

LA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI METANO IN RISICOLTURA



IN BREVE

Le sfide ambientali e climatiche attuali chiedono anche al settore risicolo di fare la sua parte. La coltivazione del riso condiziona la **qualità delle acque** e la loro **regimazione**, la **biodiversità**, e non ultimo il **riscaldamento climatico** a causa delle emissioni di metano. La riduzione delle emissioni climalteranti dei territori risicoli è necessaria, tanto quanto è necessario promuovere una maggiore efficienza nell'uso di fertilizzanti e della risorsa irrigua, una maggiore capacità di adattamento delle colture, tutelando il ruolo di serbatoio di biodiversità dell'ambiente della risaia e la **qualità del prodotto**. Per il mantenimento e la crescita del settore e della sua sostenibilità ambientale è necessario un investimento sempre maggiore in conoscenze.

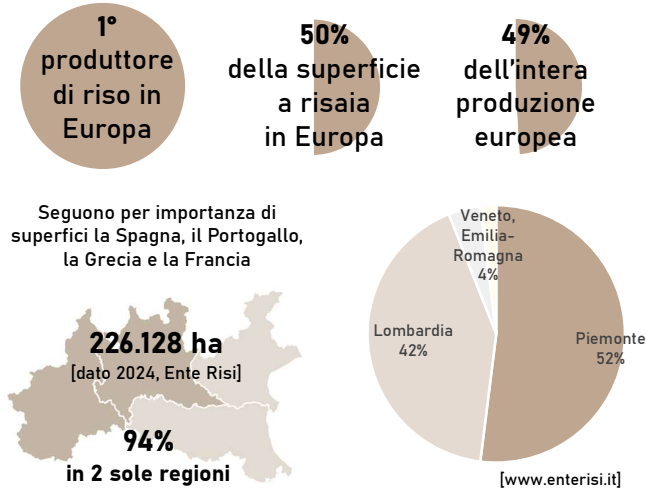
Le emissioni di metano sono dovute alle condizioni di sommersione della risaia che favoriscono la metanogenesi, in particolare nella stagione più calda. Sulle emissioni influisce la quantità di biomassa disponibile e la durata della sommersione. Pratiche irrigue come l'**irrigazione alternata - AWD -**, la **sommersione ritardata** e la **sommersione invernale** si sono mostrate particolarmente efficaci nel ridurre le emissioni.

Queste pratiche possono essere integrate anche in modelli risicoli biologici, accoppiandosi ad altre strategie di supporto della fertilità dei suoli e della biodiversità.

Più che intensificare le produzioni - sulla linea degli aiuti accoppiati - è necessario **intensificare la ricerca** su questi modelli e sulla loro applicabilità, favorendo un **percorso di qualificazione delle produzioni risicole** tramite misure che contemplino tanto gli impatti su aria, acqua e biodiversità quanto quelli climatici, nell'ambito di un miglioramento complessivo del profilo ambientale del settore. Una direzione auspicata è quella di una **transizione verso filiere di qualità - nutrizionale, ambientale, climatica -**, nella cornice di una progressiva transizione agroecologica intesa in senso inclusivo - di pratiche e modelli di produzione e di consumo -.

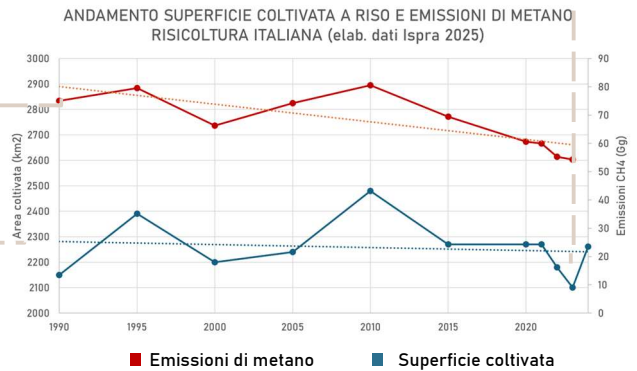
Lo sviluppo di conoscenze sulla riduzione di emissioni di metano da risicoltura si inquadra in questo percorso: per quanto il peso della risicoltura europea sulle emissioni globali da coltivazione del riso sia limitato, l'esperienza europea può contribuire allo sviluppo di strumenti di conoscenza e innovazione, di modello anche per altri contesti.

LA RISICOLTURA IN ITALIA



Nell'ultimo trentennio, le aree coltivate a riso sono tendenzialmente stabili, con importanti variazioni annuali

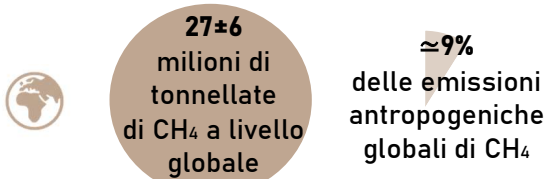
Calo nel 2022 e 2023, legato alla siccità, seguito da una risalita nel 2024



LE EMISSIONI DI METANO DA RISICOLTURA

Il riso è tradizionalmente coltivato in condizioni di **sommersione continua**: le condizioni anaerobiche strette determinano l'emissione di metano -CH₄- ad opera dei **microrganismi metanogeni** (decomposizione anerobica della sostanza organica e residui colturali).

La quota di emissione è la risultante del bilancio tra i processi di metanogenesi e metanotrofia: l'emissione dal suolo in atmosfera avviene principalmente per diffusione dai tessuti delle piante e, secondariamente, per gorgogliamento dal fondo e diffusione dal pelo libero dell'acqua (Peyron et al., 2016).

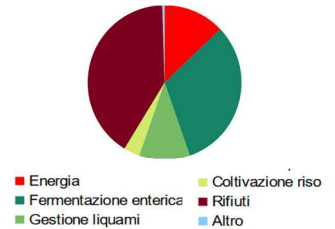


Il trend emissivo a livello globale è stabile [dati 1990-2020] (Wang et al, 2023)

L'emissione di metano è il maggior responsabile dell'impatto della risicoltura sul riscaldamento climatico (Ahmad et al, 2023)



EMISSIONI DI METANO PER SETTORE ITALIA (elab. Dati Ispra, 2025)



Il trend è in calo dal 1990 ad oggi, in particolare negli ultimi 10 anni, che hanno visto una sempre maggiore diffusione delle pratiche di **semina in asciutta**, a minore impatto emissivo rispetto alla semina in acqua e alla sommersione continua.

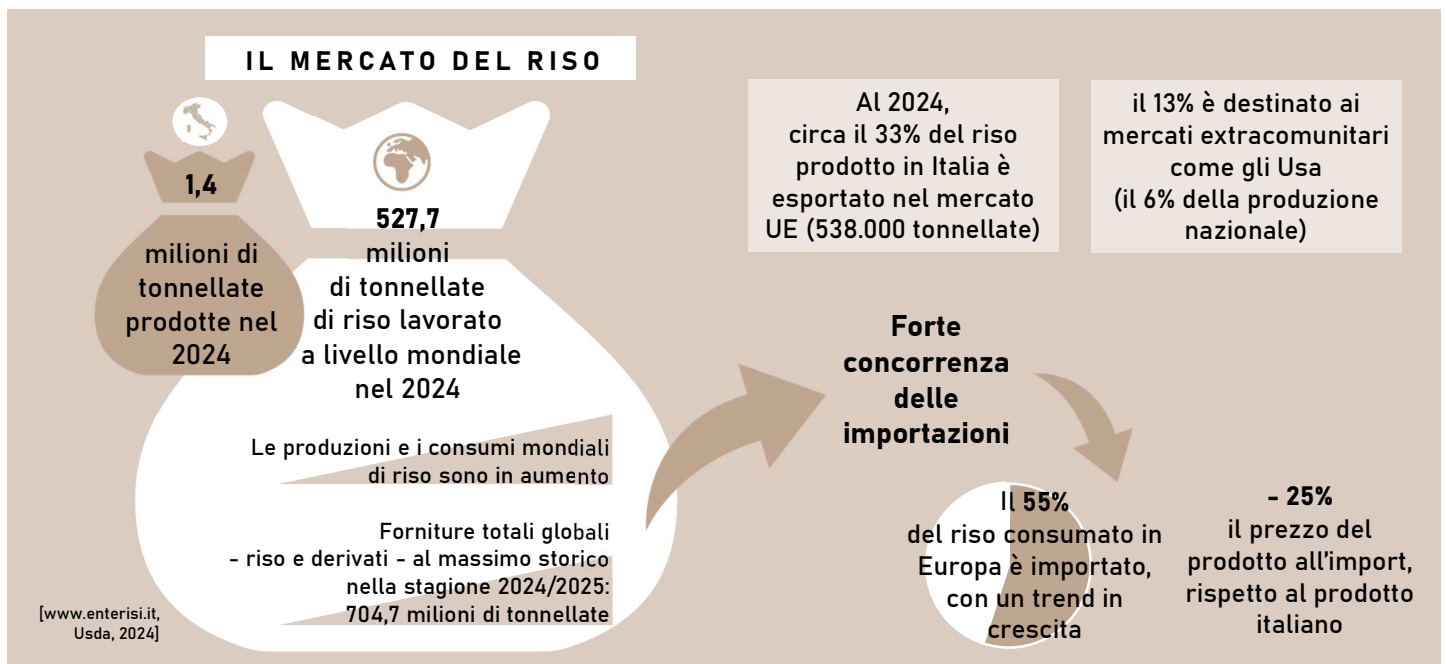
Le superfici a semina in asciutta - singola fase di aerazione iniziale del suolo - sono passate dall'1% nel 1990 al 64,1% nel 2023 (Ispra, 2025).



Ciononostante, alla semina in asciutta e alla sommersione ritardata si collegano una serie di problematiche:

- alterazione del sistema di ricarica delle falde
- maggiore fabbisogno irriguo nei mesi di giugno e agosto
- maggiore richiesta in fertilizzanti
- perdita di habitat di rilievo a livello territoriale

Questi aspetti rendono necessaria l'identificazione di soluzioni diversificate e integrate



POSSIBILI EFFETTI LOCALI DELLE EMISSIONI DI METANO DA RISICOLTURA

Nel contesto della **Pianura Padana**, con condizioni atmosferiche che favoriscono l'accumulo di inquinanti, assume rilevanza la conoscenza degli impatti delle emissioni di metano in relazione **alle concentrazioni di fondo**, soprattutto per il ruolo del metano come precursore dell'**OZONO - O₃ -**, gas tossico per persone e piante.

La mancata riduzione dei livelli di ozono attesa in virtù della diminuzione di altri precursori è riconducibile, almeno in parte, alla crescita delle concentrazioni di fondo di metano (EEA 2025a).

1/3 delle terre coltivate in Europa esposto a valori di O₃ > soglia per la protezione della vegetazione

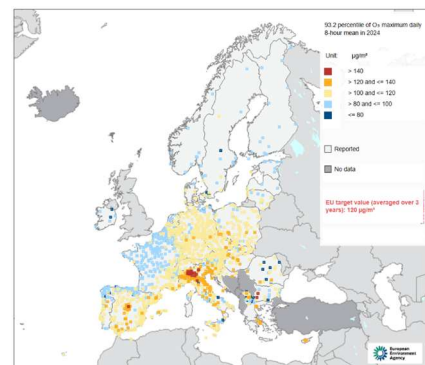
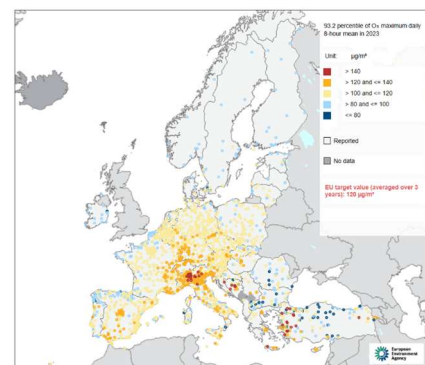
Perdita di almeno **2 miliardi di euro** nelle produzioni

[dati per Europa 2022, ETC HE 2025]

La **Pianura Padana occidentale** costituisce un macroscopico **'hotspot'** di inquinamento da ozono (EEA 2025b) a livello continentale.

In quest'area - che si sovrappone all'areale di coltivazione del riso - devono essere maggiormente concentrati gli sforzi per ridurre le emissioni di precursori dell'ozono (NO_x, NMVOCs, CO e CH₄).

A differenza degli altri precursori dell'ozono, non esiste per il metano una rete di monitoraggio delle concentrazioni atmosferiche al suolo



Massime medie mobili (calcolate su 8 ore) delle concentrazioni di ozono negli anni 2023 e 2024 (EEA 2025b)

APPROCCI DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI E LORO EFFICACIA

La produzione di metano in risaia dipende dalle condizioni di assenza di ossigeno - anaerobiosi - indotte dalla sommersione continua.

Tradizionalmente, la sommersione continua è applicata da qualche giorno prima della semina a 2-3 settimane dal raccolto.

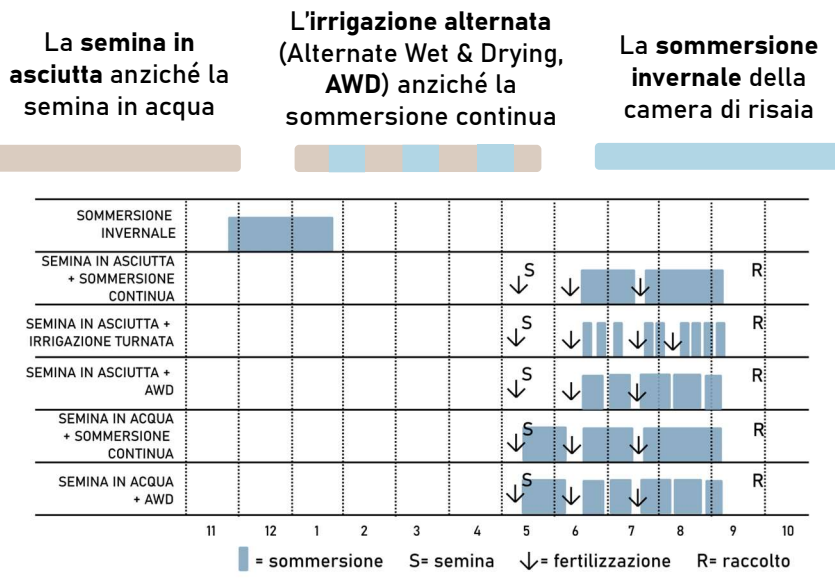
In conseguenza, le pratiche maggiormente efficaci per la riduzione delle emissioni di metano riguardano **la gestione dell'acqua in risaia**, in particolare:

L'efficacia di queste pratiche per la riduzione delle emissioni climalteranti dipende da:

Caratteristiche del contesto
(sistema irriguo e disponibilità irrigue, tipo di suolo, ecc.)

Combinazioni di queste pratiche tra di loro
(ad es. l'accoppiamento della semina in asciutta con la sommersione continua, o con l'AWD)

Combinazioni di queste pratiche con altre
(ad es. le colture di copertura invernali da sovescio)

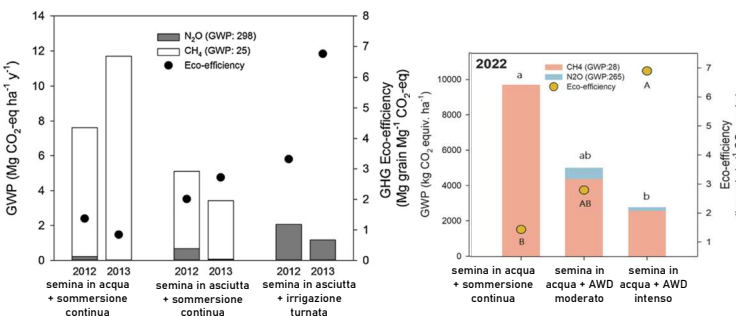


[Rielaborazione da Peyron et al, 2016]

Ritardare la sommersione della risaia di un mese può abbatte in modo significativo l'impatto climalterante.

L'irrigazione turnata può portare a una riduzione di oltre l'80% del GWP complessivo, ma comporta perdite produttive.

L'accoppiamento di sommersione invernale e irrigazione alternata è la soluzione maggiormente promettente



PRATICA	INFLUENZA SU GWP*	FONTE
Semina in asciutta + sommersione continua	-[33-73]%	Miniotti et al. 2016
	-56%	Peyron et al. 2016
Semina in asciutta + irrigazione turnata	-[70-90]%	Miniotti et al. 2016
	-83% (-100% su emissioni di CH ₄ , unici contributi dovuti a N ₂ O)	Peyron et al. 2016
Semina in acqua + AWD	-[46-54]%	Vitali et al. 2024
	(-[40-73]%) su emissioni di CH ₄)	
Sommersione invernale + AWD	-96% emissioni di CH ₄	Progetto RISOST, Ente Nazionale Risi

* Rispetto a gestione tradizionale: semina in acqua + sommersione continua

Seppur il peso delle emissioni di metano da risicoltura sia secondario rispetto ad altre fonti emmissive nazionali, l'elevato potenziale di riduzione dei fattori emmissivi raggiungibile attraverso adeguamenti gestionali rende rilevanti gli sforzi in questo campo.

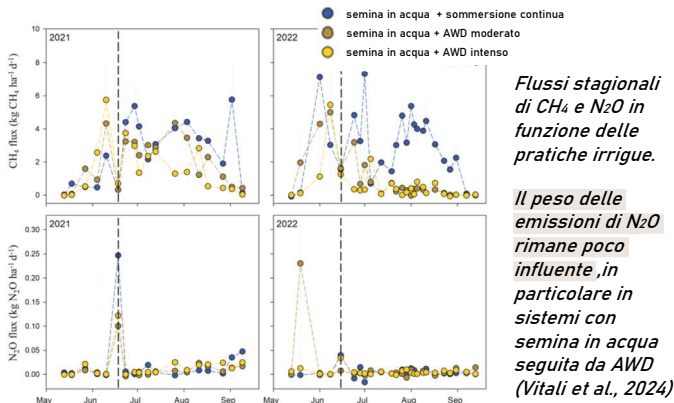
Global Warming Potential associato a diverse pratiche irrigue (Miniotti et al., 2016, Vitali et al., 2024)

RICERCARE SOLUZIONI OTTIMALI SU PIÙ LIVELLI

Ci sono alcuni importanti **trade-off** da considerare nell'applicazione di queste pratiche, affinché risultino in strategie risolutive multi-spettro

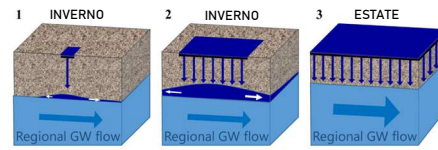
- **Il metano non è l'unico gas climalterante emesso dalle risaie**

→ Il **protossido di azoto -N₂O-**, altro gas a elevato potenziale climalterante, viene emesso dai suoli in condizioni opposte a quelle del metano, ovvero in assenza di sommersione.



- **La disponibilità della risorsa irrigua**

La sommersione delle risaie (sia invernale che estiva) ha un ruolo chiave nella **ricarica della falda acquifera** e quindi nell'efficienza dell'uso della risorsa idrica nell'arco dell'anno e nella sua disponibilità nella stagione estiva (Gilardi et al., 2023)

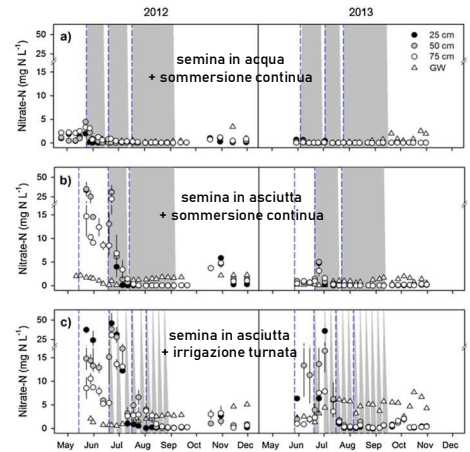


Flussi di ricarica all'acquifero freatico da aree sommerse di diversa estensione ed effetti sul livello freatico (Negri et al., 2020)

In aggiunta, i cambiamenti in corso a livello climatico rendono meno certa l'entità e la **continuità della disponibilità irrigua** nei territori risicoli, particolarmente nel periodo giugno-luglio. Questo rende diversamente praticabili strategie quali il ritorno alla semina in acqua.

- **L'influenza sulla dispersione dei nutrienti**

Le condizioni ossidanti legate ai periodi di assenza di sommersione determinano maggiori consumi in fertilizzanti: la **lisciviazione dell'azoto** aumenta a causa della nitrificazione.



Concentrazione di nitrati nella soluzione del suolo in funzione delle pratiche irrigue; in grigio i periodi di sommersione (Miniotti et al., 2016)

- **Biodisponibilità di metalli pesanti**

Con la sommersione aumenta la biodisponibilità di **Arsenico**; in assenza d'acqua aumenta quella del **Cadmio**. In funzione della predisposizione locale, occorre una modulazione ad hoc delle fasi di asciutta per limitarne l'accumulo (Carrijo et al., 2022).

- **L'impatto sulla biodiversità**

Le risaie allagate rappresentano un **habitat di riferimento** per numerose specie ornitiche, anfibi, insetti, crostacei, vegetali anche di interesse comunitario.

L'interruzione della sommersione, se non mitigata, impatta fortemente sulla biodiversità associata ai territori risicoli. Per moderare gli impatti, occorre garantire il mantenimento di **ecosistemi di margine permanentemente allagati** nell'arco della stagione irrigua (come i fossi perimetrali), che costituiscano aree rifugio per le specie acquatiche

- **L'influenza sulla produttività**

Un'irrigazione intermittente influenza il grado di **accestimento** e la competitività della **flora spontanea**; se non basata sullo **stato idrico del suolo** ma su turni fissi dettati da esigenze gestionali in molti casi può portare a perdite di produzione (Miniotti et al., 2016).

Il bilanciamento dei diversi effetti condiziona l'efficacia e le possibili controindicazioni delle azioni volte a ridurre il contributo climalterante della risicoltura

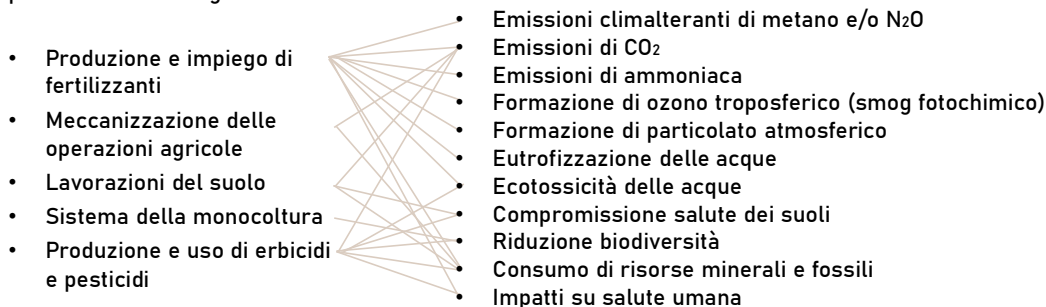
PUNTI DI FORZA, LIMITI E POSSIBILI SOLUZIONI

Sintesi dei punti di forza, limiti e possibili soluzioni adottabili per supportare l'efficacia delle diverse pratiche di gestione dell'acqua in risaia, in riferimento al loro impatto sulle emissioni climateranti e relativi trade-offs (Peyron et al 2001, Miniotti et al., 2016; Vitali et al 2024, Negri et al., 2019-2020, Vaglia et al., 2022, Zoli et al., 2021-2022, Wang et al., 2023, Bacchetti et al, 2016)

PRATICA	PUNTI DI FORZA	LIMITI	POSSIBILI SOLUZIONI
Semina in asciutta	<ul style="list-style-type: none"> - contiene impatto emissivo nella prima fase della stagione produttiva - agevola la decomposizione dei residui organici in condizioni ossidanti - riduce disponibilità di sostanza organica decomponibile all'inizio della stagione produttiva: minori input di sostanza fermentabile al momento della sommersione - migliori prestazioni produttive in suoli molto sciolti che rendono più difficoltose e dispendiose le pratiche di sommersione continua 	<ul style="list-style-type: none"> - aumento delle concentrazioni di nitrati (NO₃⁻) nella soluzione del suolo e in falda - maggiore ossidazione carbonio organico del suolo - mancata ricarica della falda nella prima fase della stagione produttiva - maggiore suscettibilità a siccità estive - maggiore suscettibilità al brusone del riso e al freddo 	<ul style="list-style-type: none"> - gestione appropriata della fertilizzazione - interrimento dei residui colturali tramite sovescio - adozione di colture intercalari da sovescio per ottimizzare in contemporanea il bilancio del carbonio in risaia - accoppiamento con sommersione invernale per ridurre impatti sulla falda - privilegiare nelle aree più a valle dei distretti irrigui per ridurre impatto sulla ricarica della falda - alternare anni a diversa gestione per lotta integrata a malerbe
Irrigazione turnata	<ul style="list-style-type: none"> - abbate le emissioni di metano riducendo significativamente il GWP - minore biodisponibilità di Arsenico rispetto a AWD 	<ul style="list-style-type: none"> - importanti perdite di produzione - maggiore ossidazione carbonio organico del suolo - maggiore biodisponibilità di Cadmio rispetto AWD - aumento delle concentrazioni di nitrati (NO₃⁻) nella soluzione del suolo e in falda - minore ricarica della falda - maggiore suscettibilità al brusone del riso e al freddo 	<ul style="list-style-type: none"> - Sostituzione dei turni fissi con turni guidati dal contenuto idrico del suolo (AWD)
Semina in acqua + sommersione alternata - AWD-	<ul style="list-style-type: none"> - abbate impatto emissivo della stagione produttiva - ricarica della falda nella prima parte della stagione irrigua (aprile-maggio) - maggiore efficienza nell'uso della risorsa irrigua - riduzione del picco di richiesta irrigua a giugno e luglio - gestione irrigua più praticabile in suoli sciolti - minore biodisponibilità di Arsenico rispetto a sommersione continua - mediamente non comporta perdite di produttività - può aumentare la produttività di alcune varietà di riso 	<ul style="list-style-type: none"> - ad oggi poco praticata, da testare l'implementazione diffusa - richiesta competenza e maggiore manodopera (camparo) e/o investimenti tecnologici in automazione - dipende dalla disponibilità irrigua stagionale - limiti in aziende con terreni poco accorpati - maggiore biodisponibilità di Cadmio e Nickel rispetto a sommersione continua - aumento delle concentrazioni di nitrati (NO₃⁻) nella soluzione del suolo e in falda - può ridurre la produttività di alcune varietà di riso - la maggiore efficienza in termini di mitigazione delle emissioni totali mostra un'elevata variabilità interannuale rispetto alla sommersione continua - maggiore ossidazione del carbonio organico del suolo 	<ul style="list-style-type: none"> - pianificazione a livello consortile - gestione mirata di diversi livelli di intensità dei cicli di AWD, in funzione di cultivar, suolo, livelli della falda, fasi fenologiche - impiego di varietà meno suscettibili all'accumulo di Cadmio e Nickel - introdurre un periodo di sommersione continua dalla botticella alla maturazione lattea/cerosa (circa 20/30 giorni) per ridurre l'accumulo di Cd in granella - impiego di varietà meno suscettibili a cambiamenti fenologici e stress idrico - suoli maggiormente limosi o argillosi preferibili per la riduzione degli stress idrici e una migliore affermazione degli apparati radicali - gestione appropriata della fertilizzazione - maggiormente adatta in aziende con terreni accorpati - alternare anni a diversa gestione per lotta integrata a malerbe
Sommersione invernale	<ul style="list-style-type: none"> - agevola la decomposizione dei residui organici in condizioni inidonee alla metanogenesi (temperature ridotte) - riduce disponibilità di sostanza organica epigea decomponibile all'inizio della stagione produttiva: minori input di sostanza fermentabile al momento della sommersione - non altera la frazione organica ipogea - efficace riduzione degli impatti emissivi anche quando accoppiata alla semina in acqua tradizionale - ricarica invernale della falda - supporto a biodiversità 	<ul style="list-style-type: none"> - non compatibile con colture invernali da sovescio - eventuali limiti di disponibilità irrigua, soprattutto su suoli sciolti 	<ul style="list-style-type: none"> - privilegiare nelle aree più a monte dei distretti irrigui per ottimizzare l'effetto di ricarica della falda - alternare anni a diversa gestione per lotta integrata a malerbe

MITIGARE LE EMISSIONI NELLA CORNICE DELLA TRANSIZIONE AGROECOLOGICA

Oltre agli effetti climalteranti delle emissioni di metano durante la sommersione, gli impatti ambientali della risicoltura sono prevalentemente legati a:



Un approccio mitigativo unicamente incentrato sulla riduzione delle emissioni di metano rischia di acuire altri fattori di impatto ambientale connessi alla risicoltura.

[Bacenetti et al., 2016]

IL RUOLO DEL BIOLOGICO - PER UN APPROCCIO INTEGRATO

La **risicoltura biologica** lavora alla mitigazione di questi aspetti coniugando in maniera variabile tra loro le seguenti pratiche:

- Riduzione degli input esterni
- Impiego di fertilizzanti organici
- Impiego nullo di pesticidi e erbicidi di sintesi
- Controllo meccanico della flora infestante le colture (strigliatura, erpicatura a molle, rullatura)
- Pacciamatura verde
- Impiego di colture di copertura
- Minima lavorazione del suolo
- Diversificazione colturale tramite rotazioni
- Impiego di cultivar locali e/o storiche
- Sommersione continua



La combinazione, contesto-specifica, di queste pratiche può portare a una **riduzione degli impatti ambientali complessivi fino al 40%**

Si tratta di benefici non trascurabili, di sicuro rilievo a **livello locale e regionale, a maggior ragione in un contesto ambientale critico, per rilevanza dei fattori di pressione, qual è quello padano**

La minore produttività media della risicoltura biologica ne influenza negativamente la valutazione degli impatti. Quando viene utilizzata, come unità di paragone degli impatti **un'unità di prodotto**, e non di superficie, la prestazione ecologica della risicoltura biologica può risultare inferiore di quella convenzionale. Occorre dire che spesso i modelli di stima non includono o sottostimano gli effetti su biodiversità, conservazione di habitat, salute del suolo.

E' in ogni caso molto promettente l'aumento progressivo della produttività in biologico legato all'affinamento delle pratiche.

[Bacenetti et al., 2016, Vaglia et al., 2022, Notarnicola et al. 2017, Zoliet et al. 2023]

	EFFETTI SU ALTRE PRATICHE	IMPATTI	BENEFICI	ELEMENTI DIRIMENTI
Fertilizzazione organica:	< fertilizzanti di sintesi < pesticidi di sintesi	> emissioni CH ₄ > formazione ozono	< eutrofizzazione delle acque < ecotossicità delle acque > biodiversità	- Produzione del compost - Utilizzo di effluenti zootecnici (in ordine: pollina, liquami suini o bovini, letame bovino)
Cover crops	< fertilizzanti di sintesi < pesticidi di sintesi		< eutrofizzazione delle acque < ecotossicità delle acque > biodiversità	- Inclusione leguminose per ridurre fertilizzazioni esterne
Pacciamatura verde:	< fertilizzanti di sintesi < pesticidi di sintesi	> emissioni CH ₄ > formazione ozono	< eutrofizzazione delle acque < ecotossicità delle acque < meccanizzazione > biodiversità	- Durata del periodo di asciutta post semina e fase di fermentazione - Possibilità di includere momenti di areazione successivi (luglio)
Controllo meccanico delle infestanti (strigliatura, erpicatura, rullatura):	< erbicidi	> meccanizzazione	> Biodiversità	- Livello di meccanizzazione richiesto - Possibilità di semina in asciutta
Sommersione continua:	< erbicidi	> emissioni CH ₄ > formazione ozono > arsenico	< cadmio > biodiversità	- Durata del periodo di sommersione continua - Possibilità di includere un momento di areazione
Minima lavorazione del suolo			< meccanizzazione > salute del suolo	
Rotazioni colturali:	< fertilizzanti di sintesi		< emissioni CH ₄ < eutrofizzazione delle acque < ecotossicità delle acque	- Integrazione con pratiche di areazione estiva per contenere flora infestante

[Bacenetti et al., 2016; Zoli et al., 2021, Vaglia et al. 2022, Yoshikawa et al., 2012]

COSA POSSONO FARE LE POLITICHE AGROAMBIENTALI

Le politiche agricole ad oggi attive **non** prevedono per la risicoltura misure esplicitamente dedicate alla riduzione delle emissioni di metano.

Eppure, la risicoltura italiana emette ca. **1,6 megatonnellate di CO₂eq.** all'anno - circa 250 kg/ha di CH₄.



Una quota che, se fosse monetizzata al valore corrente delle emissioni, equivarrebbe a cifre dell'ordine di **80.000.000 euro***

*in uno scenario di massima attivazione delle pratiche maggiormente efficaci, considerando la quotazione di 50€/ton deli crediti di CO₂.

ASPETTI DA CONSIDERARE

Diverso grado di realizzabilità nei diversi distretti irrigui

Diverse esternalità ambientali associabili

Il valore di una linea di azione coordinata a livello di politiche agroambientali per ridurre le emissioni di metano da risicoltura è evidente e giustificerebbe gli sforzi di adeguamento richiesti.

OBIETTIVI DA CONSEGUIRE

PRATICHE RACCOMANDATE

1

Ridurre il più possibile la quantità di sostanza organica labile a inizio della stagione estiva, compatibilmente con le esigenze di reintegro della fertilità organica dei suoli e in sinergia con l'equilibrio del sistema falda-acque superficiali

Senza cover crop:
Sommerione invernale
+ semina in acqua
+ eventuale sommerione ritardata
+ AWD modulata

Con cover crop:
+ semina in acqua
+ eventuale sommerione ritardata
+ AWD modulata

2

Ridurre i tempi di sommerione, in via prioritaria nella stagione estiva (> metanogenesi; > impatto su ozono troposferico), ottimizzandoli in funzione dei possibili effetti collaterali contesto specifici

AWD modulata

Sommerione ritardata

Semina in asciutta nei distretti a valle del bacino irriguo

IPOTESI PER L'INTEGRAZIONE DELLE POLITICHE ATTUALI

Le misure previste dal PSP (Piano Strategico Nazionale PAC) e in particolare dai CRS (Complementi Regionali per lo Sviluppo Rurale) delle regioni Piemonte e Lombardia, potrebbero beneficiare dell'integrazione di alcune clausole e sotto-azioni, che renderebbero le azioni attualmente supportate maggiormente virtuose anche sotto il profilo delle emissioni di metano.

SRD02 - Integrazione agli Investimenti produttivi agricoli per il clima

C) Efficientare i sistemi irrigui

Inserimento di specifica: Investimenti **tecnologici** per l'adeguamento della gestione irrigua a un modello alternato -AWD-

[Ulteriori dettagli nell'Allegato A]

SRA22 - Integrazione agli Impegni specifici risaie

Azione 1. Semina in acqua del riso

Aggiunta Sotto-Azione per accoppiamento con irrigazione alternata (AWD)

Sotto-Azione IA.1 Mantenimento stoppie di riso

Premialità aggiuntiva se accoppiata a sommerione invernale

Sotto-Azione IA.2 Sommerione invernale della risaia

Aumento della frequenza richiesta: da attuare almeno 4 volte nel quinquennio

Inserimento nuova Azione: Azione 3. Irrigazione alternata della risaia (AWD)


Inserimento nuova Azione: Azione 4. Rotazione colturale in risaia

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ahmad A., Zoli M., Latella C., Bacenetti J., 2023. Rice cultivation and processing: Highlights from a life cycle thinking perspective, *Science of The Total Environment*, Volume 871, 2023, 162079, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162079>
- Bacenetti J., Fusi A., Negri M., Bocchi S., Fiala M., 2016. Organic production systems: Sustainability assessment of rice in Italy, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 225, 2016, Pages 33-44, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.046>
- Carrijo D.R., LaHue G.T., Parikh S.J., Chaney R.L., Linquist B.A., 2022. Mitigating the accumulation of arsenic and cadmium in rice grain: A quantitative review of the role of water management, *Science of The Total Environment*, Volume 839, 2022, 156245, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156245>
- EEA, 2025a. Methane, climate change and air quality in Europe: exploring the connections, Briefing No 01/2025, 2025, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/methane-climate-change-and-air-quality-in-europe-exploring-the-connections>
- EEA, 2025b. Air Quality Status Report 2025, - Ozone O3, Air Quality download service for verified and Up To Date data, 2013-now, European Environment Agency, 2025, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025/ozone>
- Ente Nazionale Risi, 2023. Riso - Evoluzione di mercato e sue prospettive, https://www.enterisi.it/upload/enterisi/bilanci/RelazioneCompleta2023w_15916_2824.pdf
- Ente Nazionale Risi, 2024. https://www.enterisi.it/upload/enterisi/bilanci/Stlbis-2024_15916_2951.pdf
- Ente Nazionale Risi, Progetto RISOST, Percorsi agronomici innovativi per una risicoltura sostenibile, <https://www.enterisi.it/servizi/Menu/dinamica.aspx?idSezione=17505&idArea=17525&idCat=29736&ID=29736&TipoElemento=categoria>
- ETC HE, 2025. European surface ozone: the potential of mitigating methane and other precursors, 202, <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-he/products/etc-he-products/etc-he-reports/etc-he-report-2024-16-european-surface-ozone-the-potential-of-mitigating-methane-and-other-precursors>
- Gilardi G.L.C., Mayer A., Rienzner M., Romani M., Facchi A., 2023. Effect of Alternate Wetting and Drying (AWD) and Other Irrigation Management Strategies on Water Resources in Rice-Producing Areas of Northern Italy, *Water*, Volume 15, 2023, 2150, <https://doi.org/10.3390/w15122150>
- ISPRA, 2022. Il metano nell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra. L'Italia e il Global Methane Pledge. Rapporti, 374/2022, 27 settembre 2022 <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/il-metano-nell2019inventario-nazionale-delle-emissioni-di-gas-serra-l2019italia-e-il-global-methane-pledge>
- ISPRA, 2025. Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2023, National Inventory Document https://www.isprambiente.gov.it/files2025/pubblicazioni/rapporti/nid2025_italy_stampa.pdf
- Miniotti E.F., Romani M., Said-Pullicino D., Facchi A., Bertora C., Peyron M., Sacco D., Bischetti G.B., Lerda C., Tenni D., Gandolfi C., Celi L., 2016. Agro-environmental sustainability of different water management practices in temperate rice agro-ecosystems, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 222, 2016, Pages 235-248, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.010>
- Notarnicola B., Sala S., Anton A., McLaren S.J., Saouter E., Sonesson U., 2017. The role of life cycle assessment in supporting sustainable agri-food systems: a review of the challenges. *J. Clean. Prod.* 140, 399-409. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.071>
- Peyron M., Bertora C., Pelissetti S., Said-Pullicino D., Celi L., Miniotti E.F., Romani M., Sacco D., 2016. Greenhouse gas emissions as affected by different water management practices in temperate rice paddies, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 232, 2016, Pages 17-28, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.07.021>
- Said-Pullicino D., Giannetta B., Demeglio B., Missong A., Gottselig N., Romani M., Bol R., Klumpp E., Celi L., 2021. Redox-driven changes in water-dispersible colloids and their role in carbon cycling in hydromorphic soils, *Geoderma*, Volume 385, 2021, 114894, <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114894>
- Said-Pullicino D., Miniotti E.F., Sodano M., Bertora C., Lerda C., Chiaradia E.A., Romani M., 2016. Linking dissolved organic carbon cycling to organic carbon fluxes in rice paddies under different water management practices, *Plant Soil* 401, 273-290, <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2751-7>
- Usda, 2024. Rice outlook: September 2024, Economic Research Service, Situation and Outlook, Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, RCS-24H September 16, 2024, <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details?pubid=110027>
- Vaglia V., Bacenetti J., Orlando F., Alali S., Bosso E., Bocchi S., 2022. The Environmental Impacts of Different Organic Rice Management in Italy Considering Different Productive Scenarios, *Science of The Total Environment*, 853, 158365, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158365>
- Vitali A., Moretti B., Bertora C., Miniotti E.F., Tenni D., Romani M., Facchi A., Martin M., Fogliatto S., Vidotto F., Celi L., Said-Pullicino D., 2024. The environmental and agronomic benefits and trade-offs linked with the adoption alternate wetting and drying in temperate rice paddies, *Field Crops Research*, Volume 317, 2024, 109550, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109550>
- Wang J., Ciaisi P., Smith P., Yan X., Kuzyakov Y., Liu S., Li T., Zou J., 2023. The role of rice cultivation in changes in atmospheric methane concentration and the Global Methane Pledge, *Global Change Biology*, 29, 2776-2789, 2023, <https://doi.org/10.1111/gcb.16631>
- Zoli M., Paleari L., Confalonieri R., Bacenetti J., 2021. Setting-up of different water managements as mitigation strategy of the environmental impact of paddy rice, *Science of The Total Environment*, Volume 799, 2021, 149365, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149365>

ALLEGATO A. PRINCIPALI LINEE DI FINANZIAMENTO PER IL RISO NELLA PAC

Sintesi delle misure del Piano Strategico Pac (PSP) nazionale e delle azioni previste dai complementi regionali allo sviluppo rurale (CRS) delle regioni Piemonte e Lombardia associate alla risicoltura. La tabella mette in evidenza le ripercussioni in **positivo**, **negativo** o **miste** delle azioni previste sulle emissioni di metano da risicoltura, riportando delle proposte integrative che contemplino anche il tema emissivo.

	INTERVENTO	AZIONI FINANZIATE (Lombardia; Piemonte)		RELAZIONE CON PRATICHE A RIDOTTE EMISSIONI DI CH ₄
Pagamenti diretti	PD 06 - CIS(02) Sostegno accoppiato al reddito per superficie - Riso	Aiuto accoppiato al riso, coltivato secondo le regole della condizionalità rafforzata, per favorire il miglioramento della competitività del settore		Un aiuto accoppiato senza specifiche condizioni sostiene il livello emissivo attuale o superiore all'attuale
	BCAA 6: Copertura minima del suolo per evitare di lasciare nudo il suolo nei periodi più sensibili	Inerbimento spontaneo o seminato (successivo alla raccolta della coltura principale o con la massima piovosità - tra il 15 settembre e il 15 maggio successivo, per 60 giorni consecutivi -) <small>(Tutti gli agricoltori e gli altri beneficiari che ricevono pagamenti diretti a norma del capo II del regolamento UE 2021/2115 o pagamenti annuali a titolo degli articoli 70, 71 e 72, aventi superfici a seminativo e colture permanenti.)</small>		- Non compatibile con sommersione invernale - > biomassa epigea labile a inizio stagione - accoppiabile con AWD - diserbato meccanico, semina in asciutta, sommersione ritardata
Condizionalità: Buone condizioni agronomiche e ambientali (BCAA)	BCAA 7: Rotazione delle colture nei seminativi, ad eccezione delle colture subacquee	1 - effettuare una rotazione che consista in un cambio di coltura almeno a livello di parcella (eccetto nel caso di colture pluriennali, erbe e altre piante erbacee da foraggio e terreni lasciati a riposo). Sono esenti da qualsiasi obbligo le aziende con colture sommerse (come il riso).		- Rotazione in risaia migliorerebbe la gestione infestanti con AWD, riducendo uso erbicidi
SRA Impegni in materia di clima e ambiente	Intervento SRA22 Impegni specifici risaie	Una migliore gestione dell'acqua nelle risaie, per un periodo pari a 5 anni: Azione 1. Semina in acqua del riso (200 €/ha/anno) Azione 2. Riserva d'acqua per la biodiversità Sotto-azione 2.1. Realizzazione fosso all'interno della camera di risaia, con livello minimo di acqua garantito (175 €/ha/anno) Sotto-azione 2.2. Destinazione di una porzione di superficie, investita a risaia nell'anno precedente, ad area non coltivata e costantemente allagata (147,78 €/ha/anno) Impegni aggiuntivi facoltativi: IA.1. mantenimento stoppie di riso (50 €/ha/anno)		Azione 1. Accoppiabile con AWD per ridurre emissioni CH ₄ Azione 2. Compatibile con tutte le altre pratiche, migliorando sostenibilità ambientale di AWD
		IA.2 sommersione invernale della risaia (da attuare almeno due volte nel quinquennio, anche su una SOI inferiore a quella richiesta: almeno 5 cm per almeno 60 giorni nel periodo compreso fra la raccolta e la fine del mese di febbraio dell'anno seguente) (200 €/ha/anno) IA.3. rimozione meccanica vegetazione degli argini (90 €/ha/anno)		IA.1. Accoppiabile con sommersione invernale per ridurre sostanza organica labile a inizio stagione IA.2. Misura potenziabile (> 2 volte/quinquennio)
SRD Investimenti	SRD02 Investimenti produttivi agricoli per ambiente, clima e benessere animale	Investimenti, anche innovativi, mirati alla digitalizzazione dei processi, da realizzare nell'ambito del ciclo produttivo aziendale e che consentono il miglioramento delle performance climatico-ambientali Tra cui, investimenti finalizzati a: C) Efficientare i sistemi irrigui: investimenti mirati ad un uso efficiente e sostenibile delle risorse irrigue a livello aziendali: miglioramento, rinnovo e ripristino di impianti irrigui aziendali che comportino un risparmio in risorse idriche; investimenti per stoccaggio e riuso di tali risorse, anche per garantire irrigazione di soccorso in periodi di scarsa disponibilità Sovvenzione in conto capitale (60-80%), anticipo al 50%		C) Integrabile con misure di ottimizzazione della gestione irrigua per minimizzare emissioni CH ₄ in risaia: realizzazione impianti per gestione AWD e monitoraggio della falda