

Obiettivo Specifico 4

Contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento a essi, come pure allo sviluppo dell'energia sostenibile

Analisi del sistema agricolo, agroindustriale e del territorio rurale dell'Emilia-Romagna



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



 **Regione Emilia-Romagna**

L'Europa investe nelle zone rurali

Indice

4.1 Inquadramento: l'obiettivo e gli strumenti	3
4.2 L'adattamento ai cambiamenti climatici	4
4.2.1 I cambiamenti climatici in Emilia-Romagna	4
4.2.2 Perdita agricola diretta attribuita alle calamità naturali	6
4.2.3 I cambiamenti climatici futuri, l'impatto sui settori agricolo e forestale e le azioni di adattamento in atto.	11
4.2.4 Gelate tardive.....	19
4.3 Le emissioni di gas ad effetto serra.....	21
4.4 Lo sviluppo dell'energia sostenibile	32
4.4.1 La produzione di energia da fonti rinnovabili (FER).....	32
4.4.2 La produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali	37
4.4.3 Uso dell'energia nei settori dell'agricoltura, della silvicoltura e dell'industria alimentare	39
SINTESI dei risultati delle analisi svolte nell'ambito dell'OS 4	43
SWOT.....	46

4.1 Inquadramento: l'obiettivo e gli strumenti

Il contrasto ai cambiamenti climatici è al centro della programmazione della futura PAC, obiettivo in simbiosi col sostegno al sistema agrocolturale nel percorso di adattamento ai mutamenti già in atto.

In tal senso, le strategie di intervento devono necessariamente basarsi su un'analisi retrospettiva, attuale e prospettica della variazione delle grandezze meteo-climatiche, delle perdite causate al settore agricolo direttamente da fenomeni atmosferici estremi nonché dei fattori clima-ambiente alteranti correlati al sistema agricolo.

Le seguenti pagine, inoltre, ripercorrono come l'aumento delle temperature, la diminuzione della piovosità annuale ed il ciclo dell'acqua nel suo complesso siano fattori di criticità per la Regione ed allo stesso tempo siano in atto strategie su più fronti per limitarne gli effetti e contrastarne i danni. In particolare, risulta rilevante l'analisi della produzione di energia rinnovabile, in crescita stabile nelle Regione.

L'analisi condotta nelle seguenti pagine è stata realizzata utilizzando come filo conduttore i seguenti indicatori d'impatto/contesto previsti dal PMEF (Quadro di monitoraggio e valutazione della PAC post 2020).

TAVOLA 1 - OBIETTIVO SPECIFICO, INDICATORI D'IMPATTO E INDICATORI DI RISULTATO DESCRITTI NELL'ALLEGATO I DELLA PROPOSTA DI REGOLAMENTO SUL SOSTEGNO AI PIANI STRATEGICI NAZIONALI

Obiettivi specifici UE	Indicatori d'impatto	Indicatori di risultato
OS4: Contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento a essi, come pure allo sviluppo dell'energia sostenibile	<p>I.9 Aumentare il potenziale di adattamento ai cambiamenti climatici: migliorare la resilienza delle imprese agricole</p> <p>I.10 Contributo alla mitigazione dei cambiamenti climatici: riduzione delle emissioni di gas serra prodotte dall'agricoltura</p> <p>I.11 Migliorare il sequestro del carbonio: aumentare il carbonio organico nel suolo</p> <p>I.12 Aumentare l'energia sostenibile in agricoltura: produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali</p>	<p>R.12 Adattamento ai cambiamenti climatici: percentuale di terreni agricoli soggetti all'impegno di migliorare l'adattamento ai cambiamenti climatici</p> <p>R.13 Ridurre le emissioni nel settore della produzione animale: percentuale di capi di bestiame che beneficiano di un sostegno per ridurre le emissioni di gas serra e/o l'ammoniaca anche mediante la gestione degli effluenti.</p> <p>R.14 Stoccaggio del carbonio nel suolo e biomassa: percentuale dei terreni agricoli soggetti all'impegno di ridurre le emissioni, mantenere e/o migliorare lo stoccaggio del carbonio (prati permanenti, terreni agricoli in torbiere, foreste, ecc.)</p> <p>R.15 Energia verde da biomasse agricole e forestali: investimenti nella capacità di produzione di energia rinnovabile, compresa quella a partire da materie prime biologiche (MW)</p> <p>R.16 Potenziare l'efficienza energetica: risparmio energetico in agricoltura</p> <p>R.17 Terreni oggetto di imboschimento: superfici che beneficiano di sostegno per forestazione e imboschimento, inclusa l'agroforestazione</p>

Fonte: Allegato 1 alla Proposta di Regolamento sul sostegno ai piani strategici della PAC COM (2018) 392 finale

4.2 L'adattamento ai cambiamenti climatici

4.2.1 I cambiamenti climatici in Emilia-Romagna

Le strategie di intervento della PAC in relazione alla finalità generale di adattamento dei settori agricolo e forestale al cambiamento climatico (CC), devono necessariamente basarsi su un'analisi retrospettiva, attuale e prospettica delle grandezze meteo-climatiche, declinata a livello regionale e sub-regionale¹ e fin dove possibile anche in termini stagionali.

Il cambiamento climatico va inteso quale variazione significativa del valore medio delle grandezze fisiche che lo compongono registrato in un dato periodo (es. 2003-2018 come proposto nel Policy brief nazionale) rispetto al periodo climatico di riferimento detto anche "clima".

Diversamente, per variabilità climatica si intendono le fluttuazioni statistiche che di anno in anno si registrano attorno al valore medio e quindi il termine "anomalia" indica la differenza tra quest'ultimo e il valore attuale di una certa grandezza.

Oltre ai numerosi studi e piani di indirizzo disponibili a livello internazionale e nazionale relativi ai cambiamenti climatici², una preziosa fonte informativa e di analisi in ambito regionale è rappresentata dalla "Strategia di mitigazione e di adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna" (delibera dell'Assemblea legislativa n. 187 del 2018) – di seguito "Strategia regionale" - che definisce obiettivi e indirizzi a partire da analisi aventi il vantaggio di basarsi su indicatori relativamente aggiornati fino ad anni recenti e applicati al contesto regionale³.

Inoltre, si occupa di fornire valutazioni e previsioni su rischi ovvero sui danni attesi, associati al cambiamento climatico, articolati per settori di riferimento sia fisico-biologici (risorse idriche, qualità dell'aria, suolo ecc.) sia socioeconomici, tra i quali l'agricoltura; settori che corrispondono ai principali ambiti di competenza e di intervento regionali, per ciascuno dei quali è necessario definire politiche volte alla mitigazione e/o all'adattamento.

I **principali segnali di cambiamento climatico** visibili oltre che su scala globale ed europea anche in Emilia-Romagna (anomalie 1961- 2016 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000) riguardano principalmente le variazioni di temperatura e precipitazioni, in termini sia di evoluzione dei valori medi, sia di frequenza e intensità dei valori estremi. In sintesi, la Strategia regionale indica:

- a) una *tendenza significativa di aumento delle temperature* minime e massime (maggiore in queste ultime) sia a livello stagionale, sia a livello annuale e che risulta più marcata a partire dal 1990 (cfr. figura 1). Nel contempo, una *variazione significativa per i valori estremi di temperatura*: riduzione

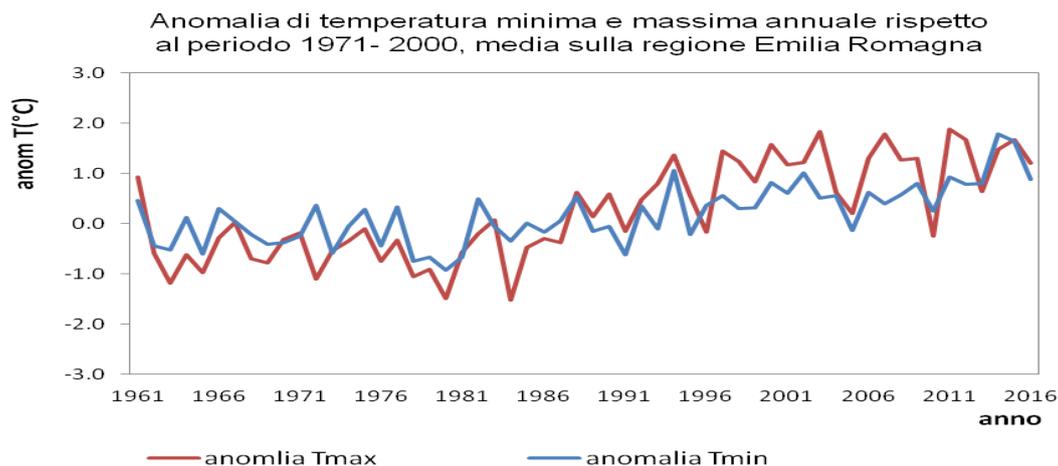
¹ Infatti, come segnalato nel "Policy brief" per l'OS.4 (RRN-MIPAAF) "per le grandezze meteo-climatiche, le elaborazioni statistiche tendono ad appiattire le condizioni lavorando su scala nazionale; pur nella necessità della sintesi per l'analisi di contesto nazionale, si ritiene che maggiori indicazioni per le scelte di politica verranno, se condivise al tavolo, elaborando gli indicatori su scala regionale".

² In ambito internazionale si ricordano tra i principali: i rapporti periodici dell'Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC (www.ipcc.ch); Commissione Europea -Evaluation study of the impact of the CAP on climate change and greenhouse gas emissions - Final report 2018 <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/29eee93e-9ed0-11e9-9d01-01aa75ed71a1>. In ambito nazionale i principali riferimenti sono: MATTM – Piano adattamento cambiamento climatico 2017 -PNACC <https://www.minambiente.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>; MATTM – Castellari et al. Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia -2014.

³ Le analisi delle grandezze meteo-climatiche riportate nelle "Strategia regionale" sono relative al periodo 1961-2016 e verificano le loro anomalie con riferimento al periodo 1971-2000.

in quasi tutta la regione del numero di giorni con gelo (giorni con temperature minime inferiori a 0°C) e aumento durante la stagione estiva della durata delle cd “onde di calore”⁴; inoltre, a causa dell’aumento della variabilità climatica connessa al clima recente, una maggiore presenza di eventi di gelo tardivo, tra l’ultima decade di marzo e la prima di aprile, in grado di provocare danni rilevanti alle colture (es. frutticole) in quanto spesso successive a inverni miti e primavere con temperature medie tendenzialmente in crescita.

FIGURA 1. VARIABILITÀ CLIMATICA DELL’ANOMALIA ANNUA DI TEMPERATURA MINIMA E MASSIMA SULL’EMILIA ROMAGNA, periodo 1961-2016

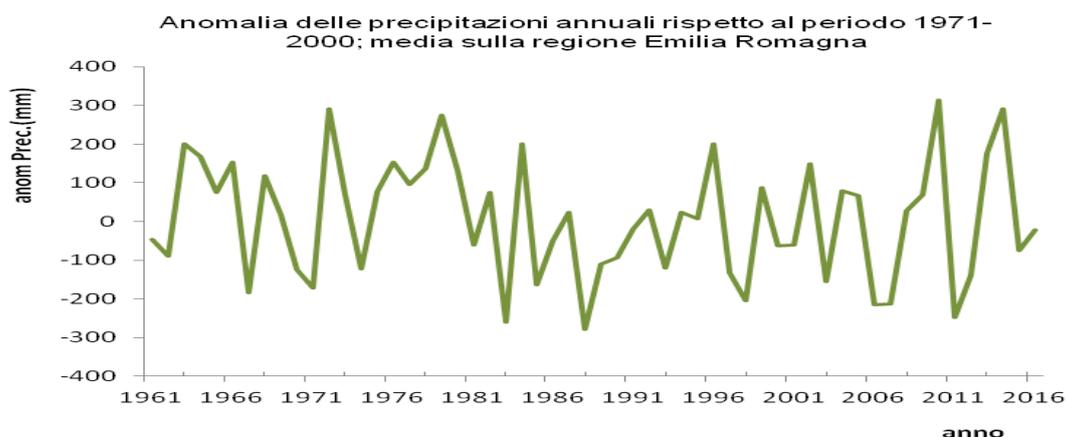


Fonte: Regione Emilia-Romagna - Strategia di mitigazione e di adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna – 2018

b) una *debole tendenza negativa della piovosità annuale* (cfr. figura 2); a livello stagionale si nota una diminuzione delle precipitazioni estive, invernali e primaverili e un aumento di quelle autunnali, specialmente sul crinale appenninico; è stato osservato un trend positivo, soprattutto durante l’estate, del numero massimo consecutivo di giorni senza precipitazioni; localmente in pianura e in alcune stazioni dell’Appennino centrale si è invece notato un aumento della frequenza degli eventi di pioggia intensa durante la stagione estiva.

⁴ Come indicato nel documento di Strategia regionale, per onda di calore si definisce una successione continua e senza interruzione di alcuni giorni in cui la temperatura massima è superiore al 90esimo percentile della distribuzione statistica.

FIGURA 2. VARIABILITÀ CLIMATICA DELL'ANOMALIA ANNUA DI PRECIPITAZIONE SULL'EMILIA ROMAGNA periodo 1961-2016



Fonte: Regione Emilia-Romagna - *Strategia di mitigazione e di adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna - 2018*

4.2.2 Perdita agricola diretta attribuita alle calamità naturali

L'Indicatore comunitario C.45 misura le perdite dirette in agricoltura, espresse in euro, dovute a calamità naturali e corrisponde all'indicatore C-2 del "Sendai Monitoring Framework" del UN Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), in Italia gestito dalla Protezione civile.

L'indicatore è calcolato a livello nazionale e attualmente non sono disponibili valori validati per l'Italia, inoltre i Servizi della Commissione Europea non hanno ancora elaborato una scheda descrittiva con indicazioni sulle fonti di dati e sulla metodologia di calcolo da impiegare.

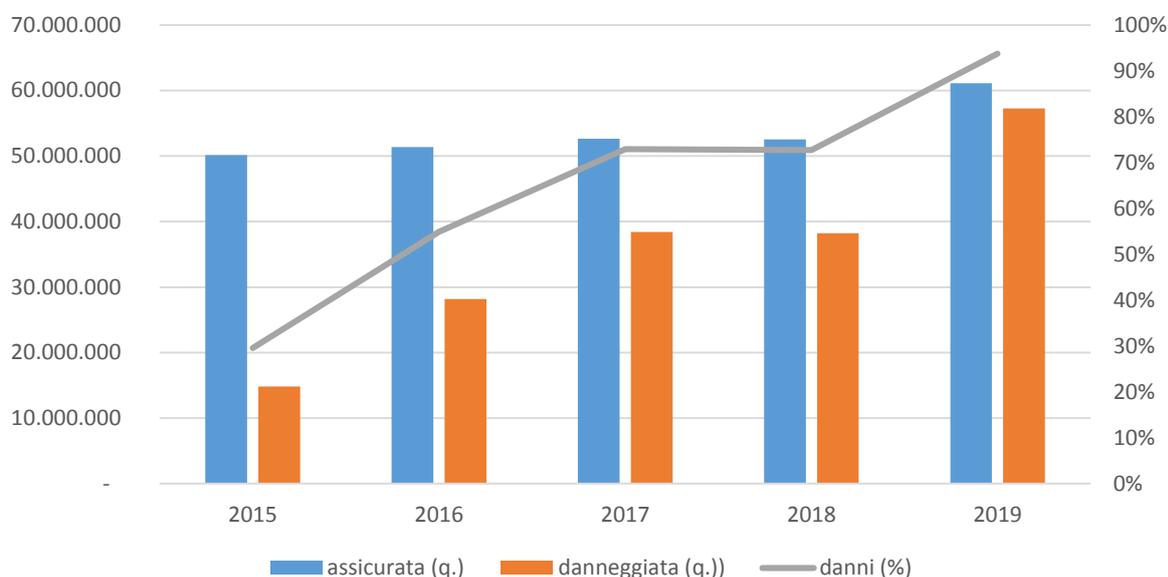
Nel "Policy Brief per l'OS.4" (RRN-MIPAAF) si propone pertanto di utilizzare, in alternativa, l'uso dei dati sulla gestione del rischio relative ai contratti assicurativi – previsti dalla Misura 17 del PSRN 2014-20 e resi disponibili da ISMEA - che consentono di stimare i danni alla produzione causati da eventi climatici avversi. Nelle successive Tavole 1 e 2 sono pertanto riportate le stime dei danni annuali nel periodo 2015-2019 in Emilia-Romagna, espressi in termini di quantità (quintali) di produzione assicurata e danneggiata (tavola 2) e di corrispondente valore economico (tavola 3).

Come, in sintesi, rappresentato nella seguente figura 3, a fronte di un incremento contenuto delle quantità di produzione assicurate (+22%, quasi esclusivamente tra il 2018 e il 2019) si verifica una crescita molto sostenuta (286%) delle quantità di produzione danneggiate.

Ciò si riflette nell'incremento dell'indice ottenuto dal rapporto tra le due quantità ("incidenza dei danni") che passa dal 30% del 2015, al 73% nel 2017, al 94% nel 2019.

FIGURA 3. PRODUZIONE ASSICURATA E PRODUZIONE DANNEGGIATA E RELATIVA INCIDENZA PER ANNO IN EMILIA-ROMAGNA – periodo 2015-2019

Valori assoluti in quintali e valori %



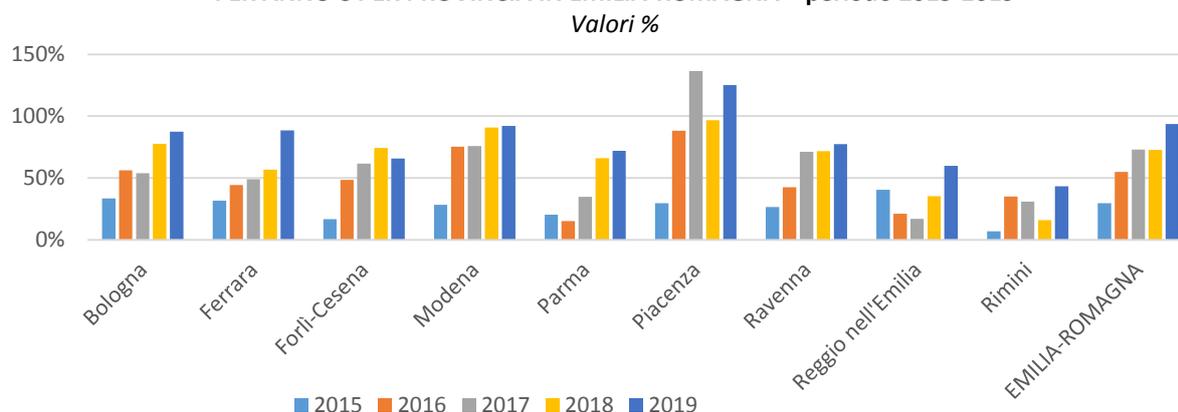
Fonte: elaborazione dei dati su assicurazioni forniti da ISMEA.

Si segnala che un simile andamento temporale in crescita si verifica negli stessi indicatori e indici calcolati a livello nazionale, riportati nel “Policy Brief” e relativi al periodo 2015-2018. In questo caso, diversamente da quanto riscontrato in Emilia-Romagna, nel 2018 si verifica rispetto al 2017 una leggera flessione nelle quantità di produzione danneggiata.

La disaggregazione degli indicatori ed indici per aree amministrative (Tavole 2 e 3), mostra come l’aumento nel periodo 2015-2019 dei danni sulla produzione sia un fenomeno comune a tutte le provincie. Si evidenziano tuttavia incrementi % dei danni nel periodo maggiori rispetto alla media regionale (286%) nelle provincie di Piacenza (492%), di Rimini (419%), di Parma (337%) e di Bologna (311%).

Ulteriori indicazioni sulle differenze territoriali sono ricavabili dalla figura 4 che mostra l’evoluzione a livello provinciale e regionale del rapporto tra produzione danneggiata e produzione assicurata, in aumento negli ultimi anni, anche in questo caso soprattutto nelle provincie di Piacenza, Parma, Ferrara e Bologna.

FIGURA 4. INCIDENZA DELLA PRODUZIONE DANNEGGIATA SULLA PRODUZIONE ASSICURATA PER ANNO e PER PROVINCIA IN EMILIA-ROMAGNA – periodo 2015-2019



Fonte: elaborazione dei dati su assicurazioni forniti da ISMEA.

TAVOLA 2 - QUANTITA' DI PRODUZIONE ASSICURATA E DANNEGGIATA PER ANNO E PER PROVINCIA IN EMILIA-ROMAGNA

Valori assoluti in quintali di produzione e valori percentuali

Provincia/Reg	produzione	2015	2016	2017	2018	2019	Var '15-'19 (%)
Bologna	assicurata	3.630.597	3.658.254	4.085.837	4.861.041	5.715.297	57%
	Danneggiata	1.217.135	2.056.387	2.203.683	3.768.480	5.003.278	311%
	dann./ass. (%)	34%	56%	54%	78%	88%	
Ferrara	assicurata	17.110.721	17.692.840	17.331.305	16.190.348	18.221.113	6%
	Danneggiata	5.412.271	7.820.333	8.502.870	9.162.906	16.141.628	198%
	dann./ass. (%)	32%	44%	49%	57%	89%	
Forlì-Cesena	assicurata	1.200.791	1.087.519	1.085.774	1.027.325	1.180.063	-2%
	Danneggiata	199.972	525.724	668.697	763.357	775.706	288%
	dann./ass. (%)	17%	48%	62%	74%	66%	
Modena	assicurata	3.947.785	4.791.126	4.479.730	4.311.616	4.599.027	16%
	Danneggiata	1.117.844	3.603.013	3.392.301	3.911.966	4.230.601	278%
	dann./ass. (%)	28%	75%	76%	91%	92%	
Parma	assicurata	3.336.394	3.412.939	3.467.506	3.629.218	4.090.414	23%
	Danneggiata	672.718	516.548	1.203.084	2.399.350	2.941.938	337%
	dann./ass. (%)	20%	15%	35%	66%	72%	
Piacenza	assicurata	11.452.091	11.955.072	12.443.058	12.632.885	16.003.169	40%
	Danneggiata	3.381.781	10.529.263	16.987.209	12.223.766	20.029.012	492%
	dann./ass. (%)	30%	88%	137%	97%	125%	
Ravenna	assicurata	6.681.756	5.950.210	6.985.803	6.931.643	7.993.587	20%
	danneggiata	1.763.356	2.533.150	4.968.438	4.961.562	6.183.589	251%
	dann./ass. (%)	26%	43%	71%	72%	77%	
Reggio nell'Emilia	assicurata	2.661.586	2.700.383	2.687.959	2.866.789	3.201.651	20%
	Danneggiata	1.072.845	566.410	452.909	1.010.777	1.917.691	79%
	dann./ass. (%)	40%	21%	17%	35%	60%	

Provincia/Reg	produzione	2015	2016	2017	2018	2019	Var '15-'19 (%)
Rimini	assicurata	121.325	135.505	84.207	112.079	99.411	-18%
	Danneggiata	8.273	47.378	26.041	17.748	42.951	419%
	dann./ass. (%)	7%	35%	31%	16%	43%	
EMILIA-ROMAGNA	assicurata	50.143.046	51.383.848	52.651.179	52.562.944	61.103.732	22%
	Danneggiata	14.846.195	28.198.206	38.405.232	38.219.912	57.266.394	286%
	dann./ass. (%)	30%	55%	73%	73%	94%	

Fonte: elaborazione dei dati su assicurazioni forniti da ISMEA.

Relativamente ai valori economici della produzione assicurata e danneggiata (tavola 3) la loro evoluzione in aumento nel periodo 2015-2019 è sostanzialmente simile a quella già vista per i valori fisici (quintali). Da evidenziare il rilevante incremento verificatosi a partire dal 2017, anno nel quale la perdita economica in Emilia-Romagna è stimata in 815,6 milioni euro (a fronte del 584 milioni del 2016) valore che sostanzialmente si conferma nel 2018 e che cresce a 1.134 milioni nel 2019. Considerando l'anno 2018 (per il quale sono disponibili dati a livello nazionale) l'Emilia-Romagna si conferma la prima regione per entità del livello di danni economici assicurati sul totale nazionale (24,4% di 3.289 milioni di euro) seguita dal Veneto (22%), dalla Lombardia (12%), dal Piemonte (10%) e dalla Puglia (8%).

TAVOLA 3 - VALORE DELLA PRODUZIONE ASSICURATA E DANNEGGIATA PER ANNO E PER PROVINCIA IN EMILIA-ROMAGNA

Valori assoluti in Eurox1000 e valori percentuali

Provincia/ Regione	produzione	2015	2016	2017	2018	2019	Var '15-'19 (%)
Bologna	assicurata	95.792	97.375	105.669	112.802	124.283	30%
	Danneggiata	25.356	42.617	46.800	79.271	99.068	291%
	dann./ass. (%)	26%	44%	44%	70%	80%	
Ferrara	assicurata	329.220	343.502	345.603	321.476	326.752	-1%
	Danneggiata	112.750	162.069	180.579	192.743	319.614	183%
	dann./ass. (%)	34%	47%	52%	60%	98%	
Forlì-Cesena	assicurata	65.657	60.244	60.474	54.038	65.641	0%
	Danneggiata	4.166	10.895	14.201	16.057	15.359	269%
	dann./ass. (%)	6%	18%	23%	30%	23%	
Modena	assicurata	114.745	122.571	127.793	131.210	125.578	9%
	Danneggiata	23.287	74.669	72.044	82.289	83.768	260%
	dann./ass. (%)	20%	61%	56%	63%	67%	
Parma	assicurata	34.010	34.143	35.077	36.691	40.820	20%
	Danneggiata	14.014	10.705	25.550	50.471	58.252	316%
	dann./ass. (%)	41%	31%	73%	138%	143%	
Piacenza	assicurata	120.251	125.074	126.314	123.492	151.792	26%
	Danneggiata	70.450	218.209	360.764	257.129	396.587	463%
	dann./ass. (%)	59%	174%	286%	208%	261%	

Provincia/ Regione	produzione	2015	2016	2017	2018	2019	Var '15-'19 (%)
Ravenna	assicurata	217.498	213.845	254.929	253.142	295.734	36%
	Danneggiata	36.735	52.497	105.517	104.367	122.439	233%
	dann./ass. (%)	17%	25%	41%	41%	41%	
Reggio nell'Emilia	assicurata	61.304	62.907	57.748	67.383	73.810	20%
	Danneggiata	22.350	11.738	9.619	21.262	37.971	70%
	dann./ass. (%)	36%	19%	17%	32%	51%	
Rimini	assicurata	6.116	5.218	4.565	5.436	5.481	-10%
	Danneggiata	172	982	553	373	850	393%
	dann./ass. (%)	3%	19%	12%	7%	16%	
EMILIA- ROMAGNA	assicurata	1.044.593	1.064.880	1.118.173	1.105.669	1.209.891	16%
	Danneggiata	309.280	584.380	815.627	803.961	1.133.909	267%
	dann./ass. (%)	30%	55%	73%	73%	94%	

Fonte: elaborazione dei dati su assicurazioni forniti da ISMEA.

Le elaborazioni condotte nell'ambito del Policy brief OS6 (RRN-MIPAAF) offrono anche una stima della **perdita di produzione agricola derivante da calamità naturali non rientrante in quelle assicurabili**, ma desumibile dalle declaratorie regionali inviate al MIPAAF (come da D.lgs. n. 102/2004) e dallo stesso accolta, nell'arco del periodo 2003-2018. L'indicatore (valore produzione danneggiata) è presentato esclusivamente a livello nazionale, in valori assoluti (euro) e con riferimento all'unità di SAU (euro/ettari) e viene suddiviso:

- per tipo di danno: a produzioni, a strutture aziendali, a infrastrutture connesse all'agricoltura;
- per tipo di calamità: grandinate, piogge alluvionali, piogge persistenti; siccità, eccesso termico; tromba d'aria, venti impetuosi, venti sciroccali.

I principali risultati delle analisi svolte, tratti interamente dalle citate elaborazioni del Policy Brief OS 4 sono i seguenti:

- ✓ tutti gli anni del periodo 2003-2018 sono stati interessati da richieste di riconoscimento di danni in agricoltura sul Fondo di Solidarietà Nazionale (FSN); essi riguardano principalmente le produzioni (più che strutture) e sono stati particolarmente elevati negli anni 2003, 2007, 2012 e 2017, in corrispondenza delle siccità meteorologiche più gravi; l'andamento dei fenomeni di tale entità mostra una certa ciclicità, con tempi di ritorno di circa 5 anni;
- ✓ in tutti gli anni sono comunque stati accertati danni sulle produzioni, al 63% dovute alla siccità, anche in presenza di condizioni meteo-climatiche non estreme;
- ✓ I valori di danno espressi in €/ha sono nettamente superiori per la siccità, ma significativi anche per brinate-gelate, tra l'altro con valori massimi negli stessi anni delle siccità del 2003, 2012 e 2017, fenomeno da associare all'alternanza/compresenza di siccità prolungata ed eventi estremi (nel 2003 si ha anche il picco di danno delle piogge alluvionali);
- ✓ I danni riconosciuti sulle strutture aziendali presentano un'incidenza nettamente minore, ma sono costantemente presenti negli anni e dovuti in gran parte alle piogge persistenti e alluvionali e all'eccesso di neve, eventi che più incidono sulle strutture e che si ripresentano praticamente tutti

gli anni nel territorio nazionale; lo stesso pattern presentano i danni alle infrastrutture connesse alle attività agricole, ma con valori assoluti e di incidenza sulla SAU inferiori.

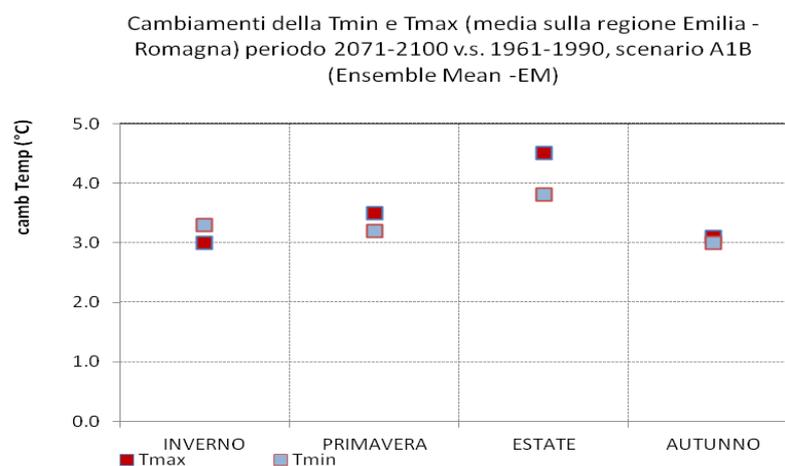
Nel futuro sviluppo delle analisi sarà necessario aggiornare in termini temporali e declinare rispetto al contesto regionale tali profili di analisi. Ciò presuppone l'acquisizione e l'elaborazione dei dati ricavabili dalle declaratorie annualmente inviate dalla Regione al MIPAAF.

4.2.3 I cambiamenti climatici futuri, l'impatto sui settori agricolo e forestale e le azioni di adattamento in atto.

La valutazione dei **cambiamenti climatici futuri in Emilia-Romagna** proposta nella Strategia regionale è affidata a modelli⁵ ed offre indicazioni che, seppur in condizioni di incertezza, sono funzionali all'analisi dei rischi per i diversi settore socioeconomici e quindi alla definizione delle azioni di adattamento.

Relativamente alla **temperatura** per il periodo 2021-2050, rispetto al periodo 1961-90 (figura 5) si prospetta l'aumento dei valori medi regionali sia minimi, sia massimi di circa 1.5° C in inverno, primavera e autunno e di circa 2.5°C in estate; tali aumenti potranno diventare molto più intensi nel periodo 2071- 2100. Lo spostamento verso l'alto riguarda non solo i valori medi ma anche i valori estremi di temperatura, in particolare nella stagione estiva, con aumento delle "onde di calore" e delle cd. "notti tropicali" (con temperatura minima superiore a 20 °C).

FIGURA 5. PROIEZIONI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO DELLA TMIN E TMAX SUL PERIODO 2071-2100 V.S. 1961-1990, scenario A1B (medie regionali). I risultati rappresentano l'Ensemble Mean (media dei 6 GCMs)



Fonte: Regione Emilia-Romagna - *Strategia di mitigazione e di adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna - 2018*

Le proiezioni per il periodo 2021-2050 e per lo scenario RCP4.5 mostrano segnali simili a quelli riportati per il livello nazionale, ovvero: a) un aumento delle temperature minime in tutte le stagioni, con un

⁵ Nella Strategia regionale le proiezioni sui cambiamenti climatici futuri si basano sulla regionalizzazione statistica applicata sia alla media dei 6 Modelli globali (*Esemble means*) dell'IPCC, con principale riferimento allo scenario A1B (IPCC-AR4, 2007), sia alle uscite di un solo modello globale (CMCC-CM), in riferimento ai nuovi scenari emissivi (RCP4.5 e RCP8.5) utilizzati nell'ultimo rapporto IPCC (AR5, 2013). Lo scenario A1B, simile a quello RCP 4.5, è caratterizzato da crescita economica molto rapida, popolazione mondiale con massimo a metà secolo per poi declinare, rapida introduzione di tecnologie nuove e più efficienti, equilibrio tra le diverse fonti energetiche.

valore medio regionale di circa 1.5 °C, leggermente più alto durante l'estate; b) un aumento della temperatura massima in tutte le stagioni, più intenso durante l'estate (circa 2.5°C), seguita dalla primavera (circa 2°C), inverno e autunno (1.5°C).

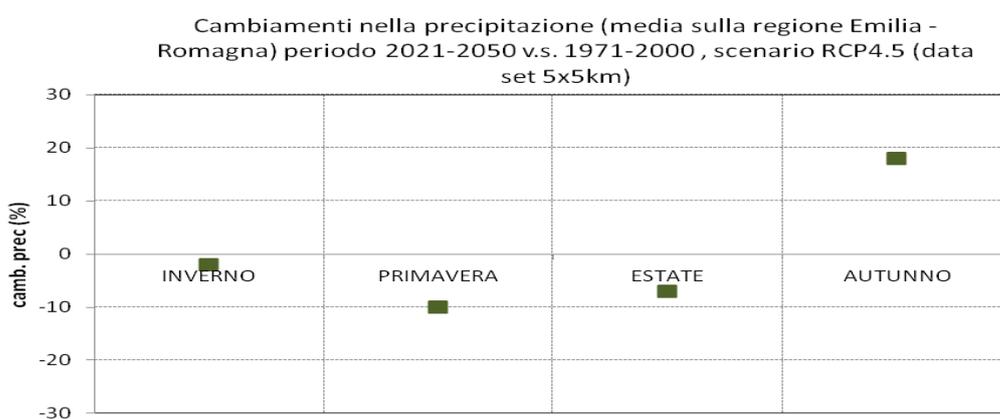
Le stime sulle variazioni future delle **precipitazioni** indicano cambiamenti meno intensi e più articolati. In Emilia-Romagna – come nelle altre regioni settentrionali – per il periodo 2021-2050 rispetto al 1971-1990 si prevede (sempre per lo scenario emissivo A1B): un lieve incremento delle precipitazioni durante l'inverno (+5%) più marcato in pianura rispetto alle aree montane; la diminuzione di circa il 10% in primavera-estate; un probabile aumento di circa il 20% per l'autunno.

Applicando il modello CMCC-CM allo scenario RCP 4.5, le proiezioni sull'Emilia-Romagna mostrano una possibile diminuzione delle precipitazioni primaverile ed estive (media regionale di circa il 10%) per il periodo 2021-2050 rispetto al 1971-1990 e un probabile aumento di circa il 20% per l'autunno (media regionale).

Per quanto riguarda la stagione invernale la configurazione è più complessa, anche se non significativa, con un aumento nella pianura e una diminuzione sull'Appennino (5%).

La figura 6 rappresenta i cambiamenti a livello regionale per le precipitazioni stagionali. Un segnale simile è stato trovato nell'ambito dello scenario emissivo RCP 8.5, leggermente più alto per la stagione autunnale dove l'aumento previsto è di circa 25-30%.

FIGURA 6. PROIEZIONI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO NELLE PRECIPITAZIONI IN EMILIA-ROMAGNA, tecniche statistiche applicate al modello globale CMCC-CM



Fonte: Regione Emilia-Romagna - Strategia di mitigazione e di adattamento per i cambiamenti climatici della regione Emilia-Romagna - 2018

In sintesi, **il cambiamento climatico previsto nella regione** rispetto al periodo di riferimento, in analogia a quello dell'intera penisola, si caratterizza per l'aumento significativo della temperatura media stagionale e la riduzione delle precipitazioni, lieve nelle medie annuali ma più intensa in estate.

Le proiezioni indicano anche un sostanziale cambiamento della variabilità inter-annuale delle due grandezze meteo-climatiche. In particolare, l'aumento della variabilità estiva della temperatura e dei suoi valori massimi indica un aumento considerevole della probabilità di ondate di calore. Ugualmente, la precipitazione mostra un cambio nei regimi, con un aumento degli eventi intensi, a dispetto della generale diminuzione dei valori medi stagionali. Inoltre, i cambiamenti di precipitazione associati a quelli di temperatura ed evaporazione determinano un probabile significativo aumento degli eventi siccitosi.

Come indicato nel PNACC (in particolare nel suo Allegato 3) tali variazioni climatiche attese per il futuro determineranno significativi **impatti sullo sviluppo dei settori agricolo e forestale e le sue dinamiche produttive**, soprattutto in areali altamente vulnerabili come quello mediterraneo. Gli agrosistemi saranno soggetti a variazioni in termini di durata del ciclo fenologico, produttività e potenziale spostamento degli areali di coltivazione tipici (verso nord e quote più elevate), con risposte differenti in intensità e segnale a seconda della specie e delle aree geografiche.

Preliminarmente alla valutazione degli impatti dei CC sulla capacità produttiva del sistema agricolo e forestale regionale appare utile (per meglio comprenderne l'origine) richiamare **gli effetti di tali cambiamenti sui processi biofisici degli agrosistemi**, come in sintesi rappresentato nel seguente quadro, elaborato sulla base delle indicazioni scientifiche ricavabili in Castellari et al. (2014)⁶ al quale si rimanda per approfondimenti e riferimenti bibliografici) e relative al contesto nazionale.

I fattori di cambiamento climatico	Le risposte biofisiche degli agro-ecosistemi
<p>Aumento della concentrazione di CO₂ e incremento della temperatura</p>	<p>La maggiore concentrazione di CO₂ determina un aumento nella fotosintesi, con lo sviluppo di piante più vigorose e rese più alte, in particolare nelle piante C3 che comprendono la maggior parte dei cereali, dei legumi, delle colture foraggere e delle piante da frutto. La risposta è invece meno marcata nelle piante C4 (mais, sorgo, miglio, canna da zucchero, ecc.), con un processo fotosintetico più efficiente. In entrambe, le piante riducono il consumo di acqua per traspirazione grazie alla parziale chiusura degli stomi, con una migliore efficienza nell'uso dell'acqua (produzione per l'unità di acqua consumata),</p> <p>In un clima relativamente caldo come quello italiano, l'aumento delle temperature potrà determinare una diminuzione produttiva (riduzione accumulo di biomassa e quindi delle rese) per le principali colture agricole a causa di un aumento della respirazione e di una riduzione del periodo vegetativo (nelle specie a ciclo determinato) causata dall'aumento della velocità dello sviluppo fenologico. Nel contempo, l'aumento delle temperature potrà favorire lo svilupparsi di condizioni termiche ottimali per la coltivazione, anche a latitudini e quote più alte, di specie tipicamente mediterranee (es. olivo, vite, frumento duro).</p> <p>L'aumento della temperatura ha effetti diretti sulla fisiologia e sul comportamento degli animali allevati, in relazione al superamento o meno dell'intervallo di confort, variabile tra le specie e le razze, al di fuori del quale si avviano meccanismi fisiologici e comportamentali di difesa, generalmente deprimenti il metabolismo con effetti negativi sulla produzione e riproduzione.</p>
<p>Minore Disponibilità di acqua</p>	<p>La capacità produttiva delle colture agricole nella regione mediterranea è fortemente condizionata, ancor più che dalle temperature, dalla quantità di acqua disponibile nel suolo. La sostanziale diminuzione delle risorse idriche per variazioni nella stagionalità delle precipitazioni e loro variabilità inter-annuale, hanno effetti sulla quantità e la qualità delle produzioni delle colture e sulla scelta delle specie e delle varietà che sarà possibile coltivare.</p> <p>La carenza di acqua durante le fasi di sviluppo come la fioritura, l'impollinazione e il riempimento del frutto potrà ridurre la produttività soprattutto per le colture estive. L'aumento di traspirazione dalle piante e di evaporazione dal terreno, aumenteranno la quantità di acqua da somministrare con l'irrigazione o, più probabilmente, l'esigenza di introdurre varietà con maggiore tolleranza allo stress idrico.</p>

⁶ MATTM – Castellari et al. *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia -2014.*

I fattori di cambiamento climatico	Le risposte biofisiche degli agro-ecosistemi
	Si aggiungono problemi di ordine sociale ed economico: l'aumento della domanda di acqua per irrigazione potrà acuire la competizione con altri settori (es. uso urbano e industriale) e con le esigenze di tutela ambientale; inoltre, l'abbassamento delle falde renderà la pratica dell'irrigazione più costosa e inquinante da un punto di vista energetico.
Variabilità climatica	Oltre all'impatto causato dalle variazioni medie del clima, le colture agricole risentiranno in modo forse ancora più accentuato dei previsti aumenti di frequenza di eventi climatici estremi come le ondate termiche, le piogge di forte intensità, i periodi siccitosi. Es: ritorni di freddo durante la fase di ripresa vegetativa, ondate di calore durante la fase di impollinazione, periodi siccitosi durante la fase di riempimento dei frutti.
Fertilità del terreno ed erosione	<p>L'aumento della temperatura potrà accelerare la decomposizione naturale della sostanza organica, con possibile effetto (indiretto) di incremento degli apporti di fertilizzanti e accentuazione delle perdite per lisciviazione (effetti sulla qualità delle acque).</p> <p>I cicli biologici del carbonio, dell'azoto, del fosforo, del potassio e dello zolfo nel sistema terreno-pianta-atmosfera saranno ugualmente accelerati in presenza di un riscaldamento, causando possibili aumenti delle emissioni di gas serra come N₂O e CO². Anche l'azoto messo a disposizione delle piante attraverso la fissazione simbiotica dell'azoto-batteri potrà aumentare in presenza di temperature e livelli di concentrazioni di CO² più alti, sempre che l'umidità del suolo non costituisca un fattore limitante. La riduzione delle precipitazioni, infatti, potrà portare ad una riduzione dell'umidità del suolo, condizionante lo sviluppo delle radici e la decomposizione della materia organica, con aumenti dei rischi di erosione, accentuati anche dall'aumento di eventi piovosi più intensi.</p>
Fitopatie e infestanti	<p>La variazione degli areali di coltivazione di alcune specie agricole potrà determinare una diversa diffusione delle fitopatie, in particolare l'azione di funghi, batteri e virus. Gli insetti parassiti saranno, invece, maggiormente influenzati dalle variazioni termiche, in aumento e quindi favorevoli a quelli dei climi caldi. I periodi di crescita più lunghi permetteranno a molte specie di insetti di completare un numero maggiore di cicli riproduttivi durante la primavera, l'estate e l'autunno. Le temperature invernali più calde potranno anche permettere alle larve di superare l'inverno nelle zone dove ora sono limitate dal freddo, causando infestazioni più estese durante la successiva stagione di crescita delle colture. Le infestanti saranno influenzate oltre che dai CC anche direttamente dall'aumento della concentrazione atmosferica di CO₂, e ciò potrà causare un'alterazione delle interazioni competitive infestante-coltura, con vantaggi a favore delle une o delle altre. In generale, il controllo delle fitopatie e delle infestanti – quindi l'utilizzazione e l'efficacia dei prodotti fito-sanitari e diserbanti - potrà essere influenzato da questi cambiamenti.</p> <p>Infine, l'incremento delle temperature potrà favorire la diffusione di malattie del bestiame attraverso: (i) la riproduzione e diffusione di insetti, (ii) la sopravvivenza invernale dei virus; (iii) il miglioramento delle condizioni per la diffusione di nuovi insetti, attualmente limitata dalle basse temperature</p>

L'**analisi del rischio** associata a tali cambiamenti climatici si basa sulla valutazione delle sue diverse componenti, così come definite dal Quinto Rapporto di Valutazione dell'IPCC (AR5 IPCC, 2014): a) la pericolosità (*hazard*), b) l'esposizione (*exposure*) e c) la vulnerabilità (*vulnerability*)⁷.

In generale, **le vulnerabilità regionali rispetto al cambiamento climatico** sono connesse sia alle specifiche caratteristiche naturali del territorio, sia agli aspetti dell'antropizzazione. In particolare, risultano determinanti la suscettibilità e la resilienza dei diversi settori alle variazioni delle grandezze climatiche, e frequentemente molto importanti sono le interrelazioni fra i diversi settori, come ad esempio fra acqua e agricoltura, fra qualità dell'aria e salute umana, ecc.

In tema di vulnerabilità, la maggior parte del territorio dell'Emilia-Romagna si trova nella regione geografica che la Strategia Nazionale di Adattamento ai CC ha inquadrato nel caso speciale del **Distretto Idrografico del Fiume Po**, il bacino più importante a livello nazionale e valutato come estremamente vulnerabile alle variazioni indotte dai CC, nonostante l'abbondanza delle risorse idriche. Tali cambiamenti potrebbero alterare la distribuzione stagionale e la variabilità delle precipitazioni, la riduzione dell'estensione e del volume dei ghiacciai alpini, inducendo consistenti variazioni dei deflussi idrici. Lo studio delle serie storiche nel bacino conferma questa tendenza. Di contro, a seguito del progressivo sviluppo economico e tecnologico, l'uso idrico ha registrato un consistente aumento e a partire dal 2003 il bacino del Po si caratterizza per frequenti condizioni di insufficienza idrica rispetto alla domanda, determinate anche dal clima più arido (Castellari S. et al., 2014)⁸.

Pertanto, anche in Emilia-Romagna, incluso il restante territorio non ricadente nel bacino padano, **il maggiore impatto del cambiamento è relativo al ciclo dell'acqua**, ovvero alla maggiore frequenza ed intensità degli eventi estremi meteo-climatici e alla variazione della disponibilità idrica media annuale. La prospettiva di un potenziale significativo **incremento della domanda, in particolare per il settore irriguo**, a fronte di una minore disponibilità di risorsa a condizioni infrastrutturali invariate porterà, da un lato, al non soddisfacimento dei fabbisogni idrici, dall'altro, all'accentuazione di **problematiche ambientali**, come la minore qualità ecologica e chimica dei corpi idrici superficiali, per ridotta diluizione degli inquinanti, e la subsidenza indotta dallo squilibrio tra prelievi e ricarica di falda. Il deficit idrico causerebbe una rarefazione degli ambienti di acqua dolce e una loro eutrofizzazione, con criticità per ecosistemi ospitati e soprattutto per le specie più sensibili.

Nell'ambito di tale quadro di riferimento generale, la Strategia regionale individua **i principali rischi derivanti dai cambiamenti climatici sui settori agricolo e forestale**, in larga misura coerenti – costituendone in sostanza una contestualizzazione a livello regionale – con gli impatti sui settori definiti per il livello nazionale nel PNACC e nel citato studio preliminare di Castellati et al. . Di seguito, si propone una sintesi dei suddetti rischi/impatti dei CC in Emilia-Romagna, articolata per sistema/ tipi di produzione.

❖ **Sistema agricolo regionale**

⁷ La pericolosità è definita come: "il potenziale verificarsi di un evento fisico, trend o impatto indotto da fattori umani o naturali, suscettibile di causare danni". L'esposizione è valutata in base alla presenza di persone, mezzi di sostentamento, specie o ecosistemi, attività ambientali, servizi e risorse, infrastrutture, beni economici sociali e culturali, nei luoghi e nelle posizioni che potrebbero essere negativamente colpiti. La vulnerabilità è la propensione o predisposizione di un sistema ad essere colpito negativamente; essa comprende una varietà di concetti ed elementi, che includono la sensitività o suscettibilità al danno e la capacità di adattamento.

⁸ Castellari S. et al. (a cura di.) (2014). *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

La variazione delle rese nelle **colture erbacee** sarà influenzata dalla combinazione tra *l'effetto generalmente negativo delle modifiche climatiche* riguardo alle precipitazioni (in lieve riduzione e diversa distribuzione) e alle temperature (in aumento) e l'effetto solo in parte compensativo dell'aumento della fotosintesi indotta da un incremento della concentrazione di CO₂. L'impatto principale sul sistema agricolo sarà legato alla *modificazione delle condizioni climatiche tardo primaverili ed estive*, periodi nei quali più frequentemente si determineranno un incremento dell'evapotraspirazione e del conseguente fabbisogno irriguo, di sempre più difficile soddisfacimento, sia per una disponibilità della risorsa a livello regionale complessivamente non elevata, sia per le alte perdite nel sistema di distribuzione. Su tale aspetto, da segnalare tuttavia la relativamente (al contesto nazionale) ampia diffusione dei sistemi irrigui aziendali ad elevata efficienza e di sistemi moderni di "consiglio irriguo" (es IRRINET).

Le analisi a livello nazionale e la Strategia regionale concordano nell'individuare nelle attuali *colture primaverili-estive*, in particolari irrigue (es. mais) le più soggette a riduzioni anche significative di rese, soprattutto nell'area padana e come già sperimentato durante gli eventi siccitosi del 2003 e del 2012. Criticità sono attese ugualmente nelle colture meno idro-esigenti (es. sorgo, soia, girasole) per le quali aumenterà la necessità di irrigazioni di soccorso. Anche *i cereali autunno-vernini* quali il frumento – seppur meno suscettibili grazie a loro ciclo e ai maggiori benefici derivanti dall'aumento di concentrazione della CO₂ – rientrano tra quelle vulnerabili per aumento dei possibili fenomeni di "stretta" nelle fasi di accrescimento.

Nelle **colture arboree** l'aumento delle temperature, con una concomitante riduzione delle disponibilità idrica, può condurre ad una precoce ripresa vegetativa, all'anticipo della data di fioritura e ad un successivo accorciamento del periodo di crescita, con conseguente maturazione anticipata dei frutti e una loro minore dimensione. Le specie e varietà a raccolta tardiva appaiono più penalizzate rispetto a quelle a raccolta più precoce. Si evidenzia, nel PNCAA, la particolare vulnerabilità delle colture arboree in quanto a fronte degli elevati costi di impianto e del tardo raggiungimento della maturità produttiva, eventuali condizioni climatiche non favorevoli potrebbero comportare perdite più elevate rispetto alle coltivazioni erbacee. Inoltre, i CC potranno determinare, soprattutto nelle colture arboree, una variazione dell'estensione e della localizzazione delle aree e la necessità di modifiche nelle varietà coltivate e nella gestione stessa delle coltivazioni. Ciò può accrescere le difficoltà di applicazione dei disciplinari produttivi di qualità (DOP, IGP, IGT) e/o l'esigenza di un loro adeguamento.

L'insieme delle coltivazioni, ma in particolare le **colture frutticole e orticole regionali**, si presentano molto vulnerabili al previsto incremento della variabilità climatica e dei fenomeni climatici estremi, quali le alte temperature e radiazioni estive e scottature e le gelate tardive a seguito di inverni miti, con danni fisiologici e riduzione delle qualità organolettiche.

Gli eventi pluviometrici intensi, con il dilavamento, e le alte temperature – soprattutto se associate a pratiche agronomiche non conservative – predispongono al **degrado del suolo**, con decremento della sostanza organica, accentuazione dei fenomeni erosivi, fino al potenziale innesco di veri e propri processi di desertificazione. Soprattutto nei suoli degradati, ricchi di argilla e limo e basso contenuto di sostanza organica, la distribuzione critica delle piogge comporta una *riduzione dei giorni utili per le lavorazioni* del terreno, con rischi di ulteriori peggioramenti qualitativi e/o aumento delle relative spese energetiche.

Relativamente alla **produzione zootecnica** i principali effetti diretti del CC sono quelli che le elevate temperature (oltre all'umidità relativa, alla radiazione solare e alla ventosità) hanno sulla fisiologia e

sul comportamento e benessere degli animali. Il maggior rischio di stress da caldo⁹ durante il periodo estivo ha interferenze negative sulla quantità e sulla qualità del latte e delle carni e di conseguenza su quella dei prodotti tipici di filiera regionali. Note sono anche le associazioni tra lo stress da caldo e la comparsa di malattie (infettive, metaboliche, etc.). Gli effetti indiretti sono quelli che i fattori meteorologici - in particolare la piovosità - esercitano sulla crescita e la qualità dei pascoli e delle colture foraggere, cerealicole (es. mais) e di proteaginoso, nonché sulla disponibilità di acqua e sulla sopravvivenza di agenti patogeni e/o dei loro vettori. Infine, si evidenzia come la riduzione dell'efficienza produttiva causata dai CC determinerà una maggiore intensità di emissione dei gas serra per unità di prodotto.

La vulnerabilità del sistema agricolo regionale a tali effetti varia in funzione di numerosi fattori, tra i quali il livello di intensità e la specializzazione produttiva, rappresentando soprattutto quest'ultima un probabile vincolo che ne potrà ridurre il grado di resilienza ai cambiamenti climatici.

❖ **Sistema forestale regionale**

I principali rischi legati all'incremento delle temperature e alla maggiore intensità dei fenomeni estremi, quali precipitazioni intense, onde di calore e siccità prolungate, sono la riduzione dei tassi di crescita, la perdita di biodiversità, la maggiore frequenza degli incendi (per incremento della temperatura media e della siccità estiva) l'incremento dei processi di erosione del suolo e i danni alle attività agroforestali. Le alterazioni compromettono in definitiva la funzionalità e i servizi eco-sistemici che il sistema forestale offre.

Si evidenzia, inoltre, come lo stesso incremento delle superfici boschive associato alla tendenza all'abbandono dei terreni coltivati e delle pratiche di gestione dei boschi, riduca la resilienza del sistema e aumenti i rischi di dissesto idrogeologico. Fenomeno quest'ultimo accentuato dall'aumento degli eventi estremi. Ciò porterà alla variazione delle caratteristiche, alla riduzione o perdita degli habitat, alla diminuzione della biodiversità e alla modifica della composizione delle popolazioni vegetali e animali, con la diffusione di specie invasive.

In sintesi, i cambiamenti climatici potranno determinare, **per il settore agricolo e forestale i seguenti pericoli**: diminuzione della qualità e quantità delle risorse idriche e aumento delle richieste irrigue con maggiori rischi di mancato soddisfacimento dei fabbisogni idrici; diminuzione della sostanza organica e della fertilità dei suoli, con maggiori rischi di degrado del suolo e innesco di processi di desertificazione; alterazione dei cicli di sviluppo (fenologia) delle colture; aumento della pressione parassitaria; riduzione del benessere animale; aumento dei rischi di incendi boschivi; aumento degli eventi meteorologici estremi e dei danni da essi provocati; maggiore complessità tecnica nella gestione delle coltivazioni e degli allevamenti

Tali pericoli potranno essere causa di *maggiori costi e rischi di impresa* ovvero decrementi quantitativi delle produzioni agro-zootecniche. In tale quadro è inoltre prevedibile un *aumento della complessità tecnica e gestionale delle coltivazioni e degli allevamenti*, con conseguente accrescimento della domanda di formazione, consulenza e assistenza da parte degli operatori del settore.

⁹ Il livello di disagio generato dal caldo sugli animali allevati viene misurato con l'indice bioclimatico *temperature humidity index* (THI) che esprime simultaneamente l'effetto combinato della temperatura e dell'umidità relativa. Numerosi studi, riportati nel Piano Nazionale Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC) versione del 2018, evidenziano, nei bovini, la correlazione positiva tra tale indice e la produzione di latte, le sue caratteristiche qualitative, le performance riproduttive.

La “risposta” del sistema regionale ai rischi derivanti dal cambiamento climatico, si concretizza nelle **azioni di adattamento** già in atto (richiamate nella Strategia regionale) nell’ambito della pianificazione regionale in tema di tutela delle risorse idriche e del territorio (Piani di Gestione distretti idrografici, Piano tutela delle acque, Piano di gestione rischi e alluvioni, PTCP, PAI) integrate con le azioni di adattamento specifiche per il settore agricolo e forestale, attuate nell’ambito del PSR, del Greening, della Condizionalità, dei Piani Operativi dell’OCM, del Piano Forestale Regionale.

In termini più generali, si segnala la presenza nella regione di un sistema della conoscenza consolidato, al quale concorrono oltre all’Amministrazione regionale, enti pubblici, organismi associativi, professionisti, aziende in grado di mettere a punto l’innovazione e trasferire le informazioni e la diffusione di tecniche di mitigazione/adattamento ai cambiamenti climatici. Si ricorda, in tale ambito, il **Forum regionale sui cambiamenti climatici**, istituito nel 2019, finalizzato a creare un luogo di dialogo e scambio informativo permanente tra Regione, Amministrazioni locali, settori produttivi e cittadini. Si aggiunge l’**Osservatorio regionale degli scenari di cambiamento climatico**, gestito da ARPAE avente il compito di monitorare e documentare i cambiamenti climatici in atto, elaborare gli scenari climatici futuri e i relativi impatti, svolgere l’analisi di scenario delle specifiche opzioni di intervento per i piani regionali integrati di settore, promuovere e partecipare a progetti di ricerca, cooperare alla redazione e alla valutazione dei piani e programmi regionali e locali per la mitigazione e l’adattamento ai cambiamenti climatici. In tale contesto sono state prodotte le Schede di Proiezione Climatica 2021-2050 per 8 Aree Omogenee regionali, riportanti i risultati dello studio climatologico sulle proiezioni di temperatura e precipitazioni, campi medi ed eventi estremi, strumento informativo a disposizione dei Comuni e Unioni di Comuni.

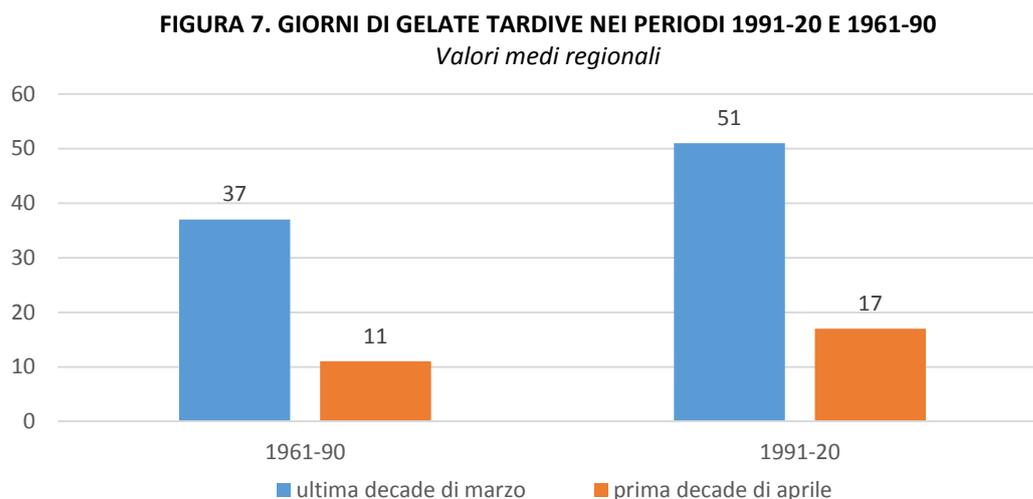
Si segnala, inoltre, che la Regione Emilia-Romagna e ARPAE sono stati partner del **progetto europeo Horizon 2020 CLARA**, avente gli obiettivi principali di: (i) analizzare e dimostrare il valore economico e sociale delle previsioni climatiche a breve e lungo termine e confermare i conseguenti benefici diretti e indiretti per gli utenti finali; (ii) sviluppare ulteriormente i **servizi climatici** (*climate services*) esistenti i quali offrono a soggetti pubblici e privati informazioni utili sui fenomeni legati al cambiamento climatico, che impattano in modo più o meno urgente o progressivo sulla loro attività o sul loro ambito locale. Si tratta, ad esempio, di possibili alluvioni, allagamenti, disponibilità di acqua per irrigazione o per altri usi, qualità dell’aria

A fronte di tali potenzialità, il diffuso buon livello di conoscenze tecnico-scientifiche degli operatori e la propensione all’innovazione dell’intero sistema territoriale e agricolo, appaiono requisiti predisponenti alla diffusione di tecniche produttive di mitigazione/adattamento ai CC. Maggiori difficoltà nell’accesso al sistema della conoscenza si confermano, invece, nelle aree marginali, caratterizzate dall’invecchiamento della popolazione, dalla presenza di aziende agricole di dimensioni medio-piccole, con ridotti investimenti in capitale umano.

4.2.4 Gelate tardive

Tra i principali fattori di danno alla produzione agricola, in particolare quella frutticola, derivanti dal cambiamento climatico in atto, vi è l'aumento delle "gelate tardive" nel periodo primaverile. Soprattutto a seguito di inverni miti¹⁰ - con risveglio vegetativo e fasi fenologiche anticipate - l'abbassamento della temperatura al di sotto degli 0 °C determina il congelamento dell'acqua all'interno delle cellule o negli spazi intracellulari degli organi riproduttivi delle piante, producendo rotture delle membrane e disidratazione dei tessuti. Come illustrato nelle seguenti figura 7 e tavola 4 i valori medi regionali (comprendenti quelli delle aree montane) dei giorni con temperatura al di sotto degli 0°C nell'ultima decade di marzo e nella prima di aprile, rispettivamente 37 e 13 nel trentennio 1961-90, crescono a 51 e 17 nel trentennio 1991-2020. Considerando l'insieme delle due decadi si verifica pertanto tra i due periodi un incremento in giorni del 36% (da 50 a 68 giorni) che sale al 41% per la soglia di temperatura di -1 °C e al 53% per quella a -2 °C.

Nella stessa tavola 4 sono riportati i valori minimi e massimi di giorni con gelate nelle aree regionali di pianura e collina, dove si localizza larga parte della produzione frutticola, ricavati in base alle mappe prodotte da ARPAE (Struttura IdroMeteoClima), dai quali ugualmente si evidenzia l'incremento dei valori nell'ultimo trentennio rispetto al precedente.



Fonti: elaborazione dei dati tratti da ARPAE - Struttura Idro-Meteo-Clima - Gelate tardive in Emilia-Romagna, due periodi climatici a confronto: 1991-2020 rispetto al 1961-1990 - bozza_08072020

¹⁰ La temperatura media dell'inverno (periodo dicembre-febbraio) in Emilia-Romagna è aumentata di 1 °C passando dai 2,7 °C del trentennio 1961-1990 ai 3,7 °C di quello 1991-2020. Nel clima recente, in particolare dal 2007 al 2020, sono stati raggiunti i valori in assoluto più elevati, con quattro inverni oltre i 5 °C e due, il 2007 ed il 2020, con temperature medie di circa 6 °C. (Estratto da ARPAE - Struttura IdroMeteoClima - Gelate tardive in Emilia-Romagna, due periodi climatici a confronto: 1991-2020 rispetto al 1961-1990 - bozza_08072020).

TAVOLA 4 - GIORNI DI GELATE TARDIVE NEI PERIODI 1991-20 E 1961-90

Valori medi regionali - Variazioni tra valori minimi e massimi- Differenze tra valori medi

Periodo delle Gelate e temperature		n. gg nel trentennio 1991-2020		n. gg nel trentennio 1961-1990		Differenze dei valori medi tra 1991-20 e 1961-90
ultima decade di marzo	media su intera regione (*)	Variazione del numero di giorni in pianura e collina (**)	media su intera regione (*)	Variazione del numero di giorni in pianura e collina (*)		
gg. tmin < 0°C	51	20 – 50	37	10 - 30	14	
gg. tmin < -1 °C	32	10 – 30	21	0 – 10	11	
gg. tmin < -2 °C	18	5 – 20	11	0 – 0	7	
		n. gg nel periodo 1991-20		n. gg nel periodo 1961-90		Differenze dei valori medi tra 1991-20 e 1961-90
prima decade di aprile	media (*)	Variazione del numero di giorni (**)	media (*)	Variazione del numero di giorni (*)		
gg. tmin < 0°C	17	5 – 20	13	2 – 5	4	
gg. tmin < -1 °C	9	2 – 5	7	0 – 2	2	
gg. tmin < -2 °C	5	0 – 5	4	0 – 2	1	

(*): valore medio nell'intera regione – (**): valori minimi e massimi nelle aree regionali di pianura e collina

Fonti: ARPAE - *Struttura Idro-Meteo-Clima - Gelate tardive in Emilia-Romagna, due periodi climatici a confronto: 1991-2020 rispetto al 1961-1990 – documento in bozza_08072020*

4.3 Le emissioni di gas ad effetto serra

Il contesto normativo e gli obiettivi di riduzione dei GHG

La questione dei cambiamenti climatici assume piena rilevanza a livello internazionale con la ratifica del Protocollo di Kyoto. In Italia il protocollo è recepito con la legge 120/2002 e attuato con la Delibera CIPE n.123/2002.

Il protocollo coinvolge in pieno il settore agro-forestale e punta a valorizzare il suo potenziale contributo per il raggiungimento dell'obiettivo nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra. La delibera CIPE è stata aggiornata nel corso del 2007 prendendo a riferimento i valori di emissione del 1990, che diventano i valori *baseline* sui quali calcolare i *target* previsti dall'accordo di Kyoto.

Nel marzo 2007 il Consiglio europeo ha lanciato una strategia comune sulle fonti rinnovabili, l'efficienza energetica e le emissioni di gas serra, coniugando le politiche per la lotta ai cambiamenti climatici e le politiche energetiche. **La strategia "20-20 entro il 2020"** ha stabilito per l'Unione Europea tre ambiziosi obiettivi da raggiungere:

- riduzione dei gas ad effetto serra del 20%, rispetto ai livelli del 1990;
- produzione di energia da fonti rinnovabili pari al 20% dei consumi energetici europei;
- riduzione dei consumi energetici del 20%.

la Decisione 406/2009/CE (Effort Sharing Decision, ESD) concerne gli sforzi degli Stati membri per rispettare gli impegni comunitari di riduzione delle emissioni di gas-serra entro il 2020. La decisione assegna all'Italia l'obiettivo di **riduzione delle emissioni del 13% al 2020 rispetto alle emissioni 2005** per tutti i settori non coperti dal sistema ETS (Emission Trading), ovvero piccola-media industria, trasporti, civile, agricoltura e rifiuti.

Per gli altri due obiettivi sull'energia si rimanda al capitolo seguente.

Il 22 aprile 2016 è stato ratificato **l'accordo universale sul clima di Parigi**. In tale accordo viene riconosciuta, per la prima volta a livello mondiale, la priorità che le sfide climatiche avranno nelle politiche di sviluppo.

Nel 2018, è stato presentato dalla Commissione Europea il **Regolamento Effort Sharing (ESR)** (842/2018/EC), ovvero la suddivisione tra gli Stati Membri dell'obiettivo comunitario di riduzione delle emissioni di gas serra del 40% entro il 2030 rispetto al 2005. L'obiettivo europeo al 2030 è stato scomposto in due parti: da una parte un obiettivo di riduzione delle emissioni per i grandi impianti industriali che ricadono nell'Emission Trading Europeo (EU-ETS: centrali elettriche, cementerie, acciaierie, raffinerie, ecc.), dall'altra un **obiettivo di** emissioni del -30% rispetto **al 2005** degli altri settori (chiamati **non-ETS**: emissioni da riscaldamento edifici, trasporti, emissioni non CO2 da **agricoltura**, rifiuti, piccola-media industria, ecc.).

Il 30 maggio 2018 è stato presentato il Reg (Ue) 2018/841¹¹ per il **settore LULUCF** (Land Use, Land Use Change and Forestry) che include le variazioni degli usi del suolo agricolo e forestale e del loro management (tranne le emissioni di CH4 e N2O del settore agricoltura).

¹¹ Relativo all'inclusione delle emissioni e degli assorbimenti di gas a effetto serra risultanti dall'uso del suolo, dal cambiamento di uso del suolo e dalla silvicoltura nel quadro 2030 per il clima e l'energia, e recante modifica del regolamento (Ue) n. 525/2013 e della decisione n. 529/2013/Ue

Gli obiettivi al 2030, trasmessi dall'Unione Europea nell'ambito dell'Accordo di Parigi, sono:

- per il settore EU-ETS, riduzione del 43% complessivo rispetto alle emissioni del 2005;
- per il settore **non EU-ETS, riduzione del 30% rispetto alle emissioni del 2005;**
- per il settore **LULUCF** (Land Use, Land Use Change and Forestry), che include le emissioni e l'assorbimento di CO₂ nella gestione delle foreste, delle superfici agricole e dei pascoli e i cambiamenti di uso del suolo, prevede **la regola del "no debito"** cioè l'impegno di un bilancio del carbonio pari a zero.

Il **Regolamento Effort Sharing** (842/2018/EC) si riferisce alle sole emissioni derivanti dai settori non EU-ETS, e suddivide il -30% europeo fra gli Stati Membri, con obiettivi differenziati. Per l'Italia, il Regolamento prevede un **obiettivo di riduzione delle emissioni del -33% rispetto al 2005,**

La proposta include due nuove **forme di flessibilità** che dovrebbero facilitare il raggiungimento dei target:

1. la flessibilità ETS/ESD, che permette agli Stati Membri di utilizzare quote EU-ETS per coprire parte delle emissioni dei settori ESD (non-ETS).
2. la **flessibilità** di utilizzare crediti derivanti dal cosiddetto **settore LULUCF** per il raggiungimento degli obiettivi dell'Effort Sharing. L'utilizzo di questa flessibilità è limitato ad un tetto massimo di 280Mt CO₂ eq. a livello europeo (circa 0,5% delle emissioni del 1990), suddiviso tra gli Stati Membri sulla base dell'importanza relativa delle emissioni dal settore agricolo in ciascun paese. L'Italia, in cui il peso delle emissioni del settore agricolo non è particolarmente rilevante potrà trasferire una quota modesta di crediti (**14,5 milioni di tonnellate di CO₂ dal settore LULUCF ai settori non-ETS** nel corso dell'intero periodo di adempimento)

La contabilizzazione dei GHG dell'agricoltura

Attualmente la stima delle emissioni, secondo le metodologie approvate dall'UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) che seguono le linee guida messe a punto dall'International Panel on Climate Change (IPCC 2006), vengono conteggiate da tutti gli stati membri redigendo **l'inventario nazionale National Inventory Report-NIR**)¹² strumento deputato a contabilizzare le emissioni e gli assorbimenti di carbonio.

Le emissioni del settore agricolo, così come definite e riportate nell'inventario nazionale, considerano i seguenti comparti:

- emissioni di N₂O (protossido di azoto) dal suolo, ascrivibili principalmente all'utilizzo di concimi azotati;
- emissioni di CH₄ (metano) dovute alla fermentazione enterica;
- emissioni di CH₄ e di N₂O dovute alla gestione degli effluenti zootecnici;
- emissioni non-CO₂ (di CH₄ e di N₂O) legate ai processi di combustione delle stoppie e dei residui agricoli in generale.

¹² L'Inventario Nazionale (NIR) è redatto in Italia dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) nell'ambito del protocollo di Kyoto e del protocollo post-Kyoto.

Da osservare che nel contabilizzare le emissioni non vengono attribuiti all'agricoltura le emissioni di CO₂ dovuta ai **processi di combustione dei combustibili fossili** utilizzati dal settore, sia per il riscaldamento che per trazione o altre lavorazioni (es. processi di essiccamento)¹³.

A questi comparti di interesse agricolo si aggiungono quelli contenuti nel settore LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) il quale considera nel loro insieme tutti gli aspetti legati ai differenti usi del suolo e ai possibili sistemi di gestione dei terreni agro-forestali. Gli articoli 3.3 e 3.4 del Protocollo di Kyoto disciplinavano il settore LULUCF identificando rispettivamente le attività eleggibili obbligatorie (afforestazione, riforestazione e deforestazione) e quelle volontarie (gestione forestale, gestione agricola, gestione dei pascoli e rivegetazione). Tra le attività volontarie eleggibili, nell'ambito dell'art. 3.4, il Governo italiano aveva ritenuto opportuno contabilizzare i crediti derivanti dalla sola gestione forestale, escludendo tutte le attività agricole a causa delle incertezze sulle modalità di contabilizzazione.

A seguito della Dec. 529/13 entro il 2021 ogni stato membro è chiamato a presentare le stime preliminari per la contabilizzazione nell'Inventario Nazionale (NIR) delle emissioni e degli assorbimenti nei suoli e nelle biomasse dei gas serra nelle superfici agricole (*Cropland management*¹⁴) e nei pascoli (*Grassland management*¹⁵). Tali stime a partire dal 2021 diverranno vincolanti per ciascun stato membro e potranno tradursi in crediti di carbonio per quelle aziende più virtuose che accumulano più carbonio di quanto ne emettono.

Le emissioni a livello nazionale

Dal 1990 al 2017 il decremento delle emissioni nazionali di gas serra registrato è pari all'11,4% rispetto ai livelli del 1990, il cui valore era pari a 34,7 Mt CO₂ eq. Tale andamento è attribuibile a diversi fattori: contrazione del numero di capi allevati per alcune specie zootecniche, riduzione dell'uso di fertilizzanti azotati sintetici e diminuzione delle superfici e delle relative produzioni agricole.

Nel 2017, l'agricoltura in Italia è responsabile del 7,2% delle emissioni totali di gas serra, espressi in CO₂ eq., ed è pertanto la terza fonte di emissioni di gas serra dopo il settore energia (80,9%) e il settore processi industriali (7,7%) (figura 8).

Nel 2017, la categoria fermentazione enterica ha rappresentato il 46,2% delle emissioni dei gas serra di origine agricola, seguita dai suoli agricoli (27,2%), dalla gestione delle deiezioni (19,8%), dalla coltivazione del riso (5,3%), dall'applicazione al suolo di urea e calce (1,4%) e dalla combustione dei residui agricoli (0,1%) (figura 9).

Va comunque notato che il contributo dei suoli, pur se sempre elevato, si è ridotto nello stesso periodo, grazie a un minor uso di fertilizzanti azotati. Una riduzione consistente si è ottenuta anche nelle emissioni dovute alla fermentazione enterica (-12,4%) e alle deiezioni animali (-21,0%) poiché sono diminuiti i capi allevati, in particolare bovini e vacche da latte. Negli ultimi anni, inoltre, si è registrato

¹³ Nella proposta di Regolamento COM(2016) 482 final, le emissioni del settore trasporti per quanto concerne il consumo di carburante nelle macchine agricole verranno contabilizzate nell'agricoltura.

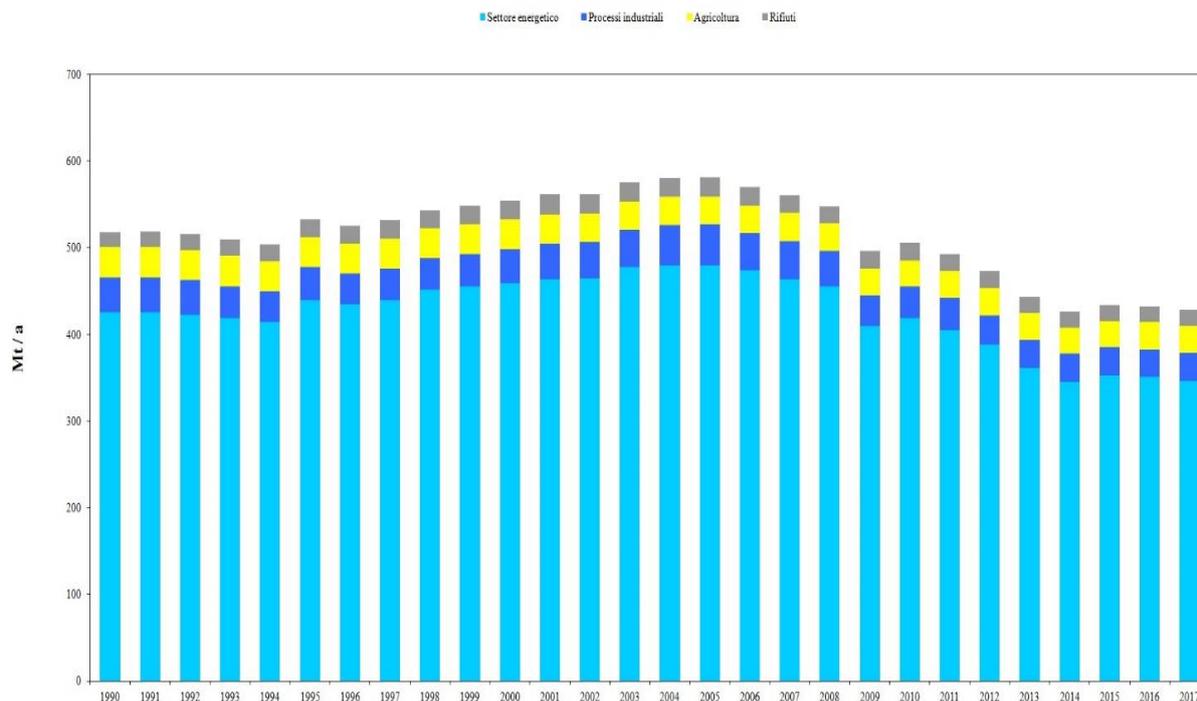
¹⁴ Per Gestione dei terreni agricoli si intende «ogni attività risultante da un sistema di pratiche applicabili a un terreno adibito a colture agricole e a un terreno ritirato dalla produzione o temporaneamente non adibito alla produzione di colture» (Dec. 529/2013/Ue art 2(1)).

¹⁵ Per Gestione dei pascoli si intende «ogni attività risultante da un sistema di pratiche applicabili ai terreni utilizzati per la produzione zootecnica e volta a controllare le quantità e il tipo di vegetazione e di animali prodotti» (Dec. 529/2013/Ue art 2(1)).

un incremento della produzione e raccolta di biogas dalle deiezioni animali a fini energetici, evitando emissioni di metano dallo stoccaggio delle stesse.

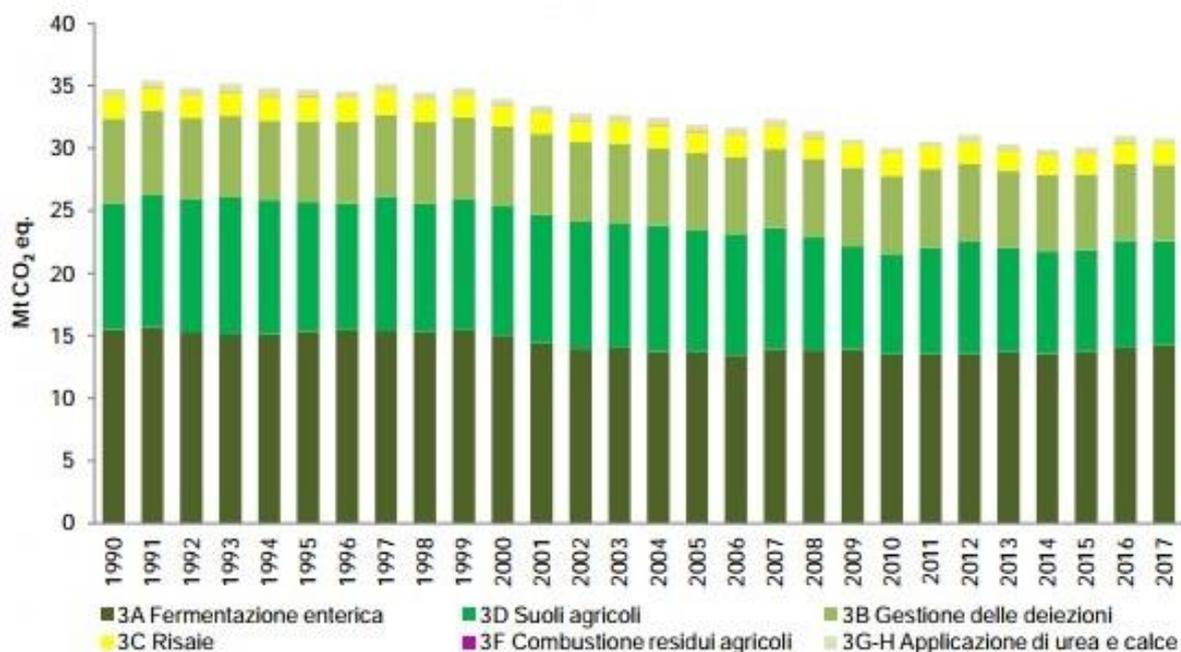
L'agricoltura e le attività forestali, come già sottolineato, possono comunque rivestire un ruolo importante sia per la limitazione diretta delle emissioni che per lo stoccaggio a lungo termine di importanti quote di CO₂, in particolare tramite le azioni Land use, Land use change and Forestry - LULUCF.

FIGURA 8. EMISSIONI NAZIONALI ED ASSORBIMENTI DI GAS SERRA PER IL PERIODO 1990 - 2017



Fonte: ISPRA, 2019

FIGURA 9. EMISSIONI NAZIONALI DI GAS SERRA DAL SETTORE AGRICOLTURA PER IL PERIODO 1990 - 2017.



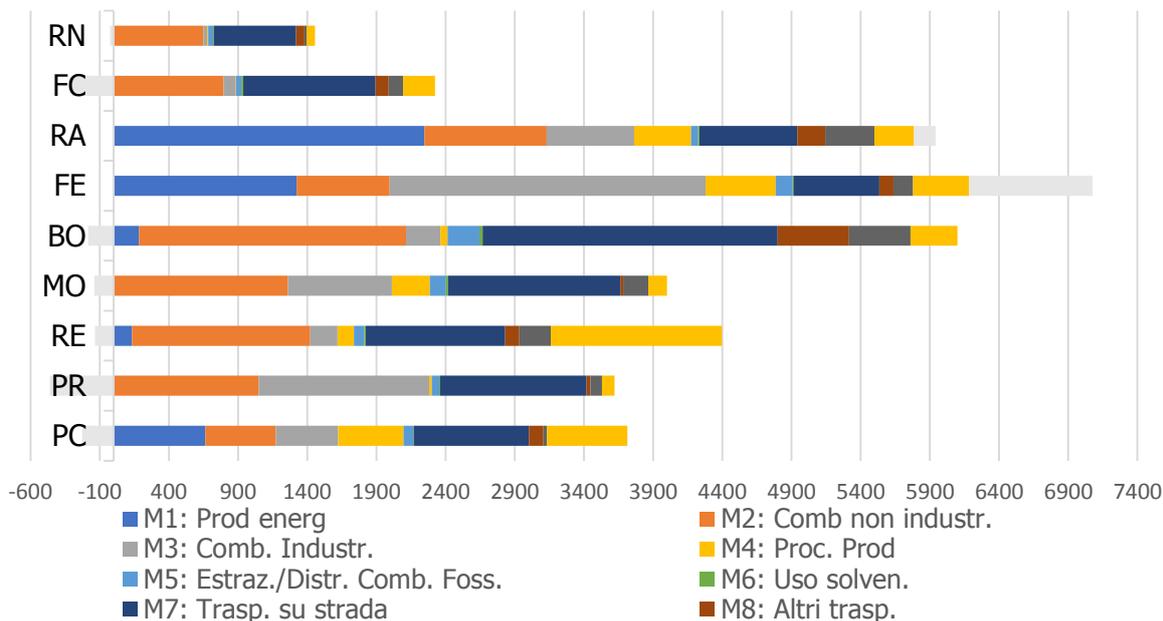
Fonte: ISPRA, 2019

Le emissioni regionali

I dati di emissione a livello regionale (e provinciale) sono pubblicati dall'ISPRA con cadenza quinquennale: 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015. Nell'inventario messo a punto dall'ISPRA, coerentemente con le linee-guida dell'Agenzia Europea per l'Ambiente e dell'IPCC, le emissioni sono attribuite alle attività che ne sono all'origine, e non al prodotto finale del ciclo produttivo. Le emissioni dall'agricoltura non comprendono quindi quelle relative alla lavorazione, al trasporto e alla distribuzione dei prodotti intermedi e finiti.

A livello provinciale, si nota una diversa ripartizione delle emissioni ed assorbimenti in relazione alle attività produttive industriali ed agricole del territorio. Le emissioni legate all'agricoltura, come ricordato in precedenza, tengono conto delle emissioni di N₂O dai suoli e di CH₄ e N₂O per fermentazioni enteriche e trattamento dei reflui. Esse sono quindi maggiori nelle aree a forte vocazione zootecnica (RE, PC, FC) mentre gli assorbimenti sono principalmente legati alle attività forestali e quindi, in ultima analisi, all'incidenza delle zone montane (figura 10).

FIGURA 10. DISTRIBUZIONE DELLE EMISSIONI-ASSORBIMENTI DI GAS SERRA AL 2015, PER PROVINCIA E MACROSETTORE (T CO2EQ)



Fonte: Elaborazioni su dati ISPRA 2017

Nella tavola 5, sono state considerate le emissioni conteggiate per l'agricoltura secondo la metodologia IPCC (Codice SNAP > 100000), confrontandole con le emissioni di tutti i comparti nella regione.

Il peso dell'Agricoltura sulle emissioni totali a livello Regionale è superiore allo stesso dato Nazionale (8,7% vs 7,2%). Prendendo a riferimento il 1990, come richiede la fiche dell'indicatore di contesto **le emissioni dell'agricoltura si riducono del 20%**, mentre quelle di tutti i comparti scendono a meno del 6%. Considerando che l'obiettivo al 2020 del settore non-ETS di cui fa parte l'agricoltura (-13% per l'Italia) deve essere riferito alle emissioni del 2005, emerge che la regione al 2015 ha quasi raggiunto l'obiettivo (-12%).

Rispetto al 1990 le riduzioni di emissioni sono dovute soprattutto alla contrazione delle emissioni di metano da fermentazione enterica (-381 ktCO₂eq), dalla gestione dei reflui (-350 ktCO₂eq. sia nel caso dei composti organici che di quelli azotati), dal protossido da concimi minerali (-63 kt di CO₂ eq.), dalla riduzione delle concimazioni organiche conteggiate nella voce delle coltivazioni senza fertilizzanti (-36 kt di CO₂ eq.).

TAVOLA. 5 – EMISSIONI DI GAS SERRA IN EMILIA-ROMAGNA NEL PERIODO 1990-2015 (T CO₂ EQ.).

Codice SNAP	Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Diff. 2015 - 1990	Diff. 2015 - 2005
		tCO ₂ eq							%
100100.0	Coltivazioni con i fertilizzanti (eccetto concimi animali)	723.966	958.515	694.361	749.594	468.156	660.758	-9	-12
100200.0	Coltivazioni senza fertilizzanti (1)	794.218	804.602	803.575	786.505	719.543	757.985	-5	-4
100300.0	Combustione stoppie	2.402	2.344	2.330	2.288	2.369	2.353	-2	3
100400.0	Allevamento animali (fermentazione enterica)	1.777.967	1.620.102	1.597.735	1.496.132	1.407.722	1.396.895	-21	-7
100500.0	Allevamento animali (composti organici)	571.020	523.576	474.719	450.851	386.639	304.615	-47	-32
100900.0	Allevamento animali (composti azotati)	325.136	302.922	338.727	328.880	285.124	241.992	-26	-26
	Totale agricoltura (IPCC) (*)	4.194.710	4.212.059	3.911.446	3.814.250	3.269.552	3.364.597	-20	-12
	% Agricoltura (IPCC)	10,3	9,7	8,3	7,1	7,1	8,7	-15	24
	Totale regionale (**)	40.834.372	43.323.277	47.387.222	54.026.473	46.356.883	38.499.037	-6	-29

(*) Fonte: ISPRA-Banca dati provinciale delle emissioni di GHG

(**) Fonte: <https://annuario.isprambiente.it/ada/downreport/html/6925>

(1) Per coltivazioni senza fertilizzanti si intendono le emissioni di N₂O delle concimazioni organiche sulle superfici foraggere

Per quanto concerne gli assorbimenti di gas serra (comparto LULUCF), in linea con quanto previsto dall'indicatore di contesto CI 45, il calcolo è stato effettuato considerando gli effetti apportati dalle "coltivazioni" e dalle "praterie" (rispettivamente codici SNAP 113200 e 113300¹⁶) escludendo il settore delle foreste, in quanto l'indicatore non lo prevede. Gli assorbimenti vengono conteggiati nel NIR con il segno negativo qualora la quantità di CO₂eq venga assorbita sotto forma di stock di carbonio, mentre con segno positivo nel caso le emissioni superino gli assorbimenti.

La tavola che segue mostra come, dal 1990 al 2015, nella regione Emilia-Romagna, il contributo positivo in termini di assorbimenti apportato dalle praterie (segno -) non sia stato mai in grado di coprire quello negativo derivante dalle coltivazioni. Il fatto che le coltivazioni emettano più CO₂ di quanta ne assorbano è dovuto ad alcune dinamiche di cambiamento di uso del suolo; in particolare all'aumento delle superfici impermeabilizzate a discapito dei seminativi, o all'aumento dei seminativi

¹⁶ Per i due SNAP del comparto LULUCF attualmente ISPRA contabilizza gli assorbimenti e le emissioni dovute alle variazioni dei cambiamenti di uso del suolo. Nel caso delle "praterie" per es. da superficie forestale a prati/pascoli o da pascolo a urbanizzato ecc., nel caso delle "coltivazioni" per es. da superficie a seminativo ad urbanizzato o da seminativo a coltura arborea, o viceversa, ecc.

a discapito delle superfici arboree. Ciò ha determinato nel corso degli anni un surplus di emissioni che tuttavia appare in diminuzione, passando da 579 kt CO_{2eq} del 1990 alle 338 kt CO_{2eq} del 2015.

TAVOLA 6 – ASSORBIMENTI/EMISSIONI (COMPARTO LULUCF ESCLUSE LE FORESTE) DI GAS SERRA IN EMILIA-ROMAGNA NEL PERIODO 1990-2015 (T CO₂ EQ.).

SNAP	Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015
113200	Coltivazioni	616.825	594.708	576.195	572.824	565.342	603.781
113201	CL remaining CL	583.404	541.200	565.689	553.438	546.713	603.767
113202	Land converting to CL	33.387	53.498	10.487	19.377	18.629	0
113203	Incendi in CL	33	10	19	9	0	14
113300	Praterie	-37.674	-91.757	-99.725	-191.297	-211.856	-265.744
113301	GL remaining GL	-14.470	-46.318	-69.597	-75.678	4.333	4.333
113302	Land converting to GL	-73.442	-62.402	-56.562	-129.906	-221.340	-280.372
113303	Incendi in GL	50.238	16.963	26.433	14.287	5.151	10.295
	Tot CL+GL	579.150	502.951	476.470	381.527	353.485	338.037

Fonte: Elaborazioni di Centrale Valutativa su Banca dati emissioni provinciali ISPRA

NOTA: Ispra convenzionalmente considera assorbimenti i valori negativi ed emissioni i valori positivi

Considerando i valori di Assorbimento/emissioni del comparto LULUCF delle “coltivazioni” e delle “praterie” delle principali regioni del nord si osserva (tavola 6) che la RER è quella in cui le emissioni delle “coltivazioni” risultano molto superiori degli assorbimenti delle “praterie” al contrario delle altre regioni: in Veneto c’è un sostanziale pareggio mentre in Lombardia, Friuli e Piemonte gli assorbimenti delle praterie superano le emissioni delle “coltivazioni”, mostrando pertanto un bilancio a favore degli assorbimenti del settore LULUCF non forestale. Tale indicatore, come detto, attualmente tiene conto solo delle dinamiche di cambiamento di uso del suolo che avvengono nelle regioni, mentre entro il 2021 ISPRA dovrà considerare nell’indicatore anche le variazioni degli assorbimenti/emissioni che avvengono nei suoli agricoli a seguito delle principali tecniche colturali adottate dagli agricoltori (Agricoltura biologica, Integrata-sostenibile, Conservativa e convenzionale).

Vista l’elevata diffusione in regione di tali tecniche colturali si può prevedere che quando verrà considerato da ISPRA, per il calcolo dell’indicatore, il risultato delle “coltivazioni” potrà subire variazioni positive (assorbimenti) importanti¹⁷.

¹⁷¹⁷ Solo attraverso la contabilizzazione delle pratiche di gestione dei suoli agricoli, anche in relazione alle tecniche agricole sostenibili (Mis. 10 e 11 del PSR) è possibile valorizzare adeguatamente l’effetto delle politiche promosse negli ultimi 30 anni (a partire dal Reg 2078/1992). Infatti le dinamiche dei cambiamenti di uso del suolo valutate dal comparto LULUCF sono in gran parte estranee alle politiche di sviluppo rurale e attengono maggiormente alla pianificazione territoriale e allo sviluppo urbanistico e infrastrutturale.

TAVOLA. 7 – ASSORBIMENTI/EMISSIONI (COMPARTO LULUCF ESCLUSE LE FORESTE) DI GAS SERRA NELLE REGIONI DEL NORD NEL 2015 (T CO₂ EQ.).

Codice SNAP	Attività	Emilia-Romagna	Veneto	Lombardia	Friuli-Venezia Giulia	Piemonte	ITALIA
113200.0	Coltivazioni	603.781	319.586	15.474	13.004	41.948	2.139.533
113300.0	Praterie	-265.744	-283.810	-106.823	-83.821	-257.746	-7.514.199
	Totale Agricoltura	338.037	35.776	-91.349	-70.816	-215.798	-5.374.666

Fonte: Elaborazioni di Centrale Valutativa su Banca dati emissioni provinciali ISPRA 2015

Nel 2015 le emissioni nette (inclusi gli assorbimenti) della Regione Emilia-Romagna derivanti dal settore agricolo si attestano sulle 3,7 Mt CO₂ eq con un calo superiore al 30% rispetto al 1990.

TAVOLA 8 - EMISSIONI DI GAS SERRA IN EMILIA-ROMAGNA (INCLUSI ASSORBIMENTI AGRICOLI E NON FORESTALI) NEL PERIODO 1990-2015 (T CO₂ EQ.).

Attività	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Emissioni totali agricoltura	4.948.688	4.929.608	4.487.988	4.436.866	3.838.187	3.364.593
Assorbimenti/emissioni LULUCF (non forestali) totali	579.150	502.951	476.470	381.527	353.485	338.037
Emissioni agricoltura + LULUCF (non forestale) CI 45	5.530.979	5.432.559	4.964.458	4.818.393	4.191.672	3.702.630
Emissioni totali regionali tutti i comparti	33.343.469	33.950.691	35.821.092	41.471.722	36.181.767	37.162.674
% emissioni agricoltura + LULUCF su totale emissioni regionale	16,6%	16,0%	13,9%	11,6%	11,6%	10,0%

Fonte: Elaborazioni di Centrale Valutativa su Banca dati emissioni provinciali ISPRA

Le emissioni totali del settore agricolo (emissioni dell'agricoltura + LULUCF non forestale) IC45 nel 2015 rappresentano il 10% del totale delle emissioni regionali (tavola 8).

TAVOLA 9 – EMISSIONI (ESCLUSO LULUCF) DI GAS A EFFETTO SERRA IN AGRICOLTURA (1000 TONNELLATE DI CO₂ EQ.)

REGIONI	Anni							Diff 2017-1990
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	
Piemonte	4.302	4.381	3.935	3.723	3.650	3.482	3.564	-17,15%
Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	112	113	132	121	107	105	103	-8,04%
Lombardia	8.031	8.062	8.490	8.176	8.139	7.900	8.258	2,83%
Trentino-Alto Adige/Südtirol	715	661	848	822	772	773	754	5,45%
Veneto	3.782	3.619	3.737	3.466	2.978	3.297	3.336	-11,79%
Friuli-Venezia Giulia	714	703	710	723	584	569	572	-19,89%
Liguria	90	99	79	67	64	61	46	-48,89%
Emilia-Romagna	4.195	4.212	3.911	3.814	3.270	3.365	3.442	-17,95%
Toscana	1.165	1.135	1.007	841	651	674	525	-54,94%
Umbria	657	602	607	543	411	392	362	-44,90%
Marche	828	776	722	601	481	546	477	-42,39%
Lazio	1.800	1.779	1.641	1.476	1.399	1.357	1.287	-28,50%
Abruzzo	705	596	591	499	414	364	361	-48,79%
Molise	345	346	320	284	264	280	205	-40,58%

REGIONI	Anni							Diff 2017-1990
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2017	
Campania	1.501	1.545	1.729	1.660	1.704	1.674	1.771	17,99%
Puglia	1.181	1.330	1.161	1.170	1.183	1.020	1.116	-5,50%
Basilicata	505	530	542	606	456	413	435	-13,86%
Calabria	747	822	650	557	470	491	472	-36,81%
Sicilia	2.120	2.013	1.736	1.436	1.471	1.361	1.669	-21,27%
Sardegna	2.107	2.247	2.367	2.127	2.060	1.832	2.025	-3,89%
Italia	35.601	35.568	34.914	32.712	30.527	29.953	30.780	-13,54%

Fonte dati ISPRA 2019

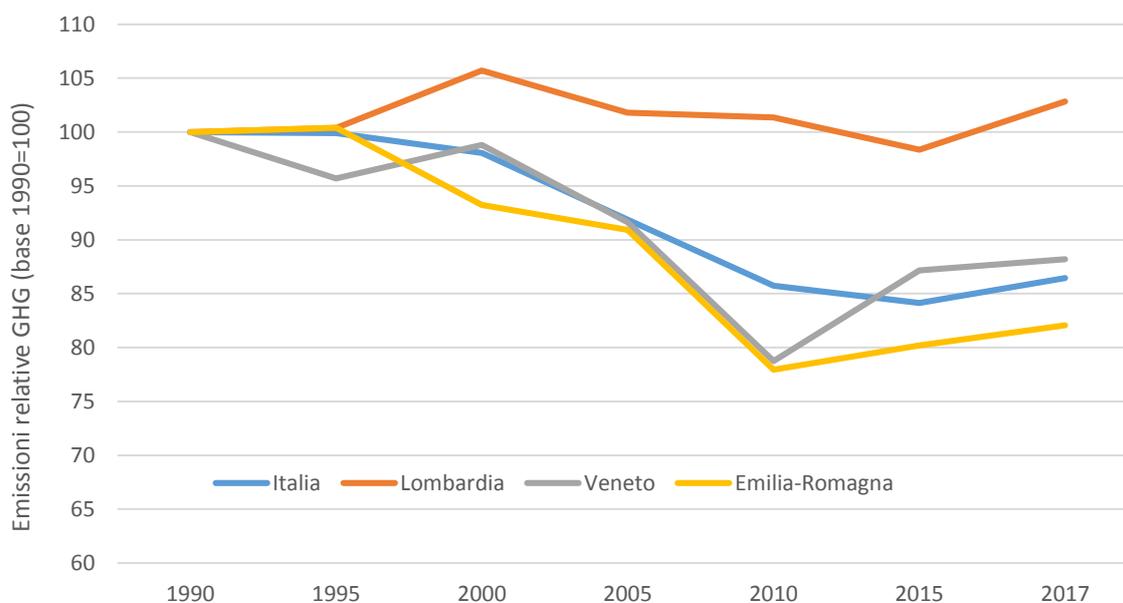
Dal confronto del trend delle emissioni del settore agricolo emiliano-romagnolo con quello delle altre regioni della Pianura padana si possono evidenziare dei risultati positivi.

In termini assoluti, nel 2017, il settore agricolo dell'Emilia-Romagna ha emesso 3.442.000 tonnellate di CO₂ equivalente, una quantità simile a quella emessa dal Veneto.

Tuttavia, analizzando il trend delle emissioni dal 1990 al 2017 (figura 12) si evidenzia un'ottima performance da parte della regione con un abbassamento delle emissioni agricole (escluso LULUCF) vicino al 20%, superiore anche al dato medio nazionale (-13%).

Come già anticipato, le emissioni nette del settore agricolo della regione Emilia-Romagna rappresentano il 10% del totale delle emissioni regionali. Il dato è superiore a quello nazionale, ma di poco inferiore al dato europeo (tavola 9).

FIGURA 11. EVOLUZIONE DELLE EMISSIONI DI GHG DEL SETTORE AGRICOLO - 1990-2017 DI ALCUNE REGIONI DEL NORD ITALIA



Fonte dati ISPRA 2019

TAVOLA 10- INDICATORE DI CONTESTO CI 45

CI 45 - GHG emissions from agriculture			Aggregated annual emissions of methane (CH ₄) and nitrous oxide (N ₂ O) from agriculture (UNFCCC Sector 4)	Aggregated annual emissions and removals of carbon dioxide (CO ₂) and emissions of methane (CH ₄) and nitrous oxide (N ₂ O) from agricultural soils (grassland and cropland) (UNFCCC Sectors 5.A.B and 5.A.C)		Total net emissions from agriculture (including soils) (Sectors 4 + 5.A.B + 5.A.C)	Share of agriculture (including soils) in total net emissions
				Grassland	Cropland		
2015							
	Label	NUTS level	1000 t of CO ₂ equivalent			%	
EU-27	European Union (27 Member States)	EU	386.336,6	18.057,9	54.660,4	459.054,9	12,7
IT	Italy	Country	30.325,5	-3.567,5	1.254,1	28.012,1	6,8
ER	Emilia-Romagna*	Regional	3.364,5	-265,7	603,8	3.702,6	10,0

Fonte: EU27 e Italy DB CAP indicators 2019, Emilia-Romagna Elaborazioni di Centrale Valutativa su Banca dati emissioni provinciali ISPRA

4.4 Lo sviluppo dell'energia sostenibile

4.4.1 La produzione di energia da fonti rinnovabili (FER)

L'analisi dei dati relativi alle fonti di energia rinnovabili (FER) è svolta – in coerenza con il Piano energetico Regionale¹⁸ e le altre fonti statistiche utilizzate¹⁹ - distinguendo la produzione elettrica da quella termica.

La produzione in Emilia-Romagna di **energia elettrica da FER** nel 2018 è complessivamente di 6.058 GWh, corrispondente al 28% della produzione elettrica lorda e al 22% dei consumi elettrici regionali (tavola 11). Prosegue, anche negli ultimi anni, il trend di crescita iniziato dal 2007-2008 e determinato principalmente dallo sviluppo delle produzioni elettriche da impianti fotovoltaici e per l'utilizzo di bioenergie (principalmente biogas), aumentati in numero e in potenzialità produttiva (potenza installata): tra il 2015 e il 2019, da 1894 a 2.100 MW nel fotovoltaico, da 506 a 640 MW nelle bioenergie. Confrontando la ripartizione per tipo di FER regionale con quella nazionale (tavola 12) si evidenzia in Emilia-Romagna la prevalenza della produzione elettrica da bioenergie (46% vs 17% nazionale) e da fotovoltaico (36% vs 20%) e all'opposto la minore incidenza delle fonti idroelettrica (17% vs 43%) ed eolica (0,4% vs 15%) quest'ultima utilizzata solo nelle zone montane, presso il confine toscano; assente a livello regionale la produzione elettrica da geotermia.

TAVOLA 11 - PRODUZIONE ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA DA FER IN EMILIA ROMAGNA
Valori annuali in GWh e in % sul totale

Fonti	2018		2017		2016		2015	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
idrica	1.054,9	17%	730,0	13%	904,9	16%	958,2	16%
eolica	26,9	0,4%	36,1	1%	34,6	1%	27,1	0%
solare	2.187,4	36%	2.351,4	40%	2.093,0	36%	2.173,1	37%
geotermica	-	0%	-	0%	-	0%	-	0%
Bioenergie (*)	2.789,3	46%	2.720,0	47%	2.729,2	47%	2.768,6	47%
Totale Produzione FER	6.058,5	100%	5.837,5	100%	5.761,7	100%	5.927,0	100%

Produzione lorda totale	22.016,1	23.621,6	22.244,1	18.114,9
FER/Produzione	28%	25%	26%	33%
Consumi elettrici totali (*)	27.688,3	27.377,2	26.626,5	26.693,4
FER/Consumi elettrici	22%	21%	22%	22%

(*): include biomasse solide, frazione biodegradabile dei rifiuti, bioliquidi e biogas; (**): Al netto dei consumi FS per trazione

Fonti: statistiche e report vari anni di GSE e TERNA.

¹⁸ Piano Energetico Regionale (PER) 2030 – approvato con Delibera dell'Assemblea legislativa n. 111 del 1° marzo 2017

¹⁹ Principalmente rappresentate dalle statistiche annuali fornite da GSE e da TERNA

TAVOLA 12 - PRODUZIONE ANNUALE DI ENERGIA ELETTRICA DA FER IN ITALIA*Valori annuali in GWh e in % sul totale*

Fonti	2018		2017		2016		2015	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
idrica	48.786,4	43%	36.198,7	35%	42.431,8	39%	45537,3	42%
eolica	17.718,4	15%	17.741,9	17%	17.688,7	16%	14843,9	14%
solare	22.653,8	20%	24.377,7	23%	22.104,3	20%	22942,2	21%
geotermica	6.105,4	5%	6.201,2	6%	6.288,6	6%	6185	6%
bioenergie (*)	19.152,6	17%	19.378,2	19%	19.507,9	18%	19395,7	18%
Totale Produzione FER	114.416,6	100%	103.897,7	100%	108.021,3	100%	108.904,1	100%

Produzione lorda totale	289.708,0	295.830,0	289.768,0	282.944,0
FER/Produzione	39%	35%	37%	38%
Consumi elettrici totali (**)	331.891,0	331.765,0	290.061,0	292.073,0
FER/Consumi elettrici	34%	31%	37%	37%

(*) include biomasse solide, frazione biodegradabile dei rifiuti, bioliquidi e biogas; (**): Al netto dei consumi FS per trazione-

Fonti: statistiche e report vari anni di GSE e TERNA.

Le tendenze in atto appaiono coerenti con il target generale definito dal PER 2030 (nello “scenario obiettivo”) di raggiungere entro il 2030 una quota del 27% di copertura dei consumi elettrici attraverso l’impiego di fonti rinnovabili²⁰. Il Piano regionale definisce altresì obiettivi specifici per le singole FER espressi in termini di potenza installata, rispetto ai quali è quindi possibile valutare i risultati fino ad oggi raggiunti in ambito regionale, come illustrato nella tavola seguente.

TAVOLA 13 - POTENZA INSTALLATA AL 2019 E TARGET 2030, PER TIPO DI FER IN EMILIA ROMAGNA*valori in megawatt (MW)*

FER	Potenza installata al 2019	Target 2030 - scenario tendenziale	Target 2030 - scenario obiettivo
Idrica	353	335	350
Eolica	45	51	77
Solare	2.100	2.533	4.333
Bioenergie	640	742	786
Totale	3.138	3.661	5.546

Fonti: III Rapporto annuale di monitoraggio del PER (gennaio 2021) – ART-ER

²⁰ Il PER del 2017, nel delineare la strategia regionale, individua due scenari energetici: a) “tendenziale”, che tiene conto delle politiche europee, nazionali e regionali adottate fino a questo momento, dei risultati raggiunti dalle misure realizzate e dalle tendenze tecnologiche e di mercato considerate consolidate; b) “obiettivo”, che punta invece a tragguardare gli obiettivi Ue clima-energia del 2030, ed è supportato dall’introduzione di buone pratiche settoriali nazionali ed europee ritenute praticabili anche in Emilia-Romagna.

Come segnalato nel 3° Rapporto annuale di monitoraggio (gennaio 2021) del PER 2030, in termini assoluti lo sforzo maggiore dovrà essere realizzato per lo sviluppo del **fotovoltaico** per il quale, a fronte del sostanziale raggiungimento dell'obiettivo nello scenario tendenziale (2.533 MW), appare più lontano il target dello scenario obiettivo (4.333 MW). Ciò anche alla luce del ridimensionamento verificatosi negli ultimi anni nella nuova capacità installata, ormai attestata poco sopra i 40 MW all'anno, dopo il precedente periodo di forte espansione (nel 2011 si raggiunsero i 900 MW di nuova capacità) favorito dagli incentivi pubblici diretti.

Gli obiettivi posti per l'**eolico** sono quantitativamente limitati in coerenza con vincoli fisici e ambientali del territorio regionale e derivanti dell'attuale disciplina regionale in materia di localizzazione di nuovi impianti eolici e di producibilità minima richiesta. I risultati raggiunti, ancora modesti nel 2018 presentano un significativo incremento nel 2019, una potenza installata raggiunta di 45 MW) non distante dal target 2030 nello scenario tendenziale (51 MW).

L'**idroelettrico** è giudicato, nel citato II Rapporto di monitoraggio del PER, un settore "maturo": per molto tempo la più importante risorsa rinnovabile per la produzione elettrica, ma non suscettibile di rilevanti ulteriori incrementi. Per questo comparto è stato raggiunto già dal 2017 il target tendenziale del PER al 2030 e nel 2019 anche il target dello scenario obiettivo di 350 MW. Infine, relativamente alle **bioenergie** al 2019 sono installati in Emilia-Romagna 640 MW, in leggero calo rispetto al 2018 ma in crescita rispetto al dato 2017, anno nel quale si è registrata una diminuzione (come nel 2015) nella potenza complessiva installata dopo oltre un decennio di crescita ininterrotta. La possibilità di raggiungere i due target per il 2030 definiti dal PER, tra loro non molto distanti (rispettivamente 742 e 786 MW) e giudicati sfidanti, dipenderà dalla capacità di incrementare sensibilmente in ambito regionale i livelli di crescita annuale della potenza installata.

Relativamente agli **impieghi energetici di fonti rinnovabili nel settore Termico**, il GSE rende disponibili dati annuali a livello regionale distinti tra:

- ai *consumi finali di energia termica (o anche "consumi diretti")* proveniente da impianti geotermici, collettori solari, pompe di calore e apparecchi/impianti alimentati da bioenergie (caldaie, camini, ecc.), rilevati nel settore residenziale e nel settore non residenziale (imprese agricole, industriali e del terziario); per la loro contabilizzazione;
- *produzione di calore derivato (derived heat)*, ovvero il calore prodotto in impianti di trasformazione energetica alimentati da fonti rinnovabili e ceduto/venduto a terzi, sia attraverso reti di teleriscaldamento (TLR) sia attraverso la vendita diretta; gli impianti di produzione di calore derivato possono operare in assetto cogenerativo (impianti CHP – *Combined Heat and Power*) oppure essere destinati alla sola produzione di energia termica (impianti *only heat*).

Per la contabilizzazione dei consumi diretti viene considerato il contenuto energetico della fonte impiegata, mentre per le attività di trasformazione devono essere rilevate le fonti energetiche secondarie da queste prodotte, dunque il calore derivato²¹.

Nelle seguenti Tavole 14 e 15 sono riportati, rispettivamente per i contesti nazionale e regionale (Emilia-Romagna) i valori espressi in TeraJoule (TJ) dei consumi finali di energia termica (*Consumi*

²¹ In altre parole, come indicato nel rapporto GSE 2018, se un determinato quantitativo di combustibile (ad esempio biomassa solida) è utilizzato in un impianto di produzione di calore derivato, viene contabilizzata l'energia termica prodotta; se invece è utilizzato in modo diretto da una famiglia o da un'impresa, deve essere considerato il contenuto energetico del combustibile stesso, calcolato attraverso il relativo potere calorifico inferiore (PCI).

diretti) distinti per fonte e i valori della produzione di *calore derivato* totale, sia da impianti di sola generazione termica, sia da impianti in assetto cogenerativo²².

Considerando i soli **consumi diretti**, a livello nazionale, la fonte più utilizzata (66% nel 2018) sono le **biomasse** solide (compresa la frazione biodegradabile dei rifiuti) e tra queste circa l'88% dell'energia è fornita da legna da ardere e secondariamente da pellet (circa il 10%), prodotto in costante crescita negli ultimi anni e in Italia destinato quasi esclusivamente al consumo domestico. Le **pompe di calore** forniscono il 25% del calore totale prodotto, mentre le altre fonti raggiungono il 7% circa. I consumi diretti di **biogas e biometano** sono minoritari seppur in forte crescita (1.866 TJ nel 2013, 2.279 TJ nel 2018) e nel loro ambito anche quelli di solo biometano immesso in rete (161 TJ nel 2017, 529 TJ nel 2018).

TAVOLA 14 - CONSUMI FINALI (DIRETTI) DI ENERGIA TERMICA E CALORE DERIVATO PROVENIENTI DA FER IN ITALIA

Valori in terajoule (TJ) e valori % sui totali

FER	2018		2017		2016		2015		2014		2013	
	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%	TJ	%
Consumi finali di energia termica (Consumi diretti) provenienti da FER												
solare (con collettori solari termici)	9145	2,2%	8741	2%	8379	2%	7953	2%	7517	2%	7040	2%
biomassa solida (1)	270383	66,4%	292025	68%	268041	67%	277342	68%	244494	65%	278171	69%
frazione biodegradabile rifiuti (2)	11211	2,8%	10247	2%	9672	2%	9433	2%	8921	2%	7918	2%
biogas e biometano	2279	0,6%	1890	0%	1842	0%	1866	0%	1866	0%	1866	0%
Geotermica	5364	1,3%	5478	1%	5222	1%	4778	1%	4660	1%	4987	1%
pompe di calore per riscaldamento	108684	26,7%	110949	26%	109219	27%	108208	26%	108010	29%	105480	26%
sub-totale (a)	407066	100%	429330	100%	402375	100%	409580	100%	375468	100%	405462	100%
		91%		91%		91%		92%		90%		92%
Calore derivato da FER in unità di sola generazione termica e da impianti in assetto cogenerativo (CHP)												
sub-totale (b) (3)	39778	9%	40051	9%	38851	9%	37873	8%	40435	10%	35085	8%

Totali FER settore termico (a)+(b)	446844	100%	469381	100%	441226	100%	447453	100%	415903	100%	440547	100%
------------------------------------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	------	--------	------

(1): legna da ardere, pellet, carbone vegetale, ad uso residenziale e non residenziale - (2): esclusa produzione di calore da impianti cogenerativi - (3): valori annuali in grandezza utile ai fini del monitoraggio degli obiettivi UE (Direttiva 2009/28/CE), che considerano i soli bioliquidi sostenibili e il biometano. Fonte: GSE rapporto 2018 sulle FER.

In Emilia-Romagna si ha una distribuzione dei consumi diretti per fonte energetica parzialmente simile, evidenziandosi tuttavia una maggiore incidenza delle "pompe di calore" (56%) rispetto alle biomasse solide (40%): le prime in costante crescita fino al 2017, le seconde con valori altalenati tra gli anni, in

²² I Rapporti annuali GSE forniscono infatti dati di calore derivato a livello regionale non distinti tra i due tipo di impianti.

funzione spesso dell'andamento meteorologico e della conseguenza domanda di legna da ardere e pellet, principalmente per uso residenziale.

TAVOLA 15 - CONSUMI FINALI (DIRETTI) DI ENERGIA TERMICA E CALORE DERIVATO PROVENIENTI DA FER IN EMILIA-ROMAGNA

Valori in terajoule (TJ) e valori % sui totali

Indicatori e FER	2018		2017		2016		2015		2014		2013	
	TJ	%										
Consumi finali di energia termica (Consumi diretti) provenienti da FER												
solare (con collettori solari termici)	598	2%	598	2%	621	2%	572	2%	523	2%	463	1%
biomassa solida (1)	12981	40%	13127	40%	12959	40%	12671	40%	10303	35%	13153	41%
frazione biodegradabile rifiuti (2)	526	2%	552	2%	477	1%	509	2%	536	2%	473	1%
biogas e biometano	171	1%	169	1%	180	1%	182	1%	182	1%	182	1%
geotermica	5	0,02%	3	0,01%	3	0,01%	34	0,11%	34	0,11%	36	0,11%
pompe di calore per riscaldamento	18081	56%	18467	56%	18180	56%	18013	56%	17992	61%	17581	55%
sub-totale (a)	32362	100%	32916	100%	32420	100%	31981	100%	29570	100%	31888	100%
		87%		86%		88%		86%		82%		85%
Calore derivato da FER in unità di sola generazione termica e da impianti in assetto cogenerativo (CHP)												
sub-totale (b) (3)	5007	13%	5411	14%	4488	12%	5166	14%	6404	18%	5533	15%

Totali FER settore termico (a)+(b)	37369	100%	38327	100%	36908	100%	37147	100%	35974	100%	37421	100%
---	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------

(1): legna da ardere, pellet, carbone vegetale, ad uso residenziale e non residenziale - (2): esclusa produzione di calore da impianti cogenerativi - (3): valori annuali in grandezza utile ai fini del monitoraggio degli obiettivi UE (Direttiva 2009/28/CE), che considerano i soli bioliquidi sostenibili e il biometano. Fonte: GSE rapporto 2018 sulle FER.

Similmente a quanto visto per il settore elettrico, pertinenti valutazioni sull'evoluzione delle FER nel settore termico sono fornite dal 3° Rapporto di monitoraggio (2021) del PER, il quale ne evidenzia le ancora molto alte potenzialità di sviluppo e il decisivo contributo che esse possono fornire alle finalità strategiche regionali in campo energetico. Nel 2017 e 2018 sembrano, infatti, risultavano ancora distanti i target 2030 del PER relativi alla quota di consumi di riscaldamento coperti da FER, sia nello scenario tendenziale (20%) sia in quello obiettivo (28%). I principali settori suscettibili di ulteriore sviluppo e miglioramento sono i seguenti:

- ✓ le **pompe di calore**, il cui livello di produzione raggiunto, destinato prevalentemente al settore residenziale, è soltanto la metà del target 2030 e quindi bisognose di adeguate misure di sostegno, volte anche ad una loro maggiore diffusione negli edifici industriali e commerciali;
- ✓ le **biomasse** a fini energetici, per le quali già sono stati raggiunti i target del PER 2030 dello scenario tendenziale e appaiono raggiungibili a breve quelli dello scenario obiettivo; in questo settore la priorità individuate dal PER è la sostituzione degli attuali impianti, con altri più efficienti in termini energetici e in grado di ridurre le emissioni in atmosfera, in coerenza con il PAIR 2020 (Piano Aria Integrato Regionale).

Il **solare termico** e la **geotermia** si mantengono su livelli contenuti, ancora non vicini ai target 2030 per entrambi gli scenari, i quali risultano comunque non particolarmente elevati.

Infine, la **produzione di calore derivato**, pari a 5.007 TJ nel 2018 in Emilia-Romagna, rappresenta una quota ancora minoritaria (13%) della energia termica totale da FER seppur maggiore dell'analogo valore medio nazionale (9%). Si evidenzia il positivo ma ancora lento (rispetto ai target 2030) sviluppo e diffusione delle *reti di teleriscaldamento* alimentati da FER, che anche in ragione della complessità autorizzativa e realizzativa dei progetti, richiedono opportune misure a supporto; ancora a livello sperimentale sono anche le iniziative di *produzione e immissione in rete di biometano*, per le quali vanno superate anche criticità di tipo normativo. Nel Rapporto di monitoraggio del PER si prevede tuttavia una crescita significativa di impianti di produzione di biometano e immissione in rete, anche grazie alla possibile riconversione degli impianti attualmente alimentati a biogas per i quali sono in fase terminale gli incentivi alla produzione elettrica.

Il quadro di sintesi fornito, relativo alla produzione a livello regionale di energia da fonti rinnovabili, mostra una evoluzione delle sue diverse componenti diversificata ma nel complesso in grado di consentire il raggiungimento degli obiettivi comunitari, nazionali e regionali al 2020 e al 2030.

Come illustrato nel III Rapporto di monitoraggio del PER (2021), il grado di copertura dei consumi finali lordi regionali di energia attraverso FER (escluse quelle per il trasporto) raggiunge nel 2018 il 12,5%, rispetto all'obiettivo del 24% per il 2030. Lo stesso Rapporto, come già segnalato, individua nel fotovoltaico e nelle pompe di calore per la produzione termica, le fonti con maggiori margini di ulteriore sviluppo e quindi in grado di meglio contribuire al conseguimento del target. Va infine evidenziato il contributo degli impianti di riscaldamento alle emissioni, oltre che di gas serra, anche di materiale particolato (PM10), che da tempo rappresentano una criticità in Emilia-Romagna e nel bacino padano, come segnalato nel PER.

Le stime in esso presenti indicano che oltre la metà delle emissioni di polveri sottili del sistema energetico regionale (7,7 migliaia di tonnellate totali nel 2014) sono prodotte dagli impianti di riscaldamento dei settori civili. In tale ambito, si segnala la ancora ampia diffusione (circa 80%, secondo indagine ARPAE del 2011) di impianti termici domestici a biomasse legnose poco efficienti (caminetti aperti, stufe a legna tradizionali) a fronte di un crescente ma ancora limitato sviluppo di sistemi più efficienti (thermo-camini e stufe a pellet) e con minori emissioni.

4.4.2 La produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali

Nell'ambito del Performance Monitoring and Evaluation Framework (PMEF) della PAC è previsto l'Indicatore di Contesto C41 -*Produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali*, connesso all'omonimo Indicatore di Impatto I.12 ed espresso sia in valori assoluti annuali (ktep = 1000 tonnellate di equivalente di petrolio) sia in % di tale quantità rispetto alla produzione totale di energia rinnovabile²³.

La produzione di energia da *biomassa agricola* è calcolata sommando le seguenti fonti: biodiesel, bioetanolo, biocarburanti di II generazione (da materiali cellulosici non alimentari), biogas (da deiezioni, residui, colture), *short rotation coppice*. La produzione da *biomassa forestale* è calcolata considerando l'energia termica ed elettrica proveniente sia dalla selvicoltura a finalità energetiche, sia dai residui dalla gestione forestale e dall'industria del legno, incluso cippato, pellets e pasta di legno.

²³ Per la definizione e descrizione dell'Indicatore di contesto si fa riferimento alla scheda esplicativa fornita nel Working paper di fonte comunitaria WK 13622/2019 INIT del 28/11/2019.

Le fonti statistiche indicate nella scheda di origine comunitaria consentono un popolamento dell'indicatore esclusivamente con aggregazione nazionale. Una sua stima a livello regionale è possibile estrapolando e declinando ulteriormente parte dei dati (forniti da GSE e TERNA) relativi alla categoria delle "bioenergie" già utilizzati nel precedente capitolo nella analisi delle FER complessive, escludendo l'energia (elettrica o termica) derivante dalla frazione biodegradabile dei rifiuti urbani, la cui quantificazione è fornita da GSE a livello regionale²⁴.

Nella seguente tavola 16 sono riportate le quantità di energia elettrica e termica, espresse entrambe in ktep²⁵, prodotte annualmente in Emilia-Romagna nel periodo 2015-2018, a partire da biomasse ("bioenergie" in senso lato) di prevalente origine agricola o forestale.

L'energia (elettrica + termica) da FER di origine agricola e/o forestale prodotta nella regione risulta pari – secondo la presente stima – a 1.294 ktep, quantità corrispondente al 40% dell'energia derivante complessivamente da FER; la restante quota del 60% è fornita dal fotovoltaico e dall'idroelettrico per la componente elettrica e dalle pompe di calore per quella termica.

Il **biogas** fornisce oltre il 20% dell'energia prodotta da FER di origine agricola o forestale, elemento caratterizzante la regione Emilia-Romagna (come altre regioni con elevata diffusione della zootecnia) rispetto al panorama nazionale, nel quale si hanno valori medi del 9-10%.

TAVOLA 16 – PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E TERMICA DA BIOMASSE AGRICOLE E FORESTALI IN EMILIA-ROMAGNA, PER FONTE E PER ANNO

valori in ktep

Fonti	energia prodotta/utilizzata	Anni			
		2018	2017	2016	2015
biomasse (esclusi RSU) (1)	Elettrica	48,7	50,6	44,8	41,8
biomasse solide (2)	termica (*)	310,0	313,5	309,5	302,6
Bioliquidi (3)	Elettrica	56,1	50,2	52,9	60,0
Biogas (4)	Elettrica	104,2	102,4	104,0	102,2
Biogas e biometano (4)	termica (*)	4,1	4,0	4,3	4,3
Totale FER di origine (prevalentemente) agricola o forestale	Elettrica	208,9	203,3	201,7	204,0
	termica (*)	314,1	317,5	313,8	306,9
	elettrica+termica	523,0	520,8	515,5	510,9
Totale FER	Elettrica	520,9	501,9	495,4	509,6
	termica (*)	772,8	786,0	774,2	763,7
	elettrica+termica	1.293,7	1.287,9	1.269,6	1.273,3
FER agricola o forestale/ FER totale	elettrica+termica	40%	40%	41%	40%

(*) consumi finali di energia termica (consumi diretti), escludendo la produzione di calore derivante da impianti alimentati da FER

(1): frazione biodegradabile dei prodotti, residui, rifiuti di origine biologica proveniente dall'agricoltura (sostanze vegetali e animali) e dalle industrie connesse, gli sfalci e le potature provenienti da verde pubblico e privato. (2): legna da ardere, pellet, carbone vegetale, ad uso residenziale e non residenziale - (2): esclusa produzione di calore da impianti cogenerativi. (3): combustibili liquidi per scopi energetici diversi dal trasporto, prodotti dalla biomassa. (4): gas costituito prevalentemente da

²⁴ Si segnala che non risultano invece disponibili, nel Report GSE, dati a livello regionale relativi alla quota di energia elettrica derivante da biogas esclusivamente prodotto da deiezioni animali e da attività agricole o forestali, che a livello nazionale risulta pari a circa l'82% della energia totale da biogas (con differenza dovuta alla minoritaria quota derivante da rifiuti e fanghi).

²⁵ ktep= 1000 tonnellate equivalenti di petrolio; sono stati utilizzati i seguenti fattori di conversione (tratti dalla Appendice 5 del Rapporto statistico 2018 del GSE): 1 GWh = 0,08598 ktep; 1TJ=0,02388 ktep.

metano e anidride carbonica, prodotto mediante digestione anaerobica della biomassa Reg. Ue 147/2013) in particolare prodotti agricoli, liquami zootecnici, rifiuti di industrie agroalimentari, altri rifiuti, fanghi di depurazione.

Fonti: elaborazione dei dati da GSE (Gestore Servizi Energetici) – *Report annuali su energie rinnovabili*.

Si evidenzia l'importanza delle **biomasse solide** (legna da ardere principalmente, oltre pellet e carbone vegetale) che coprono circa il 60% della produzione energetica totale e la quasi totalità di quella termica, principalmente ad uso residenziale. In tale ambito si segnala il contributo prevalente delle biomasse solide legnose provenienti dal settore forestale²⁶, suscettibile di ulteriore incremento. Nel rapporto "Il Sistema energetico dell'Emilia-Romagna" (ARPAE, 2020) si evidenzia e quantifica la potenzialità di sfruttamento energetico sostenibile delle biomasse forestali, a supporto della quale è stata dalla Regione predisposta anche una specifica "Mappa regionale della potenzialità energetica legnosa forestale utile" che considera

tutte le aree forestali raggiungibili dai silvicoltori/boscaioli (cioè entro 150 metri da strade o da terreni agricoli). Equiparando il tasso di crescita legnosa a quello di prelievo, si stima una disponibilità di legna stagionata raccogliabile in aree più facilmente accessibili di quasi 1.136.500 t/anno (poco meno del 50% della disponibilità totale stimata in 2.380.000 t/anno)), destinabile, quando di migliore qualità, come legna da ardere in caminetti e stufe domestiche o commerciali, oppure ad impianti a combustione di biomassa.

4.4.3 Uso dell'energia nei settori dell'agricoltura, della silvicoltura e dell'industria alimentare

L'Indicatore di contesto C.42 previsto dal Performance Monitoring and Evaluation Framework (PMEF) della PAC quantifica l'energia usata in forma diretta in agricoltura, selvicoltura e dall'industria alimentare²⁷, espressa in valori complessivi annuali di ktep (1000 tonnellate equivalente di petrolio) e in valori di kg di equivalente di petrolio per unità di superficie agricola e forestale.

Il popolamento dell'indicatore secondo tale definizione è possibile a partire dalle variabili rese disponibili da EUROSTAT (*energy statistics*) esclusivamente per l'aggregazione nazionale, come riportato nella tavola 17.

A tale limitazione si aggiungono altre segnalate nella citata scheda tecnica, tra le quali la non inclusione nelle stime dei consumi indiretti di energia (per produzione di fertilizzanti, pesticidi, mangimi, macchine agricole) e la probabile sovrastima che si verifica nei dati dell'industria alimentare, inclusivi anche della produzione di bevande e tabacco.

L'indicatore misura l'energia totale consumata dal Paese e fornisce pertanto informazioni sui fabbisogni di energia dell'intera economia nazionale, per i diversi settori. I valori si riferiscono ai "consumi finali", cioè i consumi totali sottratti l'energia consumata per la produzione di energia elettrica, le trasformazioni, le perdite.

L'Indicatore C.42.a (consumi totali in agricoltura, selvicoltura e industria alimentare, bevande e tabacco) raggiunge nel 2018, a livello nazionale, il valore di 5.598 ktep, corrispondenti al 4,9% consumi

²⁶ Nel "Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale" 2017-18 – MIPAAFT- RRN – CREA – Compagnia delle Foreste, in base a dati di fonte GSE, viene stimata per l'Emilia-Romagna nel 2017, un consumo di biomassa solida per consumo diretto residenziale di 652.000 tonnellate, per una produzione di energia di 9.341 TJ, corrispondente a 223 ktep, con una incidenza del 3% sull'analogo valore calcolato a livello nazionale.

²⁷ Per la definizione e descrizione dell'Indicatore di contesto si fa riferimento alla scheda tecnica fornita nel Working paper di fonte comunitaria WK 13622/2019 INIT del 28/11/2019. I consumi diretti in agricoltura riguardano quelli per l'alimentazione delle macchine agricole, per l'irrigazione e per la climatizzazione delle serre.

totali finali a uso energetico; escludendo i 2.798 ktep consumati dall'industria alimentare, tale incidenza, relativa alle sole attività agricole e forestale, scende al 2,4%. I consumi energetici di tali attività, rapportate alle rispettive superfici interessate sono nel 2018 di 132,5 Kg/ha, in riduzione rispetto al valore di 149,9 Kg/ha del 2010.

Considerando l'evoluzione temporale dei consumi, nel periodo 1990-2005 si assiste ad una costante crescita dell'energia disponibile e utilizzata per i consumi finali (+26%) a cui segue un'inversione di tendenza, effetto in parte della crisi economica, che prosegue fino al 2014 (-17% rispetto al 2005).

Negli ultimi anni, a partire dal 2015, l'energia disponibile per i consumi finali mostra una ripresa e nel 2018 i consumi finali totali, contabilizzati secondo la metodologia adottata da EUROSTAT, sono pari a 114.421 ktep, +9,5% rispetto a quelli registrati nel 1990 e +5% rispetto al 2014. Si osserva che i consumi prevalenti riguardano l'energia termica (in media dell'85% del totale, ma variabile in funzione dell'andamento climatico stagionale) anche se è in crescita il consumo di energia elettrica, fenomeno che generalmente caratterizza le regioni con più alti livelli di sviluppo economico.

I diversi settori economici mostrano andamenti differenti e a seconda del periodo considerato. Nel lungo periodo 1990-2018 si verifica una forte riduzione nei consumi dell'industria totale (salvo l'industria alimentare) e dell'agricoltura-selvicoltura, a fronte di incrementi nei settori dei servizi e residenziale. Considerando esclusivamente il periodo successivo al 2014, di relativa "ripresa economica", si confermano, seppur con minore intensità, le suddette tendenze, con l'eccezione del settore "agricoltura-selvicoltura" che nel periodo 2014-2018 incrementa in termini assoluti e relativi (+8%) i consumi finali diretti.

Nella successiva tavola sono riportati i valori dei consumi finali annuali per settore economico in Emilia-Romagna, ricavabili da diversificate fonti informative.

Nel 2017 (ultimo anno con dati disponibili) il consumo finale di energia per il settore agricolo e forestale è di 398 kTep, circa il 3% dei consumi totali regionali, incidenza quindi superiore a quella verificabile per tali settori (esclusa l'industria alimentare) nello stesso anno a livello nazionale (2,4). Il fabbisogno energetico regionale dei settori agricolo e forestale è soddisfatto per il 76% da prodotti petroliferi, per 19% da elettricità e per il restante 5% da gas.

TAVOLA 17 - CONSUMI DI ENERGIA TOTALI E FINALI PER SETTORE E PER ANNO, IN ITALIA

valori in ktep

Indicatori	2018	2017	2016	2015	2014	2010	2005	1990	Variazioni (%)	
									1990-2018	2014-2018
Consumo interno lordo	154.397	156.862	154.278	155.730	149.846	176.845	189.445	148.134	4,2%	3,0%
Energia disponibile per impieghi finali	119.953	121.174	116.754	117.629	113.958	131.728	139.592	115.095	4,2%	5,3%
Consumo finale a usi energetici - totale, di cui:	114.422	113.611	111.555	112.108	108.848	123.053	131.509	104.522	9,5%	5,1%
industria totale, di cui:	24.302	24.926	25.089	24.853	24.739	29.015	37.212	34.093	-	-1,8%
industria alimentare, bevande e tabacco	2.800	2.853	2.824	2.708	2.737	2.777	3.444	2.104	33,1%	2,3%
trasporti	35.579	34.525	35.815	36.374	37.009	38.566	41.839	32.707	8,8%	-3,9%
altri settori - totale, di cui:	54.540	54.160	50.651	50.880	47.100	55.472	52.459	37.722	44,6%	15,8%
commercio e servizi pubblici	19.338	18.242	15.440	15.391	14.667	16.979	15.053	8.174	136%	31,9%

Indicatori	2018	2017	2016	2015	2014	2010	2005	1990	Variazioni (%)	
									1990-2018	2014-2018
residenziale	32.056	32.899	32.185	32.494	29.546	35.393	33.922	26.061	23,0%	8,5%
agricoltura e selvicoltura (*)	2.798	2.696	2.650	2.663	2.585	2.940	3.321	3.109	-	8,3%
pesca	234	222	221	188	191					
settori non specificati	113	102	155	143	111	160	162	379	70,1%	1,7%
Indicatore C42: a) consumi totali in agricoltura, selvicoltura e industria alimentare, bevande e tabacco (ktep)	5.598	5.548	5.474	5.371	5.321	5.717	6.765	5.213	7,4%	5,2%
Indice (%): C42/consumi totali finali a uso energetico	4,9%	4,9%	4,9%	4,8%	4,9%	4,6%	5,1%	5,0%		
Indicatore Aggiuntivo: consumi totali in agricoltura e selvicoltura (ktep)	2.798	2.696	2.650	2.663	2.585	2.940	3.321	3.109	-10 %	8,3%
Indice (%): Indicatore aggiuntivo/consumi totali finali a uso energetico	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%	2,5%	3,0%		

SAU (1000 ha)	12.909	13.006	12.843	12.661	12.720	12.885
aree forestali per utilizzazione di legno (1000 ha) (**)	8.216	8.216	8.216	8.216	8.216	7.979
totale aree agricole e forestali (1000 ha)	21.125	21.222	21.059	20.877	20.936	20.864
Indicatore C42: b) consumi totali in agricoltura, e selvicoltura per unità di superficie (Kg/ha)	132,5	127,0	125,8	127,6	123,5	140,9

(*) negli anni 2010, 2005, 1990 include il settore della pesca - (**)"Forest available for wood supply" stimata da EUROSTAT per l'anno 2015 (ultimo disponibile) e assunta come costante negli anni successivi - Fonte: EUROSTAT - energy statistics ed ISPRA -Banca dati indicatori ambientali (vari anni)

TAVOLA 18 - CONSUMI FINALI (DOMANDA) DI ENERGIA PER SETTORE ECONOMICO IN EMILIA ROMAGNA*Valori in ktep (migliaia di tonnellate equivalenti di petrolio)*

Indicatori	2017	2016	2016	2014	2008
fonti	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)
Consumo finale di energia totale, di cui:	13.089	12.177	12.275	14.394	13.537
Industria	4.068	3.756	3.756	5.182	4.279
Trasporti	3.829	3.446	3.545	3.905	3.891
Servizi + residenziale	4.746	4.572	4.572	4.890	4.948
Agricoltura e foreste (+pesca nel 2016 e 2008)	398	395	397	390	419
Pesca	18			10	
Altri settori non specificati	25	7	6	8	

(1) Rapporto energia dell'Emilia-Romagna (2020) - Osservatorio Energia Emilia-Romagna – ARPAE. (2): Rapporto annuale efficienza energetica (2019) – ENEA – (3): Banca dati indicatori ambientali – ISPRA. (4): Bilanci energetici regionali (sintetici) - Osservatorio regionale energia di ARPAE - https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=1087&idlivello=1048

SINTESI dei risultati delle analisi svolte nell'ambito dell'OS 4

ADATTAMENTO AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

1. Il **cambiamento climatico** in atto a livello globale, si manifesta in Emilia-Romagna con i seguenti principali segnali:
 - ✓ *significativa tendenza all'aumento delle temperature* minime e massime, associato a una variazione significativa dei valori estremi, con aumento durante la stagione estiva delle cd "onde di calore" e maggiore presenza di eventi di gelo tardivo, dannosi in quanto spesso successivi a inverni miti e primavere con temperature medie tendenzialmente in crescita;
 - ✓ *debole tendenza negativa della piovosità annuale*, con diminuzione delle precipitazioni estive, invernali e primaverili e un aumento di quelle autunnali; trend positivo dei valori estremi nel periodo estivo, quali il numero massimo consecutivo di giorni senza precipitazioni o l'aumento della frequenza degli eventi di pioggia intensa.

I modelli previsionali confermano il perdurare di tali tendenze nel futuro (periodo 2021-2050), la cui accentuazione dipende dallo scenario emissivo assunto.
2. Il principale **impatto del cambiamento climatico** con riferimento alle componenti biofisiche è in Emilia-Romagna relativo al **ciclo dell'acqua**: l'incremento della domanda, in particolare per irrigazione, a fronte di una minore disponibilità di risorsa a condizioni infrastrutturali invariate porterà, da un lato, al non soddisfacimento dei fabbisogni idrici, dall'altro, all'accentuazione di problematiche ambientali, come la minore qualità ecologica e chimica dei corpi idrici.
3. Per il **sistema forestale** regionale, i principali rischi legati all'incremento delle temperature e alla maggiore intensità dei fenomeni estremi sono la perdita di biodiversità, la maggiore frequenza degli incendi, l'incremento dei processi di erosione del suolo e il dissesto idrogeologico, possibile variazione delle caratteristiche, riduzione o perdita degli habitat, con diminuzione della biodiversità, modifica della composizione delle popolazioni vegetali e animali, diffusione di specie invasive.
4. Per il **settore agricolo** regionale, si registrano maggiori rischi nella riduzione delle rese nelle colture irrigue primaverili-estive e frutticole, oltre alla riduzione delle superfici coltivabili idonee per produzioni di qualità destinabili all'agroindustria. Nel settore zootecnico, le peggiori condizioni termiche con maggior rischio di stress in estate avranno impatti negativi sulla quantità e sulla qualità del latte e delle carni e quindi su quella dei prodotti tipici di filiera; rischi indiretti anche per la minore potenzialità produttiva e qualitativa delle foraggere; a livello aziendale, una maggiore complessità tecnica nella gestione delle coltivazioni e degli allevamenti, con aumento del fabbisogno di formazione e di consulenza.
5. I **danni (assicurati) nel settore agricolo derivanti da calamità naturali** per l'Emilia-Romagna aumentano in modo rilevante negli ultimi cinque anni (2015-2020) in termini di produzione fisica (+286%) e di corrispondente valore economico (+267%). Ciò in sintonia con la tendenza verificata a livello nazionale e che riguarda anche l'evoluzione in crescita dei danni "non assicurabili" (D.lgs. 102/2004)

MITIGAZIONE AL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Nel 2017 l'**emissione dell'agricoltura** esclusi gli assorbimenti nella Regione Emilia-Romagna sono pari al 7,4% delle emissioni totali, in linea con il valore Nazionale pari al 7,2%.

Il contributo dell'Agricoltura alle emissioni Regionali (esclusi gli assorbimenti) si è ridotto negli ultimi 25 anni passando dal 10,3 % del 1990 al 8,7% del 2015.

L'indicatore **Comune di Contesto C45** considera il totale delle emissioni del settore agricolo comprensivo degli assorbimenti del settore LULUCF per le sole colture e dei pascoli (cropland e grassland) e non considera gli assorbimenti del settore forestale. Bisogna osservare che sebbene gli assorbimenti delle colture e dei pascoli, non siano ancora vincolanti, lo saranno a partire dal 2022 (Dec. 529/13), ISPRA fornisce a tutt'oggi delle stime su questi due settori (cropland e grassland) considerando la variazione degli assorbimenti/emissioni a seguito dei cambiamenti dell'uso del suolo avvenuti nell'anno. Dai dati ISPRA sugli Assorbimenti/emissioni del comparto LULUCF delle "coltivazioni" e delle "praterie" risulta che la RER è quella tra le principali regioni del nord in cui le emissioni delle "coltivazioni" risultano superiori agli assorbimenti delle "praterie" al contrario delle altre regioni in cui: in Veneto c'è un sostanziale pareggio mentre in Lombardia, Friuli e Piemonte gli assorbimenti delle praterie superano le emissioni delle "coltivazioni", mostrando pertanto un bilancio a favore degli assorbimenti del settore LULUCF non forestale.

L'**indicatore di contesto C45** risulta in Emilia-Romagna pari a 3,7 Mt nel 2015 e rappresenta il 10% delle emissioni totali (era il 16,6% nel 1990), percentuale superiore alla media nazionale (6,8%) ma inferiore al valore UE-27 (12,7%).

In termini di contributi delle singole voci del settore agricolo nella regione si osserva che nel 2015 la fermentazione enterica degli allevamenti contribuisce per il 38%, il 20% è dovuto alle coltivazioni senza fertilizzanti (dove vengono considerate le concimazioni organiche), il 16% ai concimi minerali, il 15% alla gestione delle deiezioni ed il restante 2% alle risaie.

Rispetto alle altre regioni la RER, in termini di sole emissioni si posiziona terza dopo la Lombardia ed il Piemonte, poco sopra il Veneto, ma in termini di trend rispetto alle altre regioni del nord è quella che riduce maggiormente le emissioni nel periodo 1990-2017.

ENERGIA SOSTENIBILE

1. La produzione in Emilia-Romagna di **energia elettrica da fonti rinnovabili (FER)** nel 2018 è complessivamente di 6.058 GWh, il 28% della produzione elettrica lorda e al 22% dei consumi elettrici regionali; si conferma la tendenza in crescita iniziata nel 2007-2008 che dovrebbe consentire di raggiungere gli obiettivi definiti per il 2020 e il 2030 a livello comunitario, nazionale (burden sharing) e regionali (PER 2030). definito dal PER di coprire con le FER il 27% dei consumi elettrici entro il 2030.
2. I **consumi finali (diretti) di energia termica proveniente da FER** in Emilia-Romagna raggiungono nel 2018 i 18.91 TJ (TeraJoule), in costante aumento negli ultimi anni; contribuiscono principalmente le "pompe di calore" (56%) e le biomasse solide (40%), quest'ultime con valori variabili in funzione dell'andamento meteorologico e della conseguenza domanda di legna da ardere e pellet, ad uso residenziale. Il Rapporto di monitoraggio (2019) del PER evidenzia le alte potenzialità di sviluppo e il decisivo contributo che esse possono fornire alle finalità strategiche regionali in campo energetico.

3. **L'energia (elettrica + termica) da FER di origine agricola e/o forestali** (Indicatore comune C.41) prodotta in Emilia-Romagna risulta pari – secondo la stima svolta – a 1.294 ktep, circa il 40% dell'energia derivante complessivamente da FER; si evidenzia l'importanza nella regione dell'uso energetico di biomasse solide (legna ad ardere principalmente, oltre pellet e carbone vegetale) che coprono circa il 60% della produzione da FER e del biogas (il 20%), elemento questo caratterizzante l'Emilia-Romagna (come altre regioni con elevata diffusione della zootecnia) rispetto al panorama nazionale.
4. **i consumi energetici nazionali in agricoltura, selvicoltura e industria alimentare, bevande e tabacco** (Indicatore C.42) sono nel 2018 pari a 5.598 ktep, il 4,9% dei consumi totali; a partire dal 2014 (successivamente alla crisi economica del 2008-2009) si verifica una crescita nel valore assoluto e una continuità in quello percentuale; **i consumi energetici in Emilia-Romagna nei soli settori agricolo e forestale**, esclusa l'industria alimentare, sono stimati per l'anno 2017 (ultimo disponibile) in 398 ktep, circa il 3% dei consumi finali totali di energia.

SWOT

Punti di forza (STRENGTH)	Punti di debolezza (WEAKNESS)
<p>S1 Consolidato sistema di strutture specialistiche di supporto e assistenza in ambito fitosanitario e agrometeorologico</p> <p>S2 Buona diffusione di sistemi irrigui aziendali ad efficienza medio-alta e diffuso utilizzo di SSD (es. IRRINET) per l’ottimizzazione dei tempi e dei volumi irrigui</p> <p>S3 Consistente riduzione, nell’ultimo ventennio, delle emissioni di metano e protossido di azoto, per effetto della razionalizzazione degli allevamenti, della gestione efficiente degli effluenti e della riduzione di impiego di fertilizzanti di sintesi</p> <p>S4 Crescita negli ultimi 10 anni della produzione di energia da fonti rinnovabili e della quota da biomasse agricole e forestali, in linea con gli obiettivi per il 2030 del Piano energetico regionale</p>	<p>W1 Incremento negli ultimi anni dei danni alle produzioni agricole da eventi meteo-climatici estremi (quali siccità, ondate di calore, grandine, gelate tardive) e rigidità all’adattamento al CC delle produzioni regolate da specifici disciplinari (DOP, IGP)</p> <p>W2 Alta vulnerabilità al cambiamento climatico del distretto idrografico del fiume Po (da cui dipende la maggior parte dell’agricoltura regionale) nel ciclo dell’acqua per effetto della alterazione della distribuzione stagionale delle precipitazioni, aumento delle temperature e degli usi idrici</p> <p>W3 Approvvigionamenti idrici per l’agricoltura inferiori ai fabbisogni</p> <p>W4 Aree marginali regionali con prevalenza di aziende di piccole-medie dimensioni, alta età media degli agricoltori e ridotti investimenti in conoscenza, con minori capacità di adattamento e mitigazione al cambiamento climatico</p> <p>W5 Nel comparto LULUCF le emissioni di GHG dalle “cropland” sono maggiori degli assorbimenti nelle “grassland”, però con trend di questi ultimi in crescita</p> <p>W7 Rete infrastrutturale irrigua con efficienza sub-ottimale e non sufficientemente diffusa a livello territoriale</p> <p>W8 Limitata diffusione di bacini di raccolta delle acque piovane di scolo a uso irriguo</p> <p>W9 Incidenza dei consumi energetici finali in agricoltura e selvicoltura sul totale maggiori all’analogo valore medio nazionale</p>

Opportunità (OPPORTUNITY)	Minacce (THREAT)
<p>O1 Azioni in atto di adattamento e di tutela delle risorse idriche tramite la pianificazione regionale e il PNRR</p> <p>O2 Azioni di adattamento previste nella Strategia regionale; attività dell'Osservatorio regionale; sviluppo in ambito regionale di "Servizi climatici" in risposta alle necessità di adattamento e prevenzione</p> <p>O3 Possibilità di introdurre nella regione nuove colture agricole o di estendere l'areale di produzione di quelle già presenti</p> <p>O4 Decisione Ue 529/13, che a partire dal 2022 vincola gli Stati membri a tener conto, nella contabilizzazione del carbonio nel comparto LULUCF, anche delle tecniche colturali</p> <p>O5 Possibile accesso al mercato dei crediti di carbonio da parte delle aziende agricole, attraverso la monetizzazione degli stock di carbonio</p> <p>O6 Azioni per il risparmio energetico e la copertura di consumo con fonti rinnovabili previste dal Piano Energetico Regionale 2030 (nello "scenario obiettivo").</p> <p>O7 Incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti da fonti di energia rinnovabili attraverso il DM 4 luglio 2019</p> <p>O8 Futura regolamentazione regionale per la disciplina degli scarichi, che consentirà l'utilizzazione a scopo irriguo delle risorse idriche derivanti dal sistema di depurazione civile e industriale</p> <p>O9 Sviluppo di filiere di raccolta e di nuove tecnologie per un uso sostenibile dei sottoprodotti e dei residui di coltivazione offerte dall'agricoltura (produzione di energia)</p> <p>O10 Possibilità di aumentare la produzione energetica in agricoltura e ridurre le emissioni con lo sviluppo dell'agrofotovoltaico</p> <p>O11 Potenzialità per l'ottimizzazione della dieta animale per la riduzione delle emissioni di metano da fermentazioni enteriche</p>	<p>T1 Aumento del rischio di competizione nell'uso della risorsa idrica tra le diverse utilizzazioni</p> <p>T2 Aumento della frequenza dei fenomeni meteo-climatici avversi, con danni alle coltivazioni e alle foreste, e dell'incertezza sugli andamenti stagionali</p> <p>T3 Rischio di diffusione di specie vegetali alloctone invasive e di nuovi fitopatogeni e aggravamento dei problemi sanitari (fitopatie, funghi micotossinogeni, epizoozie) favoriti dal mutamento delle condizioni climatiche</p> <p>T4 Maggiori rischi di incendi boschivi</p> <p>T5 Incompletezza di dati sulle emissioni di gas serra a livello regionale e carenza di armonizzazione delle metodologie di stima delle emissioni</p> <p>T6 In conseguenza delle modificazioni climatiche possibile incremento dei picchi di fabbisogni energetici (in particolare nel periodo estivo) e concomitante insufficiente disponibilità energetica</p>

<p>O12 Potenzialità di ulteriore sfruttamento energetico delle biomasse agricole e forestali regionali (Mappa Regionale Della Potenzialità Energetica Legnosa Forestale Utile – ARPAE e § 3.2)</p>	
---	--