



## Economia circolare e sostenibilità della filiera della Pera Mantovana IGP: il progetto ESPERA

*Uno studio condotto dal Politecnico di Milano analizza le sfide affrontate dagli agricoltori, le strategie di circolarità e il ruolo delle innovazioni tecnologiche per il futuro sostenibile della Pera Mantovana IGP e del settore ortofrutticolo*

**D**a alcuni anni la filiera della pera è stata esposta a molteplici criticità che hanno causato una contrazione dell'offerta e della domanda del prodotto. La produzione europea, che nel 2023 è stata di circa 1.746.000 tonnellate, ha segnato una diminuzione del 13% rispetto al 2022. In Italia, la produzione del 2023 si attesta sulle 180.000 tonnellate, registrando un calo significativo rispetto agli anni precedenti. In particolare, secondo uno studio di Nomisma del 2023, la produzione si è ridotta del 63% rispetto al 2022 e del 75% rispetto al 2018. Dal punto di vista della domanda, l'intero settore della frutta in Italia evidenzia una contrazione dei consumi. Secondo CSO Italy, nel 2023 i consumi di ortofrutta hanno registrato 2.780.000 tonnellate, -8% rispetto al 2022. Per quanto riguarda esclusivamente il comparto frutta, nel 2023 i consumi hanno raggiunto 1.280.000 di tonnellate (-10% rispetto al 2022).

Il quadro diviene ancora più complesso se si considera il problema dello spreco alimentare, particolarmente sentito nella filiera ortofrutticola e se si considerano la ricchezza nutrizionale di questi prodotti e la loro importanza per una dieta sana ed equilibrata. Secondo i dati disponibili della FAO del 2019, il 21,6% dei prodotti, dalla raccolta alla distribuzione, finisce per essere sprecato. La complessità nella gestione della filiera ortofrutticola, è attribuibile all'alta deperibilità delle varie tipologie di frutta e verdura, alla loro eterogeneità, alle sfide nella programmazione della produzione e ai molteplici fattori esogeni che possono danneggiare i raccolti e minarne la produttività, tra cui citiamo patologie, infestanti, gelate e siccità.

### **Giulia Bartezzaghi**

Direttrice Food Sustainability Lab, Politecnico di Milano.

### **Cesare Arturo Colvara**

Ricercatore Junior Osservatorio Food Sustainability, Politecnico di Milano.

### **Chiara Corbo**

Direttrice Osservatorio Food Sustainability, Politecnico di Milano.

### **Silvia Falasco**

Dottoranda Food Sustainability Lab, Politecnico di Milano.

### **Paola Garrone**

Professoressa Business and Industrial Economics, Politecnico di Milano.

### **Niso Randellini**

Dottorando Food Sustainability Lab, Politecnico di Milano.



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

All'interno di questo contesto si inserisce il progetto "ESPERA – Economia circolare e Sostenibilità nella filiera della pera IGP del Mantovano". Finanziato dalla Regione Lombardia, il progetto – coordinato dal Politecnico di Milano e con la partecipazione dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR di Milano, il Centro Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari di Milano del CREA e l'Università degli Studi di Milano – si è prefissato come obiettivo generale il miglioramento complessivo della gestione della filiera della Pera Mantovana IGP, coniugando innovazioni tecnologiche con la riconfigurazione dei processi di produzione e distribuzione, nel contesto dei paradigmi di economia circolare e sostenibilità.

Sulla base dell'analisi della letteratura e di interviste a agricoltori e esperti, in primo luogo si è analizzato come le risposte e le dinamiche indotte dai fattori di contesto hanno determinato un aumento dei costi e una riduzione dei ricavi, con una complessiva riduzione della produzione. L'impianto di nuovi pereti emerge come sempre meno redditizio e, con alta intensità, si verificano espian- ti.

In seguito, è stato svolto un approfondimento sui diversi flussi di prodotti che costituiscono lo spreco, identificando nel dettaglio le cause del problema e le diverse opzioni per prevenire lo spreco e valorizzare eccedenze, sottoprodotti e scarti. L'analisi condotta ha evidenziato come la filiera della pera in Italia si distingue per una limitata generazione dello spreco alimentare, fenomeno riconducibile a una forte attenzione degli operatori alla prevenzione e all'adozione di pratiche di valorizzazione delle eccedenze, una volta generate, al fine di minimizzare la perdita di prodotto e di valore economico. Ciononostante, rimangono margini di miglioramento per una valorizzazione più efficiente dei prodotti e opportunità per una maggiore circolarità e sostenibilità dell'intera filiera. A questo proposito, l'indagine ha anche svolto un censimento e un'analisi delle soluzioni tecnologiche per la riduzione dello spreco. Sono stati identificati possibili interventi attraverso l'integrazione di innovazioni tecnologiche e applicazioni volte ad agevolare l'implementazione di soluzioni di economia circolare nel settore agroalimentare.

### **Metodologia**

L'indagine ha previsto una fase di ricerca della letteratura scientifica e di settore per acquisire una comprensione approfondita del contesto, seguita da interviste che hanno coinvolto attori chiave dell'intera filiera, comprese sei aziende della filiera, cinque produttori agricoli di pera e due Organizzazioni di Produttori provenienti dalle province di Mantova, Ferrara e Rovigo. Le interviste hanno esaminato le criticità e i cambiamenti a cui è esposto il settore, le caratteristiche aziendali, il processo produttivo delle pere e le sue evoluzioni più recenti, nonché la generazione, le cause e la gestione di flussi di eccedenze, sottoprodotti e scarti. Per la classificazione delle soluzio-

ni tecnologiche circolari, la ricerca ha eseguito un censimento di 50 soluzioni presenti nella letteratura scientifica e di settore, interviste a quattro esperti in ambito tecnologico e un'analisi approfondita di 36 soluzioni già disponibili sul mercato. Questo approccio metodologico ha consentito una valutazione completa e approfondita del contesto nella filiera della pera, integrando sia prospettive teoriche che le esperienze pratiche del settore.

### **Risultati**

#### Le principali cause della crisi nel settore

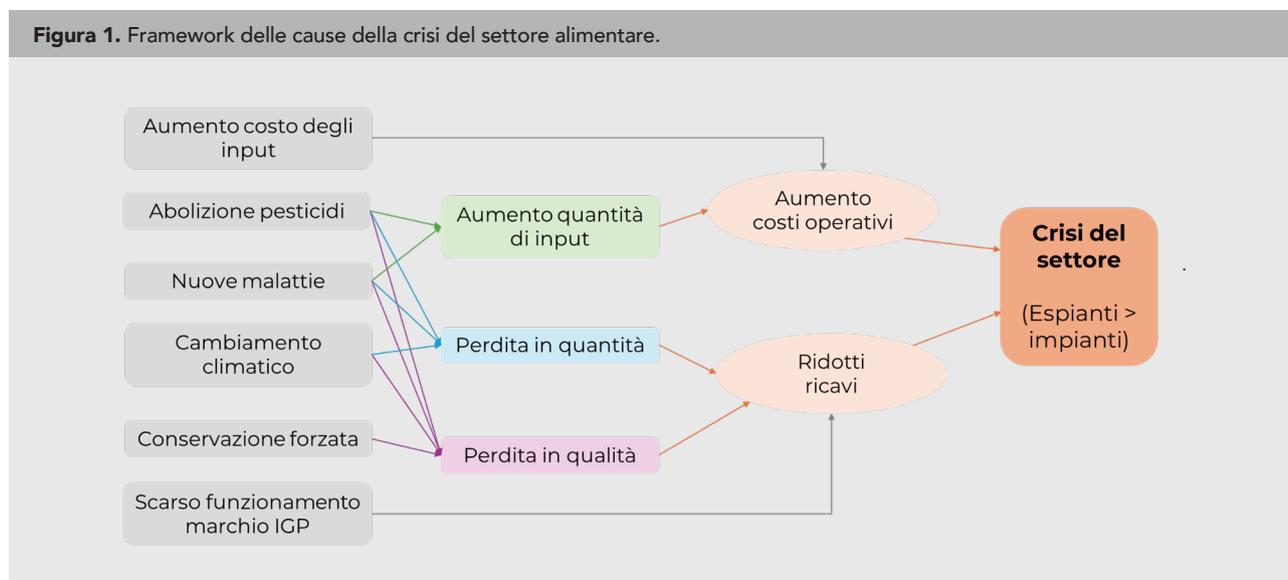
Le cause all'origine dell'instabilità del settore sono molteplici e connesse a diversi fenomeni. Nuove malattie, condizioni climatiche estreme e i divieti da parte dell'Unione Europea di alcuni agrofarmaci hanno compromesso sia la capacità produttiva che la qualità complessiva del prodotto. A sua volta, la riduzione dei volumi di pera disponibili ha causato una parziale perdita delle economie di scala, rendendo il prodotto meno competitivo e favorendo così l'ingresso di prodotti provenienti da Paesi concorrenti. Inoltre, la perdita di quote di mercato ha reso ancora più difficile la conservazione dei prodotti nelle celle frigorifere, per difficoltà nella previsione della domanda e la conseguente generazione di eccedenze di prodotto invenduto.

In aggiunta a questi fenomeni, si è verificata una disaffezione generale del consumatore al prodotto. Gli agricoltori esprimono dubbi sull'efficacia del marchio IGP, sottolineando che i costi di gestione del marchio non sembrano portare benefici o a un riconoscimento significativo da parte dei consumatori. Il sommarsi di queste concause ha fatto sì che l'impianto di pereti nella zona del mantovano non sia più redditizio come lo era in passato, generando una maggior quantità di espian- ti rispetto agli impianti (**Figura 1**).

#### Le pratiche principali per la gestione delle pere

Sono state quindi individuate tre pratiche principali per la gestione del prodotto in base alla qualità delle pere (calibro, grado di maturazione, omogeneità all'interno della partita). La prima pratica consiste nella vendita delle pere come prodotto fresco e porta ai maggiori benefici per gli agricoltori. Dalle indagini è emerso che la produzione indirizzata alla vendita di pere fresche è diminuita dall'80% della produzione nel 2021 a solo il 20-40% nel 2023, evidenziando quanto le cause precedentemente individuate abbiano impattato l'intera filiera. La conseguenza è stata un aumento di pere di seconda categoria destinate all'industria della trasformazione alimentare, utilizzate per la produzione di alimenti come pere sciropate, prodotti da forno e succhi. Sebbene questo approccio consenta la commercializzazione di pere di qualità inferiore, è da considerare che non sempre il prezzo di vendita copre i costi di raccolta per gli agricoltori. La terza strategia di valorizzazione riguarda le pere gra-

Figura 1. Framework delle cause della crisi del settore alimentare.



vemente danneggiate, le quali vengono comunemente utilizzate come fertilizzante o, in alcuni casi, destinate all'industria di produzione di alcol per recuperare una parte dei costi sostenuti.

#### Tassonomia delle tecnologie di prevenzione e gestione di eccedenze ortofrutticoli

In questo scenario, il ruolo della tecnologia è rilevante. Sul mercato, infatti stanno emergendo nuove soluzioni tecnologiche che ampliano la gamma di possibili opzioni per la prevenzione e la valorizzazione delle eccedenze nella filiera ortofrutticola. La **Tabella 1** propone una tassonomia delle tecnologie disponibili sulla base dello scopo di utilizzo e della destinazione d'uso delle eccedenze (prevenzione, riuso e redistribuzione per consumo umano, riuso per alimentazione animale, riciclo, recupero energetico).

In particolare, i sistemi di informazione e analisi dei dati possono essere adottati per fini di previsione, monitoraggio, raggruppamento e selezione. Rientrano in questo cluster i sistemi di previsione della domanda e dell'offerta di frutta e verdura basati sull'applicazione di algoritmi di machine learning, o sensori che misurano e monitorano parametri di campo, ad esempio la temperatura e il livello di umidità del suolo, al fine di supportare gli agricoltori nelle attività agricole, ottimizzando la programmazione della produzione. Le tecnologie di conservazione chimica (es. soluzioni di packaging attivo) e di conservazione meccanica (es. tecnologie di stoccaggio in atmosfera controllata) sono invece impiegate per migliorare la qualità del prodotto o per estenderne la vita residuale.

Infine, le tecnologie di trasformazione, che rappresentano la gamma più ampia di tecnologie disponibili, sono impiegate per trasformare il prodotto in un altro di maggior valore percepito di qualità e/o economico. In questo

cluster rientrano tecnologie di natura meccanica per estendere la shelf-life del prodotto, come l'essiccazione, la liofilizzazione e i sistemi di cottura a estrusione per la preparazione di snack ad alto contenuto di frutta e verdura. Tecnologie di natura biochimica o termochimica vengono invece adottate per il recupero energetico. Ad esempio, mediante il processo di gassificazione è possibile convertire la biomassa solida in gas sintetico combustibile per la generazione di energia e/o calore, o che può essere usato come materia prima per la sintesi di altri prodotti chimici. I vari tipi di tecnologie trovano diversa applicazione e livello di adozione considerando l'obiettivo specifico perseguito e lo stadio della filiera in cui tali tecnologie sono adottate.

#### **Conclusioni**

Il settore della pera sta affrontando notevoli criticità che derivano da una combinazione di fattori interni ed esterni, e che minacciano la sostenibilità economica, ambientale e sociale dell'attività produttiva. L'aumento dei costi di produzione e la diminuzione dei ricavi impattano sui guadagni degli agricoltori, e la sostenibilità dell'intera filiera è minata dagli effetti di condizioni climatiche avverse e dalla diffusione di nuove patologie. Questa situazione ha portato a un progressivo abbandono della filiera da parte di molti agricoltori, con conseguenze negative sul tessuto socioeconomico delle comunità rurali e in particolare con ripercussioni sui soggetti più fragili coinvolti nella filiera della pera.

Attraverso il progetto ESPERA sono state analizzate e categorizzate le innovazioni tecnologiche che possono contribuire alla gestione del prodotto e che favoriscono l'implementazione di soluzioni di economia circolare nel settore agroalimentare. Le tecnologie identificate possono trovare diverse applicazioni per la prevenzione e gestione di eccedenze nella filiera ortofrutticola. In

particolare, è emerso che nuovi sistemi di analisi e misurazione, sempre più accurati nella valutazione delle caratteristiche del frutto, promuovono una gestione più ottimale delle eccedenze, favorendo la trasformazione in nuovi prodotti a più lunga vita residuale e di più alto valore riconosciuto dal mercato.

L'adozione di tali innovazioni richiede una revisione degli accordi commerciali tra gli attori della filiera, al fine di garantire una più equa distribuzione dei costi e dei benefici degli investimenti.

A tal proposito, le istituzioni possono svolgere un ruolo significativo per riequilibrare i rapporti di filiera e fornire incentivi economici ai produttori. Le fasi successive della ricerca dovrebbero indagare le dinamiche per cui l'adozione di pratiche e tecnologie di economia circolare rafforzano la resilienza produttiva ed economica delle aziende agricole produttrici di frutta in Lombardia. Un'analisi approfondita in questo ambito potrebbe offrire preziose indicazioni per migliorare la sostenibilità e la prosperità nel settore della pera.

**Tabella 1.** Nuova tassonomia delle tecnologie di prevenzione e gestione delle eccedenze nella filiera ortofrutticola

Cluster tecnologico	Sottocategoria tecnologica	Obiettivo	Destinazione d'uso delle eccedenze	
Sistemi di informazione e analisi dei dati		Forecasting	Prevenzione	
		Raggruppare e ordinare	Prevenzione	
		Monitoraggio e tracciabilità	Prevenzione	
		Accesso al cibo e condivisione	Prevenzione Riutilizzo/ridistribuzione	
Conservazione chimica		Estensione della shelf-life	Prevenzione	
		Food safety	Prevenzione	
		Conservazione della qualità	Prevenzione	
Conservazione meccanica		Estensione della shelf-life	Prevenzione	
		Conservazione della qualità	Prevenzione	
Trasformazione	Trattamento meccanico	Aumentare il valore del prodotto	Riutilizzo/ridistribuzione	
			Riciclo	
	Trattamento chimico	Aumentare il valore del prodotto	Riciclo	
			Riciclo	
	Trattamento biochimico	Aumentare il valore del prodotto	Riutilizzo per consumo animale	
			Riciclo	
	Trattamento termico (termo-meccanico e termo-chimico)	Recupero di energia	Aumentare il valore del prodotto	Riutilizzo/ridistribuzione
				Riutilizzo per consumo animale
Riciclo				
Recupero energetico				
	Ridurre il volume dello spreco		Smaltimento	

---

## RIFERIMENTI RICERCA

### **Autori**

G. Bartezzaghi, C. A. Colvara, C. Corbo, S. Falasco, P. Garrone, N. Randellini

### **Hanno partecipato alla ricerca**

F. Renga, F. Rizzi, G. Scotti, A. Silvestro

### **Abstract**

Sulla base dell'analisi della letteratura e di interviste ad agricoltori e ad altri esperti, in primo luogo viene analizzato come le risposte e le dinamiche indotte da diversi fenomeni hanno determinato un aumento dei costi e una riduzione dei ricavi per gli agricoltori, che ha portato a una complessiva riduzione della produzione di pera. Nell'attuale contesto, l'impianto di nuovi pereti risulta essere poco redditizio per gli agricoltori e gli espianti sono sempre più frequenti. In secondo luogo, a partire dal riconoscimento che frutta e verdura sono produzioni soggette a un tasso di spreco alimentare alto a livello globale, è stato svolto un approfondimento sulle principali cause di generazione del fenomeno e sulle diverse opzioni per prevenire lo spreco e valorizzare eccedenze, sottoprodotti, residui e scarti. Infine, l'indagine ha svolto un censimento e un'analisi delle soluzioni tecnologiche per la riduzione dello spreco. Si propone una nuova tassonomia delle soluzioni tecnologiche innovative per la prevenzione e valorizzazione delle eccedenze generate lungo la filiera ortofrutticola. Le tecnologie identificate sono state categorizzate in termini di scopo di utilizzo e della destinazione d'uso delle eccedenze, proponendo riflessioni su quali possano essere gli interventi a fronte alle difficoltà nella filiera.

### **Bibliografia essenziale**

1. Bartezzaghi, G., Cattani, A., Garrone, P., Melacini, M., & Perego, A. (2022). Food Waste Causes in Fruit and Vegetables Supply Chains. *Transportation Research Procedia*, 67, 118-130.
2. Cattani, A., 2021. Food Waste along the Fruit and Vegetable Supply Chain. A case Study of PGI Pears.
3. Ciccullo, F., Cagliano, R., Bartezzaghi, G., & Perego, A. (2021). Implementing the circular economy paradigm in the agri-food supply chain: The role of food waste prevention technologies. *Resources, Conservation and Recycling*, 164.
4. European Commission Joint Research Center (2020). Brief on food waste in the European Union.
5. FAO. 2011. Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome.
6. Garrone, P., Melacini, M., & Perego, A. (2013). Feed the hungry: The potential of surplus food recovery.
7. Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J., Wright, N., Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115.
8. Raak, N., Symmank, C., Zahn, S., Aschemann-Witzel, J., & Rohm, H. (2017). Processing- and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain. *Waste management*, 61, 461-472.
9. Richter, B., & Bokelmann, W. (2016). Approaches of the German food industry for addressing the issue of food losses. *Waste management*, 48, 423-429.
10. Scandurra, F., Salomone, R., Sandra, C., Gulotta, T. (2023). The maturity level of the agri-food sector in the circular economy domain: A systematic literature review. *Environmental Impact Assessment Review*, 100, 107079.
11. Teigiserova D., Hamelin, L., Thomsen, M. (2020). Toward transparent valorization of food surplus, waste and loss: Clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. *Science of the Total Environment*, 706, 136033.
12. WRAP. (2011). Fruit and vegetable resource maps: Mapping fruit and vegetable waste through the retail and wholesale supply chain. Resource Maps (RSC-008).
13. [www.fruitlogistica.com/fruit-logistica/downloads-alle-sprachen/european\\_statistics\\_handbook\\_2024.pdf](http://www.fruitlogistica.com/fruit-logistica/downloads-alle-sprachen/european_statistics_handbook_2024.pdf)
14. [rivistafrutticoltura.edagricole.it/colture/melo/prognosfruit-2023-mele-pere/](http://rivistafrutticoltura.edagricole.it/colture/melo/prognosfruit-2023-mele-pere/)
15. [www.csoservizi.com/servizi/statistiche-di-produzione-e-mercato/](http://www.csoservizi.com/servizi/statistiche-di-produzione-e-mercato/)
16. [www.corriereortofrutticolo.it/2024/01/15/la-pera-in-prognosi-riservata-in-5-anni-persi-tre-frutti-su-quattro/](http://www.corriereortofrutticolo.it/2024/01/15/la-pera-in-prognosi-riservata-in-5-anni-persi-tre-frutti-su-quattro/)
17. [food.ec.europa.eu/safety/food-waste/eu-actions-against-food-waste/food-waste-measurement\\_en](http://food.ec.europa.eu/safety/food-waste/eu-actions-against-food-waste/food-waste-measurement_en)
18. [prognosfruit.eu/](http://prognosfruit.eu/)