European climatic conditions	Ntinis et al., 2017	Indagare il flusso energetico e l'impatto ambientale di diversi sistemi di coltivazione del pomodoro, considerando l'implementazione di fonti di energia rinnovabile nella catena di produzione	Pomodoro	I risultati mostrano che i valori della carbon footprint variano tra 0.1 e 10.1 kg di CO ₂ -eq/kg di pomodoro.	Sud e nel Centro Europa.
Conservation tillage (CT) for climate-smart sustainable intensification: Assessing the impact of CT on soil organic carbon accumulation, greenhouse gas emission and water footprint of wheat cultivation in Bangladesh	Rahman et al., 2021	L'obiettivo principale è valutare l'impatto di diverse pratiche di lavorazione del terreno (convenzionale, minima e zero tillage) sulla sostenibilità ambientale della coltivazione del grano in Bangladesh.	Grano	I risultati dello studio mostrano chiaramente che le pratiche di lavorazione conservativa del suolo (conservation tillage systems, CTS), in particolare la minimum tillage (MT) e la zero tillage (ZT), apportano benefici significativi rispetto alla lavorazione convenzionale (CT). In termini di accumulo di carbonio organico nel suolo (SOC), ZT ha registrato l'accumulo più elevato (1.3 t/ha), seguita da MT (0.97 t/ha), mentre CT ha mostrato un valore nettamente inferiore (0.11 t/ha). Per quanto riguarda le emissioni di gas serra (GHG), ZT ha prodotto le emissioni più basse (1987 kg CO ₂ eq/ha), leggermente inferiore rispetto a MT (1992 kg CO ₂ eq/ha), e significativamente inferiore rispetto a CT (2028 kg CO ₂ eq/ha). Infine, l'impronta idrica (water footprint, WF) è risultata più contenuta con MT (570.05 m ³ /t), seguita da ZT (578.56 m ³ /t) e da CT (608.85 m ³ /t)	Bangladesh
Greenhouse gas emissions under conservation agriculture compared to traditional cultivation of maize in the central highlands of Mexico	Dendooven et al., 2012	Indagare l'agricoltura conservativa (CA) come alternativa sostenibile alle pratiche convenzionali di produzione di mais (CT) nelle regioni montuose messicane a pioggia. Confrontare l'impatto di CA e CT sulle emissioni di gas serra (GHG), sul sequestro di carbonio nel suolo e sul potenziale di riscaldamento globale (GWP).	Mais	I risultati mostrano che il GWP di CA è stato significativamente inferiore a quello di CT, indicando un minore impatto ambientale. Il GWP di CA è stato di -7729 kgCO ₂ ha-1y-1 nel 2008-2009 e -7892 kgCO ₂ ha-1y-1 nel 2010-2011, mentre quello di CT è stato di 1327 e 1156 kgCO ₂ ha-1y-1.	Messico
Economics, energy, and environmental assessment of diversified crop rotations in sub-Himalayas of India	Singh et al., 2016	Valutare i parametri economici, energetici e ambientali di rotazioni colturali diversificate (mais-pomodoro e mais-toria-grano) rispetto alle rotazioni colturali tradizionali (mais-grano, mais-zenzero e riso-grano) nella regione nord-occidentale dell'Himalaya in India. L'obiettivo è identificare le rotazioni colturali più sostenibili in termini di produttività, efficienza energetica e impatto ambientale.	Mais, pomodoro, toria, grano, zenzero e riso (in diverse rotazioni colturali)	Le rotazioni colturali a base di ortaggi (mais-zenzero e mais-pomodoro) hanno mantenuto la carbon footprint più bassa (0,008 e 0,019 kg CO ₂ eq./kg di grano, rispettivamente). I maggiori input di energia e carbonio nelle cinque rotazioni colturali sono stati il fertilizzante azotato (15-29% e 17-28%, rispettivamente), il diesel (14-24% e 8-19%, rispettivamente) e l'irrigazione (10-27% e 11-44%, rispettivamente).	India
N ₂ O and CH ₄ emissions from a fallow-wheat rotation with low N input in conservation and conventional tillage under a Mediterranean agroecosystem	Tellez-Rio et al., 2015	Valutare l'effetto a lungo termine di tre sistemi di lavorazione del terreno (non lavorazione [NT], lavorazione minima [MT] e lavorazione convenzionale [CT]) e delle coperture del suolo (maggese/grano) sulle	Grano	L'unica differenza si è verificata in primavera, quando le emissioni di N ₂ O sono state significativamente più elevate nel maggese rispetto ai sotto campioni di grano, e la NT ha ridotto le emissioni di N ₂ O rispetto alla MT e alla CT. I flussi cumulati di CH ₄ hanno portato a un	Non menzionato



Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Colture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
		emissioni di protossido di azoto (N ₂ O) e metano (CH ₄) in un sistema agricolo a basso input di azoto.		piccolo assorbimento netto per tutti i trattamenti e non sono state riscontrate differenze significative tra i sistemi di lavorazione o tra le coperture di maggese e grano.	
Tillage, Mulch and N Fertilizer Affect Emissions of CO ₂ under the Rain Fed Condition	Tanveer et al., 2013	Valutare gli effetti di diverse pratiche di gestione agronomica sulle emissioni di CO ₂ da un campo di grano non irrigato piantato sull'Altopiano del Loess in Cina. L'obiettivo è determinare quali pratiche di lavorazione del terreno, pacciamatura e fertilizzazione azotata possono ridurre le emissioni di CO ₂ e migliorare la resa del grano.	Grano	I risultati mostrano che la lavorazione rotativa ha prodotto le emissioni di CO ₂ più elevate, mentre la semina diretta (zero tillage) ha prodotto le emissioni più basse. Le emissioni di CO ₂ più basse sono state registrate al livello di fertilizzante di 160 kg N/ha. L'applicazione di pacciamatura con residui di mais ha aumentato significativamente le emissioni di CO ₂ nell'anno di coltivazione 2010-11, ma non nel 2011-12. Le emissioni di CO ₂ più elevate sono state registrate immediatamente dopo le operazioni di lavorazione del terreno. Fattori ambientali come pioggia, temperatura dell'aria, temperatura del suolo e umidità del suolo hanno avuto effetti significativi sulle emissioni di CO ₂ .	Cina
Effects of tillage systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy	Borin et al., 1999	Lo studio ha preso in considerazione colture tipiche del contesto agrario della Pianura Padana, come mais, frumento e soia, valutando l'impatto dei diversi sistemi di lavorazione del suolo sulla produzione e sulle emissioni di CO ₂ .	Frumento (orzo), mais e soia	I sistemi a ridotta lavorazione del suolo (RT e NT) hanno ridotto il consumo energetico rispettivamente del 10% e 32% rispetto alla lavorazione convenzionale (CT). Nonostante una leggera riduzione della produttività, l'efficienza energetica (output/input) è risultata maggiore in NT. Inoltre, RT e NT hanno permesso una significativa riduzione delle emissioni di CO ₂ grazie a minori lavorazioni e maggiore accumulo di sostanza organica nel suolo.	Italia
Energy use and economic evaluation of a three-year crop rotation for conservation and organic farming in Italy	Sartori et al., 2005	Obiettivo dello studio era quello di valutare l'efficienza energetica e la sostenibilità economica di due sistemi colturali alternativi — conservation farming (CF) e organic farming (OF) — in una rotazione triennale soia-mais-frumento, considerando anche l'impatto dei sussidi PAC dell'UE sulle strategie aziendali.	Soia, mais e frumento	Il sistema CF ha richiesto più energia in ingresso, ma ha garantito rese più elevate. Il sistema OF ha consumato meno energia (grazie all'assenza di input chimici), ma ha prodotto rese più basse. Senza sussidi, il margine economico netto è stato più alto per il CF. Considerando i sussidi UE, il rendimento economico integrato è stato superiore per l'OF nel caso di soia e frumento.	Italia
Life cycle assessment of variable rate fertilizer application in a pear orchard	Vatsanidou et al., 2020	Obiettivo dello studio era quello di valutare l'impatto ambientale di un sistema di fertilizzazione azotata a dose variabile (VRA) rispetto a una concimazione uniforme convenzionale, utilizzando un approccio Life Cycle Assessment (LCA)	Pero	I risultati mostrano che l'applicazione a dose variabili (VRA) in un frutteto di pere riduce significativamente l'impatto ambientale rispetto alla concimazione uniforme, soprattutto negli anni ad alta resa. Le principali fonti di impatto sono le emissioni di CO ₂ , N ₂ O e NH ₃ legate ai fertilizzanti. Le categorie più colpite sono cambiamento climatico, scarsità idrica, uso di combustibili fossili e formazione di particolato.	Grecia
Environmental footprint of dehydrated alfalfa production in	Thiébeau et al., 2023	Obiettivo dello studio era quello di valutare l'evoluzione dell'impronta ambientale della produzione di erba medica disidratata (Alfalfa) in Francia nel tempo, attraverso	Erba medica	I risultati mostrano una riduzione dell'uso di combustibili fossili (da 352,3 a 100,6 kg/t) grazie all'introduzione della biomassa (127,4 kg/t) come fonte energetica. Il	Francia



Titolo	Autore e anno	Obiettivo dello studio	Colture	Principali risultati Carbon footprint	Contesto
France: A 15-year life cycle assessment		un'analisi del ciclo di vita (LCA), confrontando due periodi 2006-2009 e 2016-2019.		minor contenuto di umidità del foraggio e il maggiore tempo in campo hanno ridotto il fabbisogno energetico per la disidratazione. L'impatto ambientale legato al cambiamento climatico si è dimezzato passando da 1,150 a 0,494 kg CO ₂ -eq/kg di sostanza secca. Tra le categorie d'impatto analizzate, solo la competizione per il suolo è aumentata, a causa della coltivazione della biomassa.	
Environmental impact of different business models: An LCA study of fresh tomato production in Italy	Solimene et al., 2023	Obiettivo dello studio era quello di valutare e confrontare gli impatti ambientali associati a tre diverse tecniche produttive impiegate nella coltivazione del pomodoro da industria fresco, dalla semina alla raccolta. L'analisi considera tre aziende italiane che rappresentano modelli di business differenti: produzione integrata, standard e precision farming.	Pomodoro	I risultati dello studio mostrano chiaramente come l'adozione di tecnologie avanzate, in particolare la precision farming, possa rappresentare una svolta significativa in termini di sostenibilità ambientale nella produzione di pomodori da industria. Tra i tre modelli di business analizzati: produzione standard, produzione integrata e precision farming, quest'ultima si distingue per le prestazioni ambientali superiori.	Italia



ALLEGATO 4 - SCHEDE MONOGRAFICHE BUONE PRASSI LEADER

Titolo del Progetto		SVILUPPO E INNOVAZIONE DELLE FILIERE DI SISTEMI PRODUTTIVI LOCALI BIO DISTRETTO DELL'APPENNINO BOLOGNESE																							
Soggetto attuatore		GAL Appennino Bolognese																							
Ambito tematico di intervento		Filieri agricole di qualità Focus area 3A																							
Obiettivo specifico PAL		Sviluppare una progettualità unitaria tra operatori agricoli per promuovere filiere produttive strutturate capaci di attivare economie di scale e attirare flussi di persone e reddito (progetto unitario).																							
Azioni del PAL		<table><tr><td>Tipo di azione</td><td></td><td>Modalità attuativa</td><td>Contributo concesso</td></tr><tr><td>B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Studio di fattibilità per un Bio-distretto dell'Appennino Bolognese. Bio-distretto Fase I</td><td>Eco&Eco</td><td>Regia GAL</td><td>46.065</td></tr><tr><td>B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Attività di animazione e progettazione per la costituzione di un distretto biologico dell'Appennino Bolognese" Bio-distretto Fase II- Gestione agro-ecologica del territorio</td><td>Feder Bio</td><td>Regia GAL</td><td>66.780</td></tr><tr><td>B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Tassa di pagamento puntuale, con quantificazione delle emissioni di CO2 nella gestione dei rifiuti urbani nei Comuni del Distretto Biologico Bio-distretto Fase III</td><td>Cosea</td><td>Regia GAL</td><td>23.716</td></tr><tr><td>B.1.2 - Azione N° 7 (ordinaria 4.2.01): Investimenti rivolti a imprese agroindustriali</td><td>3 interventi</td><td>Bando singolo</td><td>202.552</td></tr></table>				Tipo di azione		Modalità attuativa	Contributo concesso	B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Studio di fattibilità per un Bio-distretto dell'Appennino Bolognese. Bio-distretto Fase I	Eco&Eco	Regia GAL	46.065	B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Attività di animazione e progettazione per la costituzione di un distretto biologico dell'Appennino Bolognese" Bio-distretto Fase II- Gestione agro-ecologica del territorio	Feder Bio	Regia GAL	66.780	B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Tassa di pagamento puntuale, con quantificazione delle emissioni di CO2 nella gestione dei rifiuti urbani nei Comuni del Distretto Biologico Bio-distretto Fase III	Cosea	Regia GAL	23.716	B.1.2 - Azione N° 7 (ordinaria 4.2.01): Investimenti rivolti a imprese agroindustriali	3 interventi	Bando singolo	202.552
		Tipo di azione		Modalità attuativa	Contributo concesso																				
		B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Studio di fattibilità per un Bio-distretto dell'Appennino Bolognese. Bio-distretto Fase I	Eco&Eco	Regia GAL	46.065																				
		B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Attività di animazione e progettazione per la costituzione di un distretto biologico dell'Appennino Bolognese" Bio-distretto Fase II- Gestione agro-ecologica del territorio	Feder Bio	Regia GAL	66.780																				
		B.1.3 - Azione n° 9.C.1 (specifica): Tassa di pagamento puntuale, con quantificazione delle emissioni di CO2 nella gestione dei rifiuti urbani nei Comuni del Distretto Biologico Bio-distretto Fase III	Cosea	Regia GAL	23.716																				
		B.1.2 - Azione N° 7 (ordinaria 4.2.01): Investimenti rivolti a imprese agroindustriali	3 interventi	Bando singolo	202.552																				
Soggetti coinvolti		Comuni. Imprese, cittadini																							
Parole chiave		Distretto biologico, identità territoriale, governance																							
Nella SSL "Più valore all'Appennino" e nel Piano di Azione 2014-2022, il GAL ha perseguito l'obiettivo specifico di promuovere filiere produttive strutturate capaci di attivare economie di scale e attirare flussi di persone e reddito sostenendo gli investimenti di imprese agroindustriali (azione ordinaria) e la creazione del Bio-distretto (Di seguito BD) dell'Appennino Bolognese con l'azione specifica a regia B13 "Sviluppo e innovazione delle filiere di sistemi produttivi locali – Bio-Distretto dell'Appennino Bolognese". Il progetto del Bio-distretto dell'Appennino Bolognese prende l'avvio già nel 2019, grazie all'iniziativa del GAL dell'Appennino Bolognese quando ancora non era stata emanata alcuna norma disciplinante i bio-distretti né a livello nazionale né regionale ER. In quella fase di "vuoto normativo", fin dalla redazione del Piano di Azione, il GAL si è impegnato per sostenere l'idea di caratterizzare il territorio dell'Appennino Bolognese come un bio-distretto (vista l'alta percentuale di agricoltura biologica, la presenza di aree protette e di aree a bassa antropizzazione) sulla base di esperienze simili portate avanti sul territorio nazionale. In Italia il primo biodistretto è stato infatti istituito nel 2009 nel Cilento e nel 2019 si rilevavano 32 biodistretti operativi (cfr. "Distretti biologici e sviluppo locale. Linee guida per la programmazione 2021-2027" Rete rurale nazionale). L'idea promossa dal GAL ha riscontrato molto interesse sia da parte degli enti pubblici, delle associazioni di categoria ma anche delle singole imprese del territorio. Il progetto del BD sovvenzionato dal GAL ha previsto due fasi, nelle quali il GAL ha svolto attivamente un ruolo di facilitatore e di supporto. Nella Fase 1 è stato redatto lo studio di fattibilità rilevando i) dati di natura statistica e territoriale relativi alla presenza e incidenza delle produzioni biologiche a livello comunale, ii) le manifestazioni di interesse da parte dei Comuni e delle Unioni di Comuni e iii) grado di interesse per il consumo delle produzioni biologiche a livello locale e nell'area della Città di Bologna.																									

La Fase 2 del progetto è stata finalizzata e supportare lo sviluppo e la concretizzazione dell'iniziativa. Essa ha previsto la costituzione del Comitato Promotore "Pro-Distretto Biologico dell'Appennino Bolognese" espressione del partenariato istituzionale ed economico-sociale dell'area dell'Appennino Bolognese, geograficamente individuabile nel territorio del GAL Appennino Bolognese. Il Comitato costituito da circa 120 soggetti, tra cui gli Enti locali, le aziende agricole e le imprese, le associazioni, cittadini, il direttore del GAL ha promosso e favorito la costituzione complessiva del Distretto biologico dell'Appennino Bolognese assicurando il confronto sulle linee generali del progetto con gli operatori biologici, non biologici, amministratori e cittadini e ha svolto una costante interlocuzione con la Regione nella fase di redazione della legge regionale in particolare per condividere la visione identitaria del Bio distretto che *"disciplina, riconosce, promuove e favorisce la libera aggregazione dei soggetti partecipanti ad un sistema produttivo locale, costituito da agricoltori biologici, allevatori e trasformatori biologici, cittadini, associazioni o enti locali, in distretti del biologico, al fine di incentivare sul territorio regionale la cultura del biologico e stabilire un modello di sviluppo sostenibile, conciliabile con i bisogni delle comunità presenti sul territorio regionale e non in contrasto con la tutela della biodiversità"*.

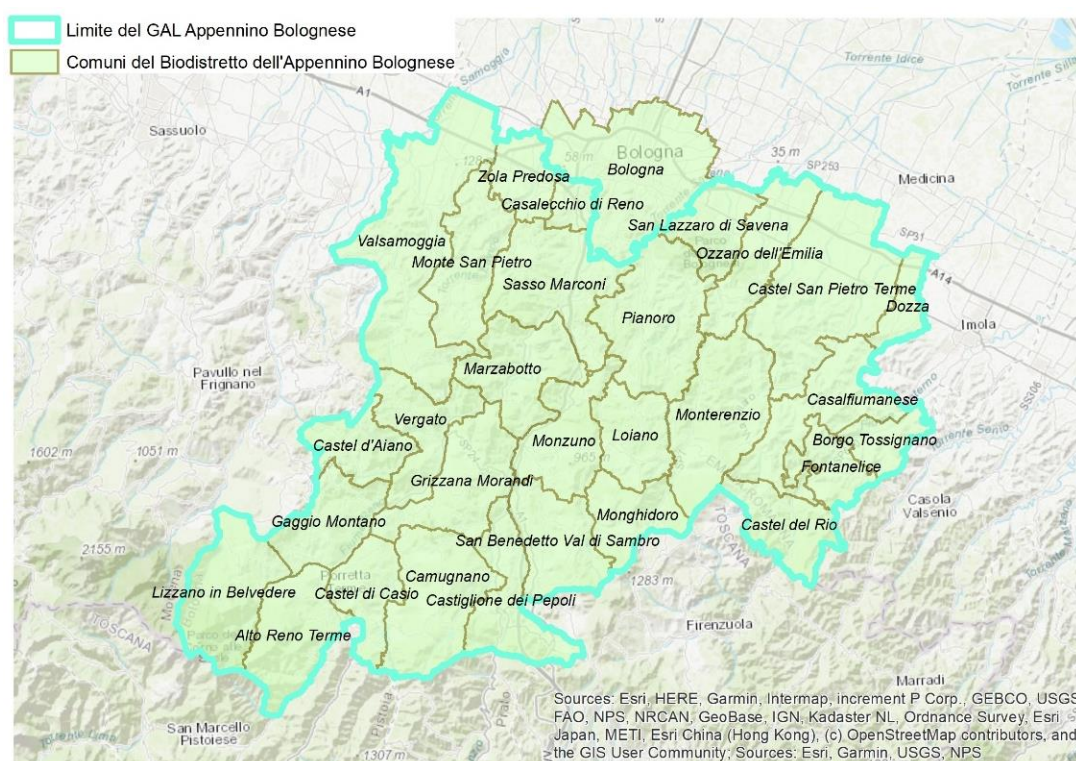
Il vuoto normativo relativo ai bio distretti è stato colmato successivamente con l'emanazione - a livello nazionale - della L.N. 23 del 9 marzo 2022 che disciplina i distretti per il settore della produzione agricola, agroalimentare e dell'acquacoltura con metodo biologico e, a livello regionale, della L.R. 14 del 3 ottobre 2023.

La Regione Emilia-Romagna ha riconosciuto il 15/3/2024 con Determinazione. 5475 della Giunta Regionale l'Associazione "Bio-Distretto Appennino Bolognese" quale Distretto del Biologico, ai sensi della L.N. 23 del 9 marzo 2022 che disciplina i distretti per il settore della produzione agricola, agroalimentare e dell'acquacoltura con metodo biologico anche ai fini dell'iscrizione nel registro nazionale dei distretti del biologico⁴³ e della L.R. n.14/2023 Disposizioni per la disciplina, la promozione e la valorizzazione dei distretti del biologico, la creazione dei distretti del biologico.

Il Bio-Distretto Appennino Bolognese è una Associazione (al momento senza personalità giuridica⁴⁴) con sede legale a Marzabotto (BO). L'Associazione del BD conta oltre cento soci, tra cui 35 imprese agricole, artigiani, commercianti, enti ed associazioni di rilievo come Confagricoltura Bologna, CNA Bologna, Confcommercio Ascom Bologna, Libera, Legambiente e Slowfood. Il territorio del BD comprende l'intero territorio 31 Comuni (tra cui quello di Bologna che partecipa per favorire il rapporto tra il territorio del distretto e la città metropolitana) e comprende anche territori più antropizzati o meno sensibili alla conversione al biologico nella convinzione che è importante impegnare tutti in un processo di miglioramento costante.

⁴³ Sono attualmente 5 i distretti del Biologico riconosciuti ai sensi della L.R. N.14/2023 e dell'art. 13 della Legge N.23/2022, la cui adozione è avvenuta nel 2024: 1 Bio-Distretto Appennino Bolognese, 2 Distretto Biologico Valli del Panaro e Appennino Modenese; 3 Bio Reggiano Distretto Biologico; 4 Distretto Parma Bio Valley; 5 Biodistretto Delle Alte Valli. Esiste anche il distretto del cibo Consorzio Romagna-Distretto Biosimbiotico, ai sensi dell'art. 13 Del D.Lgs. N. 228/2001 e della Dgr 1816/2019.

⁴⁴ La DGR prevede che l'Associazione dovrà conseguire la personalità giuridica entro 24 mesi dal riconoscimento quale distretto del biologico, ai sensi della Deliberazione di Giunta Regionale n. 2049 del 27 novembre 2023 (come modificata dalla Deliberazione n. 283 del 20 febbraio 2024)



La sezione successiva riporta gli elementi emersi dalle interviste volti a far emergere gli aspetti che hanno contribuito all'emersione del valore aggiunto LEADER. Nel "Voto espresso dagli intervistati" è indicato il valore medio dei voti dati dagli intervistati sul valore aggiunto apportato dal progetto rispetto alle diverse dimensioni (criteri) in cui è stato declinato (1 = per nulla, 2 = basso, 3 = medio, 4 = alto).

Soggetti intervistati

Hanno partecipato all'intervista 8 soggetti, tra cui il presidente e imprese agricole che hanno aderito al biodistretto in qualità di soci.

Valore aggiunto LEADER	Aspetti progettuali che hanno contribuito all'emersione del valore aggiunto LEADER
Accrescimento del capitale sociale e della fiducia nel GA	<u>Criterio: ha favorito la progettazione e l'attuazione di un approccio dal basso</u> <u>Criterio: ha determinato il potenziamento di conoscenze, competenze e informazioni</u> <u>Voto espresso dagli intervistati: 4</u> La progettazione del BD ha richiesto un'intensa attività di concertazione e condivisione fra tutto il tessuto socioeconomico sia nella fase di emersione dell'idea sia nella fase di concretizzazione della stessa. Il BD è stato fortemente sostenuto dal GAL, da esponenti delle istituzioni e dagli stakeholder del territorio, valorizzando esperienze simili portate avanti a livello nazionale. Nel Convegno organizzato dal GAL nel 2019 per promuovere la fattibilità del BD erano presenti più di 150 soggetti fra agricoltori, amministratori pubblici, operatori del settore, associazioni di categoria, testimoni privilegiati (Presidente del Biodistretto della Val di Vara, La Spezia che ha illustrato la nascita e sviluppo della propria realtà, descrivendone i benefici apportati a quel territorio) a dimostrazione del diffuso interesse all'argomento.

Le modalità attuative impostate dal Piano di Azione, con il progetto Bio-Distretto articolato per fasi che ha visto l'intenso coinvolgimento di rappresentanti del tessuto imprenditoriale, sociale, ambientalista e istituzionale, hanno consentito di definire la mission e le attività di interesse del BD garantendo un approccio inclusivo e bottom up. Come testimoniato dai soggetti intervistati "il GAL ci ha dato una mano incredibile perché ha fatto da collante tra tutti" operatori economici, i rappresentanti delle istituzioni locali, le associazioni le cooperative di gestione del territorio e ha svolto un lavoro di costante accompagnamento ampiamente riconosciuto.

Criterio: ha favorito la creazione di relazioni tra soggetti interessati a tutti i livelli

Voto espresso dagli intervistati: 4

Gli intervistati confermano che creazione del BD ha favorito sostanzialmente la crescita delle relazioni tra i soci, sia potenziando le più tradizionali collaborazioni "di micro filiera" tra produttori, trasformatori, commercializzatori sia agevolando nuove forme di collaborazione tra operatori di settori diversi come ad esempio agricoltura e turismo

"Tra i soci esiste il mutuo soccorso, come in un grande gruppo di acquisto solidale... tra i soci si scambiano conoscenze e prodotti per essere più visibili e competitivi; più energia insieme, per cercare di cambiare le cose, anche con i sindaci e il GAL, gli operatori, e associazioni come ITA.CA, per promuovere forme di turismo responsabile nell'appennino".

Criterio: ha favorito l'accrescimento della fiducia nel GAL

Voto espresso dagli intervistati: 4

Per la totalità degli intervistati si deve al GAL la visione strategica e la concretizzazione del BD nel Piano di azione sia con le azioni a regia di supporto alle FASI 1 e 2, sia con l'attività di animazione e disseminazione operata dalla struttura tecnica del GAL. Tutti concordano che senza il GAL il BD non sarebbe stato realizzato.

Tutti gli intervistati hanno avuto rapporti con il GAL e/o partecipato a bandi GAL e attribuiscono ai bandi del GAL un supporto fondamentale in quanto commisurato alle caratteristiche e alle esigenze delle aziende dell'Appennino.

Miglioramento della governance

Criterio: ha favorito pratiche di governance innovative nell'ambito di LEADER (ad es. gruppi di lavoro pubblico-privato)

Voto espresso dagli intervistati: 4

Il "distretto biologico" rappresenta una innovativa forma di governance territoriale in cui cittadini, istituzioni, agricoltori e altri operatori economici stringono un patto per la gestione sostenibile del territorio e per incentivare uno sviluppo positivo della filiera biologica, la trasparenza del mercato. La messa a punto del BD fino alla sua approvazione ha richiesto una intensa attività di confronto tra le istituzioni, gli operatori, gli stakeholder.

L'Associazione del BD AB attualmente riunisce imprese agricole, soggetti che intervengono nella filiera biologica (trasformatori, artigiani, commercianti), altri stakeholder (Associazioni, cooperative, EEP) che si riconoscono nelle politiche di protezione della produzione biologica e dell'ambiente e che cercano di dare corpo ad iniziative che favoriscano lo sviluppo solidale del territorio fondato sul modello biologico. "Il Bio Distretto è un progetto di promozione di territori svantaggiati che cerca di rafforzare la conoscenza e il consumo di prodotto biologico nella comunità locale". Più intervistati citano il progetto del Comune di Marzabotto prevede l'utilizzo di prodotti biologici di qualità prodotti nel territorio dai soci del BD nelle mense scolastiche da accompagnare con iniziative di informazione alimentare per la popolazione per aumentare la consapevolezza dei

consumatori sui prodotti biologici locali e sul ruolo dell'agricoltura biologica nella conservazione dell'ambiente".

Come testimoniato da un intervistato la creazione del BD ha rappresentato anche un momento di intenso confronto con la Regione Emilia-Romagna in vista della definizione della normativa regionale specifica mediante il tavolo di coordinamento "Biodistretti" che ha coinvolto anche il GAL. La definizione di un quadro normativo specifico – in ambito nazionale e in ambito regionale - rappresenta un importante passo in avanti ⁴⁵ per riconoscere e legittimare i Bio-distretti come forma organizzata non solo di agricoltori ma di tutti i componenti di una comunità.

Come previsto dalla L.R. n.14/2023 e dalle successive Disposizioni applicative il distretto deve essere dotato di personalità giuridica che dovrà essere conseguita entro 24 mesi dal riconoscimento ai sensi della L.R. Tale riconoscimento è richiesto per garantire la completa separazione tra il patrimonio della persona giuridica e quello dei singoli associati e assicurare maggiore solidità anche nell'utilizzo di contributi e sovvenzioni finanziarie.

Al febbraio 2025, il BD non ha ancora acquisito la personalità giuridica richiesta dalla legge regionale, restando comunque entro i termini stabiliti.

Potenziamento degli effetti positivi sui risultati e sugli impatti del PSR

Criterio: ha fornito soluzioni a specifici problemi/fabbisogni dei territori/delle comunità

Voto espresso dagli intervistati: ND (Il BD è stato approvato da poco, per cui non si possono evidenziare cambiamenti)

Il territorio interessato soffre di processi di abbandono, rarefazione e depauperamento della struttura produttiva specie nella parte più montana dove i segnali negativi sono più gravi rispetto al resto. In questi territori è difficile l'accessibilità fisica e tecnologica, i servizi essenziali (poste, sanità, trasporti locali, formazione, centri di servizio alle imprese, ecc.) sono assenti o a rischio, le aziende agricole si riducono di numero e le difficoltà del territorio incidono sulle filiere.

La creazione del BD ha dato fiducia agli operatori agricoli intervistati anche se tutti i rispondenti hanno sottolineato la difficoltà di vivere nel territorio dell'Appennino e sono consapevoli che le condizioni di isolamento e la carenza di servizi essenziali (salute, istruzione, comunicazione, mobilità) non possono essere sanate dal BD ma sono necessari cospicui investimenti in infrastrutture e servizi per favorire l'insediamento di giovani e famiglie.

L'essere parte della Associazione del BD può comunque avvicinare la comunità rurale al suo interno e potenzialmente creare una positiva osmosi con il contesto circostante, trasferendo un modello di sviluppo sostenibile; tuttavia, la programmazione 2014–2022 ha rappresentato essenzialmente la fase "fondativa" del BD, per cui i testimoni intervistati non evidenziano cambiamenti percepiti e quantificabili sull'assetto territoriale.

Criterio: ha indotto variazioni positive e sostenibili nelle organizzazioni, nel territorio, nel sistema produttivo, negli operatori

Criterio: ha accresciuto l'attrattività dei territori e generato effetti duraturi e stabili nelle aree rurali in cui le azioni sono attuate

⁴⁵ Prima della legge nazionale infatti i Bio-distretti, infatti, erano riconosciuti sulla base di Leggi nazionali e regionali non specifiche, come Distretto Rurale, Distretto Agroalimentare di Qualità, Distretto produttivo rurale, Distretto produttivo agricolo di qualità, Distretto del cibo.

Criterio: ha accresciuto la capacità di organizzazione e collaborazione nel sistema produttivo, negli operatori

Criterio: ha favorito l'introduzione di prodotti e/o soluzioni nuove, o migliorate nel territorio

Voto espresso dagli intervistati: ND (Il BD è stato approvato da poco, per cui non si possono evidenziare cambiamenti)

Anche in questo caso i testimoni intervistati giudicano potenzialmente positivo il ruolo che il BD può svolgere nei territori in quanto è negli obiettivi dello stesso (statuto dell'Associazione, art 2 - Finalità e attività) *accrescere la prosperità dei territori e delle comunità in senso agro-ecologico, valorizzare il lavoro agricolo, artigiano, industriale, dei servizi, contrastare l'abbandono agricolo, forestale abitativo dell'Appennino promuovendo azioni innovative e sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e reddituale; valorizzare il territorio in particolare nei suoi aspetti agro ecologici e paesaggistici; promuovere attività culturali e di formazione per la gestione sostenibile delle risorse; promuovere e difendere i diritti dei lavoratori.*

Gli intervistati hanno sottolineato che la loro adesione al BD ha generato "più fiducia, più energia per cercare di affermare un sistema produttivo più coeso...per avere maggiore visibilità e capacità contrattuale" per cercare di superare il divario produttivo rispetto alla pianura e superare l'isolamento pur se "alla fase creativa non sempre consegue la parte di concretezza realizzativa e di capacità finanziaria, che deve essere rafforzata".

Un testimone evidenzia anche il grande lavoro degli associati nel territorio per coinvolgere nuove realtà imprenditoriali e la difficoltà "ad aumentare la base associativa dal punto di vista delle superfici e delle produzioni per assicurare continuità per il conferimento del prodotto". Il BD rappresenta uno "strumento in contro tendenza in un momento storico caratterizzato dalla crisi del pensiero cooperativo, da un modo di operare più individualistico, da una accentuata la sfiducia degli operatori verso l'associazionismo e la politica".

I soggetti intervistati hanno riconosciuto che essere parte di un DB aumenta le possibilità di scambio (nell'ambito della partecipazione a fiere, mostre mercato occasionali, eccetera) e la circolazione di informazioni sia tra aziende socie del DB sia con altre parte di altri distretti per condividere esperienze e soluzioni a problemi comuni (un intervistato cita il trasferimento di esperienze innovative adattabili al territorio portate avanti in altre realtà).

Un testimone descrive le azioni di formazione informazione che, tarate su specifiche esigenze delle aziende socie del distretto biologico, possono potenziare le ricadute dell'offerta formativa.

Inoltre, essere un DB riconosciuto consente di accedere a finanziamenti specifici previsti a livello nazionale/regionale, come ad esempio i contributi concessi dalla Regione⁴⁶ per lo scambio di conoscenze, azioni di informazione e di promozione al fine di incentivare sul territorio regionale la cultura del biologico.

"La sfida è aperta, i tempi sono maturi, e credo che il biologico possa assicurare possibilità in crescita per un reddito diverso, ma bisogna riuscire a coinvolgere altri operatori - agricoli e no - nonché i Comuni in maniera permanente e assicurare un salto di visione che ancora non c'è stato".

⁴⁶ La legge regionale n. 14/2023 "Disposizioni per la disciplina, la promozione e la valorizzazione dei distretti del biologico" ha istituito con l'art. 7 un Fondo per la promozione dei distretti del biologico

Elementi di buone prassi del GAL

Elementi che maggiormente caratterizzano il successo dell'azione

Il GAL ha fatto da START UP per un progetto innovativo e sperimentale.

Aver perseguito e definito l'obiettivo del Bio distretto nella strategia consentendo mediante il bando a regia la selezione del beneficiario per la realizzazione delle attività preliminari relative alla fattibilità tecnica.

Aver coordinato le attività sul campo divenendo una figura di riferimento per una molteplicità di attori occupandosi della organizzazione e gestione agli incontri con le amministrazioni, gli operatori locali, le aziende aderenti, la popolazione.

Aver assicurato strumenti di comunicazione differenziati per consolidare la partecipazione e adesione dei soggetti locali al Distretto Biologico dell'Appennino Bolognese e per comunicare la qualità ambientale e sociale dell'iniziativa a turisti, consumatori e residenti.

Aver facilitato l'interazione tra i soggetti coinvolti negli incontri pubblici e riunioni plenarie con le amministrazioni, gli operatori locali, le aziende aderenti, aver spiegato la normativa in via di evoluzione, lo stato dell'arte territoriale, lo statuto e redigendo la proposta di documentazione a supporto.

Aver assicurato con la partecipazione al tavolo di coordinamento "Biodistretti" della Regione Emilia-Romagna, di sviluppare la proposta di BD in coerenza con la normativa in via di evoluzione

Aver partecipato attivamente alla Fase 2, assicurando strumenti di comunicazione differenziati per consolidare la partecipazione e adesione dei soggetti locali al Distretto Biologico dell'Appennino Bolognese e per comunicare la qualità ambientale e sociale dell'iniziativa a turisti, consumatori e residenti.

Aver garantito l'animazione e il coinvolgimento dei partner pubblici e privati il coordinamento delle attività e il supporto al Comitato Promotore; aver facilitato l'interazione tra i soggetti coinvolti negli incontri pubblici e riunioni plenarie con le amministrazioni, gli operatori locali, le aziende aderenti, aver spiegato la normativa in via di evoluzione, lo stato dell'arte territoriale, lo statuto e redigendo la proposta di documentazione a supporto.

In parallelo il GAL ha sostenuto altri progetti a valenza territoriale, come Azione di marketing e promozione turistica a supporto degli Itinerari dell'Appennino Bolognese, Appennino nel piatto (progetto di cooperazione tra i GAL)

Riproducibilità e trasferibilità

Il progetto può essere trasferito in altri territori.

Titolo del Progetto	STUDIO E SALVAGUARDIA DEL PATRIMONIO PAESAGGISTICO E SUA VALORIZZAZIONE					
Soggetto attuatore	GAL Valli Marecchia e Conca					
Ambito tematico di intervento	Cura e tutela del paesaggio, dell'uso del suolo e della biodiversità (animale e vegetale)					
Obiettivo specifico PAL	A.2 Tutelare e valorizzare il patrimonio paesaggistico, storico					
Azioni del PAL	Azione	Tipo azione	Modalità attuativa	Risorse messe a bando/disponibili	Contributi concessi	N. domande ammesse
	A.2.1 19.2.02 Imprenditoria agricola e valorizzazione patrimonio culturale	specificata	REGIA Id:1321 9/2020	65.000	65.000	GAL
	A.2.2 19.2.02 Interventi per la salvaguardia del patrimonio Paesaggistico e Storico		BANDO (Privati) Id: 1693 11/2020 40% o 60%	210.000	167.563	3 parrocchie
	A.2.3 A 19.2.02 Sentieri e percorsi naturalistici e culturali	specificata	REGIA Id: 1271	28.536	28.536	GAL
	A.2.3 B 19.2.02 Segnalazione sentieri e percorsi naturalistici e culturali	specificata	REGIA (protocollata dic 2023) Id 2524	43.900	43.900	GAL
	A.2.4 19.2.02 Valorizzazione dei centri e nuclei storici "tolgo, metto, dipingo"	specificata	BANDO 1ed (Enti pubblici) Id 1937 100% spesa 12/2021	300.000	274.081	4 Comuni
			BANDO 2ed (Enti pubblici) Id 2183 2/2023	401.950	401.950	6 Comuni
			BANDO 3ed (Enti pubblici) Id 2420 9/2023	563.767	563.767	7 Comuni
	A.2.5 19.3.1 Azioni di supporto per progetti cooperazione Leader specifica					
	A.2.6 19.3.1 Azioni di supporto per progetti cooperazione Leader specifica					
Soggetti coinvolti	GAL					
	Redazione studio sul paesaggio e itinerario: Università degli Studi di Firenze, singole ditte e professionisti incaricati.					
	Comuni attuatori dei progetti di riqualificazione dei centri storici: Casteldelci; Gemmano; Mondaino; Montefiore Conca; Montegridolfo; Montescudo-Monte Colombo; Morciano di Romagna; Pennabilli; Saludecio; San Clemente; San Leo; Talamello.					
	Ente attuatore del progetto di restauro dei beni: Diocesi di San Marino-Montefeltro					

Parole chiave	Attrattività e identità territoriale; itinerari storico-paesaggistici; restauro di beni e riqualificazione dei centri storici; progettazione integrata fra pubblico e privati.	
----------------------	--	--

Il GAL Valli Marecchia e Conca ha perseguito l'obiettivo di "tutelare e valorizzare il patrimonio paesaggistico e storico" mediante una azione complessa che ha previsto azioni a regia e bandi destinati sia agli Enti pubblici sia ai privati. L'azione del GAL, composta da sei sotto-azioni, ha previsto: la realizzazione di uno studio sul paesaggio del territorio del GAL, l'individuazione e caratterizzazione di un itinerario storico-paesaggistico e successiva stesura di un progetto per la sua realizzazione e valorizzazione, e infine la riqualificazione di centri storici e di beni architettonici. L'azione si pone in prosecuzione e in collegamento con un'altra azione specifica del GAL "A.1.1 Creazione dei Centri per l'Interpretazione del Paesaggio/CIP" di cui segue metodi e linee di indirizzo. Questa azione è stata pianificata nel PAL nello stesso ambito tematico di intervento ma concorre all'obiettivo specifico "A.1 - Rendere le due vallate visibili ed identificabili, conferendo una identità precisa al territorio ed alle sue produzioni".

Lo **STUDIO DEL PAESAGGIO** (azione A.2.1) è stato realizzato tramite l'azione a regia GAL in quattro fasi. La prima fase ha previsto la redazione di uno studio finalizzato a produrre delle linee guida per la gestione e conservazione del paesaggio rurale tradizionale. Lo studio, redatto da HORIZONS srl, spin-off dell'Università di Firenze, individua e descrive gli elementi caratteristici del paesaggio rurale e le dinamiche evolutive, mediante il confronto degli usi del suolo del 1976 e del 2019. Lo studio ha inoltre portato all'individuazione di cinque aree idonee per una possibile iscrizione al Registro Nazionale dei Paesaggi Rurali Storici selezionate in base alla presenza e stato di conservazione di elementi caratteristici e identitari del paesaggio. La seconda fase (individuazione e descrizione dei beni minori) ha portato all'individuazione dei morfotipi rurali⁴⁷ e dei relativi elementi caratteristici del paesaggio, oltre che alla redazione di linee guida volte alla loro conservazione e valorizzazione. Lo studio è corredato da una carta del patrimonio del paesaggio rurale del territorio del GAL per favorire la diffusione della conoscenza degli elementi principali e distintivi del paesaggio locale, anche a fini promozionali e turistici. I prodotti sono consultabili accedendo al sito del GAL e su una pagina dedicata (<https://paesaggidavivere-er.it/>), sono stati inoltre utilizzati per l'allestimento di una mostra itinerante presso siti individuati dai GAL dell'Emilia-Romagna (sedi dei GAL o sedi comunali) e presso la sede della Regione Emilia-Romagna. Le iniziative di promozione sono state realizzate nell'ambito del progetto di cooperazione leader (azione A.2.5) "Paesaggi da vivere-tutela e valorizzazione dei paesaggi rurali dell'Emilia-Romagna", progetto connesso ad altri attivati sul tema dalla Regione Emilia-Romagna, quali l'istituzione dell'Osservatorio Regionale per la qualità il paesaggio.

Per la **DEFINIZIONE DI UN ITINERARIO STORICO PAESAGGISTICO** (azione A.2.3) il GAL ha realizzato due azioni a regia, una per individuare l'itinerario e una volta a realizzarne la segnaletica, conclusa a fine 2024. L'itinerario, denominato "**La via dei cinque Santi**" attraversa l'intero territorio del GAL, parte dal centro storico di Rimini e si sviluppa su otto tappe collegate alla storia di cinque santi: Santo Amato Ronconi originario di Saludecio, San Marino e San Leo, ai quali sono intitolati gli omonimi borghi, Sant'Alberico, con il suo santuario che ospita uno degli ultimi eremiti italiani e, infine, San Francesco, con il santuario sul Monte de La Verna che chiude il sentiero collegandosi con la Via Romea Germanica verso Roma. Ogni tappa, della durata di un giorno, termina in centri abitati provvisti di strutture ricettive e/o rifugi, punti di rifornimento e servizi. Altre strutture ricettive sono rintracciabili lungo il percorso per rendere più brevi alcune tappe. Le cartografie di dettaglio con la localizzazione dell'itinerario sono consultabili accedendo al sito del GAL. Il cammino è promosso inoltre in forma di documentario nell'ambito di un'iniziativa di promozione turistica regionale disponibile sulla piattaforma lepida tv <https://www.lepida.tv/video/documentario-cammini-gal-valli-marecchia-e-conca>. Le attività di promozione del sentiero sono in corso di realizzazione nell'ambito dell'azione di cooperazione Leader (azione A.2.6) "Cammini-percorrendo le vie di pellegrinaggio dagli appennini al delta del Po" connessa al progetto "Cammini Regionali" portato avanti da APT Servizi e dalla Regione Emilia-Romagna.

La **SALVAGUARDIA DEL PATRIMONIO PAESAGGISTICO E STORICO** (azione A.2.2) è stata promossa dal GAL con un bando del 2020 rivolto a soggetti privati per finanziare interventi di restauro e conservazione di elementi tipici di pregio (beni e aree) del patrimonio rurale e paesaggistico legati all'attività agricola e pastorale e al sistema insediativo. Gli elementi su cui era possibile intervenire erano quelli individuati negli strumenti urbanistici di riferimento, negli elenchi rinvenibili nel sito www.patrimonioculturale-er.it e quelli ascrivibili alle "tipologie" indicate nel bando derivanti dagli studi condotti sul paesaggio (azione a regia precedentemente descritta e azione sui CIP ad essa collegata). Il sostegno era pari al 40% della spesa ammissibile per le PMI e al 60% per privati senza scopo di lucro o per PMI in presenza di richiedente di età inferiore a 40 anni, investimenti collettivi, interventi in zone soggette a vincoli naturali o altri vincoli specifici di cui all'art. 32 del reg. 1305/2013, con un aiuto minimo di 10.000 € a un massimo di 50.000€.

⁴⁷ I morfotipi rurali sono tipologie paesaggistiche omogenee basate sugli elementi caratteristici e identitari del paesaggio rurale e sulla morfologia del territorio.

Il bando, utilizzando circa l'80% delle risorse disponibili, oltre 167.000 €, ha sostenuto il restauro e risanamento conservativo e consolidamento di 3 edifici ecclesiastici censiti fra i beni architettonici tutelati:

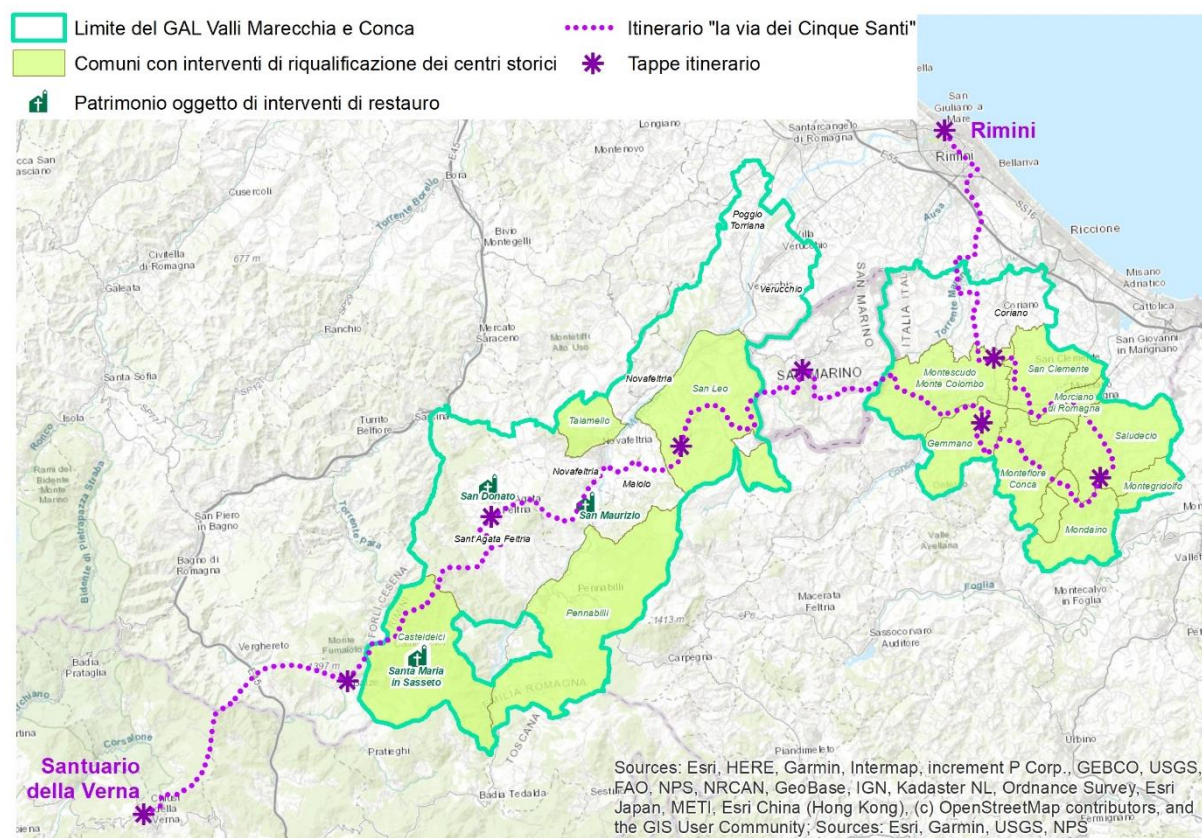
- la Chiesa di Santa Maria in Sasseto (Casteldelci);
- la Chiesa di San Maurizio (Novafeltria), chiesa secondaria appartenente alla Parrocchia di S. Maria Assunta in Torricella, beneficiaria del sostegno;
- la Chiesa di San Donato (Sant'Agata Feltria).

La **RIQUALIFICAZIONE DEI CENTRI STORICI** (azione A.2.4) è stata realizzata con l'azione "Tolgo, metto, dipingo" attuata con l'emanazione di 3 bandi (2021-2023) rivolti agli Enti pubblici a sostegno di interventi di riqualificazione di edifici pubblici o privati secondo lo stile e l'uso dei materiali in linea con i caratteri architettonici storico-identitari locali.

Il sostegno era pari al 100% della spesa ammissibile con un minimo di 30.000 a un massimo di 75.000 € di contributo, passato a 100.000 € nel 3° bando, per realizzare interventi di "restauro scientifico" (L.R. 15/2013) volti alla valorizzazione di aree/fabbricati pubblici e privati e relative aree di pertinenza ubicati nei centri storici (zone "A" individuate dagli strumenti urbanistici comunali). Ogni progetto doveva contenere interventi su più edifici di forte impatto e notevoli dimensioni, con almeno 20 metri di facciata principale dell'edificio oggetto d'intervento, e prospiciente a pubblica via/piazza. In fase di presentazione della domanda oltre al progetto definitivo/esecutivo veniva chiesto uno studio di fattibilità con un'analisi delle caratteristiche storico-ambientali e paesaggistiche, dello stato di conservazione e degrado e dei materiali delle facciate interessate, proponendo toni cromatici e materiali coerenti con la tradizione edilizia locale e il paesaggio.

Il GAL, impegnando tutte le risorse messe a disposizione con i tre bandi, oltre 1,2 milioni di euro, ha finanziato la riqualificazione dei centri storici di 12 dei 18 Comuni in territorio GAL. In molti casi i progetti hanno interessato le facciate dei palazzi municipali e degli edifici attigui, contribuendo a valorizzare le piazze e le principali vie dei borghi coinvolti.

La mappa rappresenta una visione d'insieme dei progetti realizzati dal GAL con la localizzazione dei comuni che hanno realizzato gli interventi di riqualificazione dei centri storici, delle chiese oggetto di interventi di restauro e dell'itinerario dei cinque santi con le relative tappe.



Fonte: Elaborazione ASI S.r.l. su dati tratti dagli allegati tecnici alle domande e dal sito del GAL.

La sezione successiva riporta gli elementi emersi dalle interviste volti a far emergere gli aspetti che hanno contribuito all'emersione del valore aggiunto LEADER. Nel "Voto espresso dagli intervistati" è indicato il valore medio dei voti dati dagli intervistati sul valore aggiunto apportato dal progetto rispetto alle diverse dimensioni (criteri) in cui è stato declinato (1 = per nulla, 2 = basso, 3 = medio, 4 = alto).

Partecipanti alle interviste

Hanno partecipato alle interviste 5 soggetti: l'economo della Diocesi di San Marino e Montefeltro referente per i tre progetti di restauro di beni ecclesiastici; il Sindaco del Comune di Casteldelci (Sindaco); tre tecnici referenti dei progetti di riqualificazione dei centri storici per il Comune di San Clemente, il Comune di San Leo e il Comune di Pennabilli.

Valore aggiunto LEADER	Aspetti progettuali che hanno contribuito all'emersione del valore aggiunto LEADER
Accrescimento del capitale sociale e della fiducia nel GAL	<u>Criterio: LEADER ha favorito la progettazione e l'attuazione di un approccio dal basso</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 4</i> Tutti gli intervistati, salvo la Diocesi, non sono nuovi alla partecipazione a bandi del GAL, ma in questo caso in particolare, tutti concordano sul fatto che il GAL abbia avuto un ruolo determinante nella genesi e maturazione dell'idea progettuale. Sono tutti concordi che, senza il GAL, gli interventi, non sarebbero stati realizzati. L'economo della diocesi di San Marino e Montefeltro dichiara inoltre che, nel caso della chiesa di S. Maurizio, l'intervento è stato fortemente voluto dalla popolazione locale per rendere nuovamente fruibile alla comunità un bene non agibile. Anche in questo caso, senza il bando GAL, la ristrutturazione non sarebbe stata condotta. <u>Criterio: LEADER ha determinato il potenziamento di conoscenze, competenze e informazioni</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 2,9</i> La maggioranza dei referenti per i progetti portati avanti dai Comuni ritiene che la partecipazione al progetto abbia determinato il potenziamento delle conoscenze e delle informazioni della struttura tecnica su aspetti diversi: alcuni hanno dato risalto alla crescita collegata all'aver lavorato per la prima volta con dei privati su beni privati; altri indicano il miglioramento della conoscenza dei meccanismi di gestione amministrativa e burocratica collegati alla progettazione europea, anche attraverso l'uso dei sistemi informativi regionali per la trasmissione della documentazione richiesta. Non di rilievo il valore aggiunto per tale aspetto per l'economo della diocesi referente dei progetti di restauro di beni ecclesiastici. <u>Criterio: LEADER ha favorito la creazione di relazioni tra soggetti interessati a tutti i livelli</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 4</i> La particolarità del progetto, che prevedeva l'intervento dell'amministrazione comunale su beni privati, ha creato un'opportunità di collaborazione fra vari soggetti: hanno lavorato assieme agli enti comunali dai 3 ai 10 proprietari privati di immobili. Questa collaborazione si è rivelata un'esperienza unica per tutti i Comuni intervistati. Le relazioni di collaborazione create sono circoscritte alla realizzazione del progetto. Un caso differente è rappresentato dal progetto di restauro della chiesa di S. Maurizio, in cui la comunità locale si è attivamente mobilitata per raccogliere fondi, contribuendo direttamente alla riapertura del luogo di culto. Questa partecipazione ha rafforzato il senso

	di appartenenza e la fiducia nella capacità collettiva di intervenire concretamente per valorizzare e migliorare i propri spazi di aggregazione. <u>Criterio: LEADER ha favorito l'accrescimento della fiducia nel GAL</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 4</i> Tutti gli intervistati, sia pubblici che privati, affermano che senza il GAL non avrebbero realizzato l'intervento. Il Comune di San Clemente dichiara che "I risultati sono andati molto al di là delle aspettative" "non mi sarei aspettata di riqualificare un'area del centro storico così ampia e di valore nell'arco di poco tempo". Abbastanza condivisa l'idea che una volta dato l'avvio al progetto, anche altri privati volevano farne parte. Nel caso del Comune di Pennabilli, viene riconosciuto al GAL il merito di aver facilitato il superamento della iniziale reticenza da parte dei privati nel mettere a disposizione i propri immobili per il progetto "il GAL è stato visto come un ente terzo, diverso dall'amministrazione pubblica, più vicino agli interessi di soggetti privati".
Miglioramento della governance	<u>Criterio: ha favorito pratiche di governance innovative nell'ambito di LEADER</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 2,6</i> I giudizi dati non sono concordi, alcuni intervistati ritengono che nonostante si sia trattato di un progetto inedito di collaborazione fra il Comune e soggetti privati, non lo ritengono esemplificativo di una vera e propria pratica di governance innovativa, al contrario di altri che invece, oltre a riconoscere il carattere inedito del progetto ritengono sia stato occasione per sperimentare e applicare una nuova pratica di governance pubblico-privata da riproporre in futuro. Nel caso della Diocesi, la positiva valutazione è collegata all'impegno della collettività, sorto a valle del progetto, nel farsi carico di parte della gestione e cura del bene.
Potenziamento degli effetti positivi sui risultati e sugli impatti del PSR	<u>Criterio: LEADER ha fornito soluzioni a specifici problemi/fabbisogni dei territori/delle comunità</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 4</i> Tutti i rispondenti concordano che gli interventi rispondono all'esigenza di cura e tutela del patrimonio e dei centri storici delle piccole realtà in cui tali progetti si inseriscono. Nel caso della ristrutturazione della Chiesa di S. Maurizio, il finanziamento del GAL ha consentito di rispondere ad una richiesta della comunità locale che intendeva poter fruire nuovamente del bene riconoscendo ad esso un grande valore identitario e storico. La capacità di agire su più componenti in una ottica di valorizzazione territoriale di sistema viene riconosciuta dagli intervistati dei progetti di riqualificazione dei centri storici, ma solo all'interno del singolo progetto e non tra progetti diversi. Manca del tutto il collegamento con lo studio del paesaggio e con l'itinerario dei Cinque Santi, progetto appena concluso tuttora in fase di promozione. Più evidenti sono invece i collegamenti con i Centri di Interpretazione del paesaggio, citati a riferimento da due intervistati, in quanto coinvolti nella loro realizzazione. <u>Criterio: LEADER ha accresciuto l'attrattività dei territori e generato effetti duraturi e stabili nelle aree rurali in cui le azioni sono attuate</u> <i>Voto espresso dagli intervistati: 4</i> Tutti i rispondenti, sia pubblici che privati, concordano sul fatto che gli interventi accrescano l'attrattività dei territori. Pur se ancora presto, data la recente conclusione dei progetti, i rispondenti hanno grandi aspettative sul fatto che gli interventi possano determinare l'incremento del turismo e possibilmente della nascita di nuove opportunità di reddito per la popolazione locale.

	Nel caso del progetto di riqualificazione della piazza del Comune di San Clemente, l'area ora potrà essere utilizzata come punto di aggregazione per i cittadini ma anche per lo svolgimento di manifestazioni istituzionali e non, o come spazio per la collocazione di tavoli all'aperto da parte di bar vicini. Evidente l'effetto leva generato dai progetti, da 4 dei 5 intervistati viene riferito infatti che seguito delle ristrutturazioni delle facciate, i proprietari privati degli immobili hanno, a proprie spese, realizzato ulteriori interventi, quali il rifacimento del tetto o la sostituzione degli infissi o delle tapparelle delle finestre per adeguarsi ai colori e ai materiali scelti nel rifacimento delle facciate. Nel caso del Comune di Casteldelci, tale impegno era previsto nell'ambito degli accordi presi con i privati propedeutici all'avvio del progetto. Sono stati segnalati anche interventi di riqualificazione su attività ricettive limitrofe. Di tipo diverso, è l'effetto leva generato da uno dei progetti di risanamento condotto dalla Diocesi sulla Chiesa di S. Maurizio per il quale la comunità ha contribuito al finanziamento del restauro con 10.000 € donati tramite la parrocchia di S. Maria in Torricella. La comunità si è inoltre messa a disposizione per affrontare ulteriori future spese necessarie alla rimessa in uso completa della chiesa, quali l'acquisto dell'altare e la ritinteggiatura delle pareti.
Elementi di buone prassi	Aver utilizzato in modo sinergico e complementare azioni a regia, a bando e cooperazione per concorrere all'obiettivo. Avere previsto bandi che hanno consentito di sperimentare nuove forme di collaborazione pubblico-private che nessun Comune fra gli intervistati aveva messo in atto prima. Aver garantito supporto a tutti i beneficiari, sia nella fase iniziale garantendo la redazione di progetti elegibili per il finanziamento e il superamento di eventuali difficoltà legate alla partecipazione al bando, sia nella gestione burocratico-amministrativa del progetto, inclusa la rendicontazione finale. Aver promosso la crescita delle competenze degli operatori pubblici nell'utilizzo dei fondi europei e nell'utilizzo delle piattaforme informatiche di trasmissione della documentazione alla Regione.
Riproducibilità e trasferibilità	Il progetto è riproducibile e trasferibile