



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE
E DELLE FORESTE



Territorio Etrusco Romano per la Sostenibilità Ambientale



*Progetto TERSA finanziato dal MASAF con Decreto DG MASAF PQA n.642200
del 5 dicembre 2024 CUP: J15B24001450001*



GENTOXchem



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

Società SPIN – OFF dell'Università degli Studi della Toscana

Progetto:	TERSA	CUP:	J15B24001450001	Data:	26/08/2026
Documento:	Piano Territoriale di Economia Circolare				
Preparato da:	Stefano Poponi				
Approvato da:	Sergio Estivi				

REVISIONI

Rev.	Data	Motivo della Revisione



Sommario

Premessa	3
Acronimi	4
Contenuti del documento	5
INTRODUZIONE AI BIODISTRETTI	8
L'evoluzione delle politiche italiane sui biodistretti.....	12
Origini e cambiamento	14
Evoluzione della letteratura	17
METODOLOGIA	21
Disegno della ricerca	21
Il biodistretto Etrusco Romano	25
Consumi idrici e gestione dell'acqua	27
Consumi energetici e fonti di approvvigionamento.....	33
Attività di allevamento e flussi zootecnici.....	37
Trasformazione dei prodotti agricoli	38
Gestione dei rifiuti aziendali	38
Tecnologie e certificazioni	38
ANALISI DEI CONTESTI AZIENDALI	39
Azienda Agricola Boccea Solaria	39
Azienda Biolà Latte Crudo	41
Azienda Borgo di Tragliata.....	44
Azienda Agricola Caramadre	46
Azienda Agricola Il Melograno 2013	49
Azienda Orto de i Terzi	51
Azienda Biologica Ortuso S.s Agricola	54
Azienda Agricola Pizzo del Prete	56
Azienda Birrificio Podere 676.....	58
Azienda Società Agricola Torre in Pietra Leprignano	60
Analisi comparativa delle aziende del Biodistretto Etrusco Romano.....	64
Focus Risorsa idrica.....	68
Focus Energia.....	74
Analisi dei flussi di scarto e potenzialità di valorizzazione nel biodistretto	83
L'alta valorizzazione del rifiuto: un caso di studio	86
Report per il compostaggio.....	93
Bibliografia e sitografia	105



Premessa

Il presente documento si inserisce nel percorso di analisi del Biodistretto Etrusco Romano avviato nell'ambito del progetto TERSA e approfondisce il ruolo dei biodistretti quali ambiti territoriali in cui integrare la produzione biologica, la gestione sostenibile delle risorse ed i principi dell'economia circolare. In tale contesto, il documento propone un quadro di pianificazione all'interno del quale sono definiti alcuni possibili scenari per l'applicazione dell'economia circolare nel territorio. Lo studio prende avvio dall'evoluzione del quadro legislativo e scientifico di riferimento, per poi concentrarsi sulle caratteristiche delle aziende agricole, zootecniche e agroalimentari appartenenti al Biodistretto e sulle relazioni tra attività produttive, consumo di risorse e generazione di scarti.

L'analisi è stata sviluppata a partire dalle informazioni raccolte attraverso la somministrazione di un questionario strutturato alle aziende coinvolte nell'indagine e dalla documentazione resa disponibile durante le attività di rilevazione. La lettura dei dati tiene conto della diversa disponibilità, completezza e sistematizzazione delle informazioni nei singoli contesti aziendali. Le evidenze presentate devono pertanto essere interpretate in relazione al quadro informativo acquisito e al livello di dettaglio e affidabilità dei dati disponibili.

Particolare attenzione è dedicata ai consumi idrici ed energetici, alle attività di allevamento e trasformazione, alla gestione dei rifiuti e dei sottoprodotti, all'impiego di tecnologie e alla presenza di certificazioni. Tali elementi sono esaminati sia a livello di singola azienda sia in una prospettiva comparativa e territoriale, allo scopo di individuare le connessioni tra i diversi sistemi produttivi, le principali criticità e le opportunità di valorizzazione condivisa delle risorse, dei residui e dei sottoprodotti.

Il Biodistretto è considerato non soltanto come un'aggregazione di aziende biologiche, ma come un sistema territoriale nel quale la prossimità geografica, la diversificazione produttiva e la collaborazione tra gli operatori possono favorire la condivisione delle risorse e la progressiva chiusura dei cicli di materia ed energia. Su questa base, all'interno del Piano sono stati definiti alcuni scenari per l'applicazione dei principi dell'economia circolare, intesi come possibili percorsi di sviluppo, differenziati in funzione delle caratteristiche delle imprese, delle risorse disponibili, del livello di cooperazione tra gli attori e della fattibilità tecnica, economica e organizzativa degli interventi.



Gli scenari riguardano, in particolare, la gestione efficiente e condivisa della risorsa idrica, la riduzione dei consumi energetici e il ricorso alle fonti rinnovabili, il recupero e lo scambio dei flussi residuali tra le aziende, nonché la valorizzazione dei residui agricoli e agroindustriali attraverso lo sviluppo di nuove filiere produttive. Essi non rappresentano soluzioni immediatamente applicabili né indicazioni vincolanti, ma possibili indirizzi di sviluppo da approfondire sulla base delle caratteristiche produttive, delle informazioni rilevate e del progressivo coinvolgimento degli operatori del territorio.

Una specifica attenzione è rivolta alla valorizzazione ad alto valore aggiunto degli scarti agroindustriali, intesa come possibilità di destinare i residui delle lavorazioni a impieghi caratterizzati da un maggiore valore economico, ambientale e tecnologico. Il caso degli scarti del carciofo viene presentato come approfondimento esemplificativo delle opportunità derivanti dall'integrazione tra attività agricole, processi di trasformazione e innovazione tecnologica.

Il documento comprende, infine, un Piano per il compostaggio dei rifiuti e dei residui organici derivanti dalle biomasse prodotte nel Biodistretto. Tale Piano è volto a individuare possibili modalità di raccolta, gestione e trattamento delle matrici organiche, considerando sia soluzioni aziendali sia forme di gestione condivisa a scala territoriale. L'obiettivo è favorire la produzione di compost di qualità e il suo reimpiego nelle attività agricole locali, contribuendo alla riduzione dei rifiuti da smaltire, al recupero della sostanza organica, al miglioramento della fertilità dei suoli e alla chiusura del ciclo dei nutrienti all'interno del Biodistretto.

Acronimi

Termine	Significato
AdP	Agricoltura di Precisione
AEF	Agricultural Industry Electronic Foundation
AGEA	Agenzia per le erogazioni in agricoltura
CAI	Confederazione Agromeccanici e Agricoltori Italiani
CONFAI	Confederazione Agromeccanici e Agricoltori Italiani
DSS	Decision Support System



Termine	Significato
ENAMA	Ente Nazionale Meccanizzazione Agricola
GDO	Grande Distribuzione Organizzata
IoT	Internet of Things
ISMEA	Istituto di Servizi per il Mercato Agricolo Alimentare
PLC	Programmable Logic Controller
PSR	Piano di Sviluppo Rurale
Rls	Reddito lordo standard
RTK-GNSS	Real Time Kinematic – Global Navigation Satellite System
SAU	Superficie Agricola Utilizzata
SINAB	Sistema d'Informazione Nazionale sull'Agricoltura Biologica
SoS	Systems of Systems
UNIMA	Unione Nazionale Imprese di Meccanizzazione Agricola
Ude	Unità di dimensione economica
VRA	Variable Rate Application

Contenuti del documento

Il documento è articolato in sezioni tra loro complementari, attraverso le quali l'analisi procede dal quadro generale sui biodistretti all'approfondimento del Biodistretto Etrusco Romano e delle aziende coinvolte nell'indagine.

La prima parte introduce il concetto di biodistretto e ne ricostruisce l'evoluzione nel contesto italiano, soffermandosi sulle origini del modello, sui cambiamenti intervenuti nel tempo e sul progressivo sviluppo della letteratura scientifica. Questa sezione definisce il quadro politico, istituzionale e teorico entro il quale si colloca lo studio.

La sezione metodologica descrive il disegno della ricerca, gli strumenti impiegati per la raccolta delle informazioni e l'organizzazione del questionario. Vengono inoltre presentati gli ambiti tematici analizzati: consumi idrici e gestione dell'acqua, consumi energetici e fonti di approvvigionamento,

attività di allevamento e relativi flussi, trasformazione dei prodotti agricoli, gestione dei rifiuti, tecnologie adottate e certificazioni possedute.

Segue l'analisi dei contesti aziendali, sviluppata mediante schede descrittive dedicate alle imprese coinvolte. Le schede restituiscono le principali caratteristiche strutturali e produttive delle aziende e riportano le informazioni disponibili sui consumi, sui processi produttivi, sui flussi di materia e sulla gestione degli scarti. La presentazione delle singole realtà è accompagnata da un'analisi comparativa, finalizzata a mettere in relazione le caratteristiche osservate e a evidenziare elementi comuni, differenze e possibili complementarità tra le aziende del Biodistretto.

La parte successiva è dedicata alla costruzione di scenari per l'economia circolare, con specifici approfondimenti relativi alla risorsa idrica e all'energia. In questa sezione vengono esaminate le possibili modalità di gestione condivisa, riduzione dei consumi, recupero e uso efficiente delle risorse, tenendo conto delle caratteristiche produttive e territoriali rilevate. Un'ulteriore sezione analizza i flussi di scarto e le relative potenzialità di valorizzazione all'interno del Biodistretto. L'attenzione è rivolta alle possibilità di connessione tra aziende produttrici di residui e attività potenzialmente in grado di riutilizzarli, nonché alle condizioni organizzative, tecnologiche e territoriali necessarie per favorire la chiusura dei cicli. La parte conclusiva approfondisce il paradigma dell'alta valorizzazione dei rifiuti e degli scarti agroindustriali. Il caso del carciofo viene utilizzato per illustrare le caratteristiche di una filiera contraddistinta da una significativa produzione di residui e da un elevato potenziale di recupero. Sono quindi descritti due processi complementari: l'estrazione e il frazionamento delle sostanze bioattive e il trattamento mediante steam explosion per la produzione di biofiller. Questi approfondimenti mostrano come gli scarti agricoli possano essere inseriti in nuove filiere produttive, superando una gestione orientata esclusivamente allo smaltimento o agli impieghi a basso valore aggiunto. Il documento si completa con una sezione dedicata al Piano per il compostaggio dei rifiuti e dei residui organici derivanti dalle biomasse prodotte nel Biodistretto. La sezione esamina le tipologie e le quantità di biomasse potenzialmente disponibili e individua possibili modalità di raccolta, conferimento e trattamento, considerando sia soluzioni a livello aziendale sia forme di gestione condivisa su scala territoriale.

Il Piano è orientato a favorire la produzione e il successivo impiego di compost nelle aziende agricole locali, contribuendo alla riduzione dei rifiuti destinati allo smaltimento, al recupero della sostanza



organica, al miglioramento della fertilità dei suoli e alla chiusura del ciclo dei nutrienti all'interno del Biodistretto.

INTRODUZIONE AI BIODISTRETTI

L'articolo 13 della Legge 9 marzo 2022, n. 23 definisce il biodistretto come un sistema produttivo locale a vocazione agricola, caratterizzato da una significativa presenza di attività condotte con metodo biologico e da un'integrazione tra produzione, ambiente, cultura, tradizioni e turismo. Esso si configura come una rete territoriale in cui operano agricoltori, enti pubblici, operatori economici e cittadini, finalizzata alla gestione sostenibile delle risorse locali e alla promozione del metodo biologico nel rispetto della normativa nazionale ed europea. Il termine biodistretto incorpora una forma di governance territoriale che sottende a interessanti svolti innovativi, in cui cittadini, istituzioni, agricoltori e altri attori locali stringono un patto per gestire in modo sostenibile le risorse del territorio, secondo i principi dell'agricoltura biologica e dell'agroecologia.

Il biodistretto si distingue per la sua capacità di fondere la produzione primaria con la tutela del patrimonio naturale, includendo spesso aree paesaggisticamente rilevanti o zone naturali protette. In questo contesto, l'agricoltura biologica diventa il volano per un modello di sviluppo che coinvolge non solo gli agricoltori, ma anche le amministrazioni locali, le associazioni e i cittadini, con l'obiettivo comune di gestire le risorse in modo sostenibile e promuovere il consumo di prossimità. La normativa equipara queste realtà ai distretti del cibo, assegnando loro il compito di semplificare l'accesso alla certificazione per le piccole aziende, valorizzare le tradizioni gastronomiche locali e favorire la conversione ecologica dell'intero tessuto economico territoriale. Questo modello integra la produzione agroalimentare con le altre filiere economiche locali, promuovendo al contempo la tutela ambientale e lo sviluppo socio-economico della comunità. Negli ultimi anni i biodistretti si sono diffusi in varie regioni d'Europa, specialmente in Italia come strumento dal basso, per valorizzare le produzioni biologiche, preservare il paesaggio rurale e rafforzare le economie locali.

Tale diffusione ha spinto le istituzioni a prestare crescente attenzione ai biodistretti, in parallelo all'evoluzione delle strategie agricole europee orientate alla sostenibilità. I cambiamenti più significativi e le implicazioni per i biodistretti in termini di sostenibilità, economia locale e governance territoriale sono arrivati dalle diverse recenti politiche europee, come la Politica Agricola Comune (PAC), il Green Deal europeo e la strategia Farm to Fork che hanno caratterizzato il loro sviluppo.



La Politica Agricola Comune ha progressivamente integrato obiettivi di sostenibilità ambientale e di sviluppo locale, creando opportunità per realtà come i biodistretti. Già con la riforma 2014-2020 la PAC ha introdotto misure di “inverdimento” (greening) e ha rafforzato i programmi agro-ambientali e di sviluppo rurale volti a promuovere pratiche agricole sostenibili, organizzazioni di produttori e filiere corte. Nel periodo più recente, la PAC 2023-2027 ha adottato un approccio ancor più mirato alla transizione ecologica: i Piani Strategici Nazionali elaborati dagli Stati membri prevedono eco-schemi e interventi specifici a sostegno dell'agricoltura biologica, coerenti con i nuovi obiettivi ambientali dell'UE. In questo contesto, la Commissione europea ha raccomandato all'Italia di utilizzare strumenti come il riconoscimento dei biodistretti, supportandoli con incentivi alla conversione e al mantenimento del biologico, così da contribuire al traguardo europeo di destinare il 25% della superficie agricola al biologico entro il 2030. Inoltre, attraverso i fondi del Secondo Pilastro (sviluppo rurale), la PAC finanzia progetti di cooperazione territoriale, filiere alimentari locali e innovazione nelle aree rurali. Questi strumenti permettono ai biodistretti di fungere da catalizzatori di sviluppo: coordinando produttori, comunità locali, istituzioni e altri stakeholder in un'ottica distrettuale integrata, è possibile attivare reti di imprese biologiche, iniziative di educazione al consumo e strutturazione di filiere corte con impatti positivi sulla sostenibilità ambientale, sociale ed economica dei territori.

La strategia quadro dell'European Green Deal, lanciata dalla Commissione europea nel 2019, ha segnato un cambio di paradigma, ponendo la sostenibilità al centro delle politiche comunitarie. L'obiettivo generale è fare dell'Europa il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050, attraverso trasformazioni profonde in tutti i settori, inclusa l'agricoltura. In ambito agricolo e alimentare, il Green Deal ha promosso un approccio agroecologico integrato, fissando traguardi ambiziosi per accelerare la transizione: ad esempio, ha incluso l'obiettivo di destinare almeno il 25% della superficie agricola europea all'agricoltura biologica entro il 2030, accompagnato da una riduzione del 50% dell'uso di pesticidi chimici e del 20% dell'uso di fertilizzanti rispetto ai livelli attuali. Questi target – ripresi e dettagliati nelle successive Strategie sulla Biodiversità e Farm to Fork – mirano non solo a migliorare la performance ambientale del settore primario, ma anche a promuovere sistemi alimentari locali più equi e resilienti. In questo contesto i biodistretti emergono come strumenti attuativi ideali: essi incarnano la transizione ecologica sul territorio, integrando la

tutela della biodiversità, la gestione sostenibile di suolo, acqua ed ecosistemi e il coinvolgimento delle comunità locali, in linea con la visione e gli obiettivi del Green Deal. La capacità dei biodistretti di mettere in rete attori diversi (aziende, enti pubblici, cittadini) e di adottare pratiche circolari e a basso impatto li rende infatti funzionali al raggiungimento delle finalità strategiche europee in materia di clima e sostenibilità.

La strategia “Dal produttore al consumatore” (Farm to Fork), presentata nel 2020 come parte integrante del Green Deal, ha declinato gli obiettivi di sostenibilità in misure concrete per il sistema agroalimentare. Essa adotta un approccio olistico all’intera filiera, dalla produzione alla distribuzione fino al consumo, con azioni volte a promuovere l’agricoltura biologica e di precisione, ridurre l’impatto ambientale delle produzioni convenzionali e incentivare diete più sane e a basso impatto ambientale. Oltre ai già citati target quantitativi (25% di superfici bio, -50% pesticidi, -20% fertilizzanti), la Farm to Fork prevede interventi per accorciare le filiere (favorendo mercati locali, vendita diretta e circuiti di consumo di prossimità), ridurre lo spreco alimentare, migliorare il benessere animale e garantire redditi equi agli agricoltori che adottano pratiche sostenibili. L’enfasi su filiere corte, produzione locale e consumo responsabile rafforza il ruolo potenziale dei biodistretti: questi ultimi rappresentano infatti l’applicazione territoriale dei principi della Farm to Fork, facilitando il collegamento diretto tra produttori biologici e consumatori, aumentando l’offerta locale di cibo sano e sostenibile e sperimentando modelli innovativi di organizzazione della filiera agroalimentare. Non a caso, la Commissione UE ha esplicitamente riconosciuto i biodistretti come strumenti utili per attuare tale strategia, invitando gli Stati membri a supportarne la diffusione nell’ambito del Piano d’azione europeo per lo sviluppo dell’agricoltura biologica – uno degli strumenti attuativi della Farm to Fork – così da contribuire al comune obiettivo del 25% di SAU biologica entro il 2030. Questo riconoscimento istituzionale conferma che il modello del biodistretto è considerato una leva strategica per la transizione verso sistemi alimentari più sostenibili e territorializzati in Europa.

Le evoluzioni politiche descritte hanno importanti implicazioni per i biodistretti, ed hanno contribuito a rafforzarne la rilevanza ed il ruolo nel futuro dell’agricoltura sostenibile. In termini di sostenibilità ambientale, gli obiettivi e gli strumenti introdotti (dai vincoli ecologici della PAC ai target del Green Deal e della Farm to Fork) sono pienamente in linea con la mission dei biodistretti, centrata sulla

conversione biologica e l'agroecologia. Ciò comporta maggiori opportunità di supporto finanziario e normativo: ad esempio, i nuovi eco-schemi PAC e i fondi per pratiche verdi possono incentivare più aziende ad aderire a biodistretti o a convertirsi al biologico, accelerando la diffusione di pratiche sostenibili nei territori. Dal punto di vista dell'economia locale, i biodistretti possono sfruttare le nuove politiche per stimolare filiere territoriali ad alto valore aggiunto. La combinazione di sostegni alla produzione biologica, promozione dei mercati locali e sensibilizzazione dei consumatori prevista dalle strategie UE contribuisce a creare un contesto favorevole alle reti di imprese locali riunite in un biodistretto. Rafforzando i legami tra produttori e cittadini (ad es. con gruppi d'acquisto solidale, mercati contadini bio, turismo rurale ed eco-gastronomico), i biodistretti danno impulso alle economie rurali, aumentando le occasioni di vendita per le aziende agricole e favorendo la diversificazione economica nelle campagne. Ciò è particolarmente rilevante per le aree marginali o interne, dove i biodistretti possono contribuire a contrastare lo spopolamento e l'abbandono dei terreni, creando nuove opportunità di reddito legate alle produzioni tipiche sostenibili e ai servizi ecosistemici. Le politiche europee riconoscono questo potenziale: la valorizzazione dei prodotti biologici lungo tutta la filiera e attraverso canali come il turismo sostenibile rientra tra gli obiettivi promossi, incoraggiando i territori a integrare agricoltura, ambiente e cultura locale. Infine, sul piano della governance territoriale, l'affermarsi del modello biodistretto incarna una nuova modalità di pianificazione partecipata dello sviluppo rurale. Le strategie recenti dell'UE enfatizzano l'approccio integrato e multi-attore nelle zone rurali, e i biodistretti rispondono esattamente a questo criterio, prevedendo la collaborazione stabile tra comuni, aziende agricole, associazioni, enti di ricerca e cittadini in un dato territorio. Questa collaborazione in ottica "distrettuale" consente di affrontare in modo coordinato le sfide locali – dalla gestione dei rifiuti alla tutela del paesaggio, fino all'innovazione nei processi produttivi – massimizzando sinergie e risorse disponibili. Si tratta di una forma di governance dal basso verso l'alto (bottom-up), in cui le comunità locali diventano protagoniste della transizione ecologica. Le politiche pubbliche stanno riconoscendo e sostenendo sempre più tale approccio: non solo la PAC favorisce i partenariati locali (es. attraverso il programma LEADER e i Gruppi Operativi PEI), ma in Italia una legge recente ha istituzionalizzato i biodistretti prevedendo organi di coordinamento e rappresentanza capaci di interagire con le istituzioni e di intercettare fondi nazionali ed europei. L'evoluzione delle politiche europee verso la sostenibilità

offre ai biodistretti un quadro di riferimento di stimolo al loro sviluppo, entro il quale essi possono prosperare come laboratori di governance territoriale per coniugare protezione ambientale, vitalità economica locale e coesione sociale.

L'evoluzione delle politiche italiane sui biodistretti

In Italia, i Biodistretti hanno trovato un terreno fertile su cui crescere. Le ragioni che hanno permesso tale sviluppo sono legate a tre fattori: la significativa presenza di aree dedicate all'agricoltura biologica e la dimensione delle imprese (piccole e medie), la diffusione dell'utilizzo dello strumento dei distretti, il sostegno finanziario nazionale che viene riconosciuto allo sviluppo di un Biodistretto (Assiri et al., 2020).

La presenza di un impegno normativo volto a riconoscere i Biodistretti e a sostenerne lo sviluppo è un altro aspetto che ha favorito lo sviluppo di questo strumento in Italia.

L'attenzione verso questa "forma" di distretto compare per la prima volta nella bozza del Decreto Legislativo per il riordino del settore biologico (Ministry of Agricultural Food and Forestry Policies, 2005) Acquisisce maggiore risalto nel 2007, dove viene inserita nella bozza di legge relativa all'Agricoltura Biologica (Ministry of Agricultural Food and Forestry Policies, 2007). Qui viene dedicato un articolo specifico (art. 7) alla definizione del Biodistretto e agli obiettivi della sua costituzione. Il suo riconoscimento viene formalizzato con la legge del 4 febbraio 2009. Dopo alcuni anni di assenza dal dibattito sull'argomento, nel 2014 i Biodistretti tornano ad essere un elemento chiave per lo sviluppo dell'agricoltura biologica e della sua competitività. Nel disegno di legge " Disposizioni per lo sviluppo e la competitività della produzione agricola e agroalimentare biologica " (n.302/2013) è dedicato un articolo al Biodistretto (art. 8), inserito nel Titolo III " Disposizioni in materia di organizzazione della produzione e del mercato " (Provisions for the development and competitiveness of agricultural, agri-food and aquaculture production by organic method, 2013). A livello nazionale, l'ultima versione legislativa che tenta di legiferare sui Biodistretti si trova nel disegno di legge n. 988 " Disposizioni per lo sviluppo e la competitività delle produzioni agricole, agroalimentari e dell'acquacoltura con metodo biologico " (Provisions for the development and competitiveness of agricultural, agri-food and aquaculture production by organic method, 2018). Nel

disegno di legge, che individua l'agricoltura biologica come attività di interesse nazionale con funzione sociale e ambientale, è prevista un'ampia disciplina sui Biodistretti (art. 13). La dimensione che assume è quella di una innovativa "entità territoriale", capace di interagire con il mondo della ricerca, con l'introduzione di innovazioni e con una gestione del territorio che rifletta i principi di un'Economia Circolare in un'ottica di sostenibilità ambientale ed economica.

D'altra parte, la costituzione dei distretti agricoli è riconducibile a scelte economiche, per supportare la riorganizzazione dei sistemi produttivi agricoli e agroalimentari locali e promuovere lo sviluppo delle comunità rurali. L'aspetto sociale incide fortemente su questo assetto, dove le identità storiche e culturali diventano uno dei tratti distintivi su cui si basa il processo di valorizzazione, accanto naturalmente al prodotto e al marchio (Toccaceli, 2018). Rispetto al Biodistretto, il distretto agricolo è rintracciabile già dagli anni '80, suscitando un interesse accademico e politico sulla materia, che ha spinto la successiva evoluzione normativa.

Origini e cambiamento

A livello normativo, diverse fasi caratterizzano l'evoluzione qualitativa e giuridica di queste realtà, ma la loro origine può essere ricondotta alle prime disposizioni che hanno riguardato i distretti industriali e all'introduzione del concetto di sistema produttivo locale (1996), nonché alla successiva creazione di consorzi pubblico-privati per la loro gestione. L'attuazione della Legge di Indirizzo del 2001 ha mirato a dare impulso allo sviluppo delle aree rurali e ad aumentare la competitività delle imprese agricole (sono stati definiti gli strumenti del Distretto Rurale e del Distretto Agroalimentare di Qualità). A queste partecipazioni si sono aggiunte le Regioni per riconoscere, a livello normativo, tali distretti. Il concetto di “distretto produttivo” è stato introdotto successivamente nel 2006 per enfatizzare l'aspetto aggregativo, per supportare l'innovazione e la crescita. In questo tortuoso percorso, il concetto di distretto si è evoluto dal punto di vista qualitativo, assumendo il ruolo di supporto alla qualità dei prodotti e dei territori, grazie all'istituzione del primo Biodistretto. Infine, il 2017 ha visto l'introduzione di un'ulteriore declinazione del distretto, attraverso la presentazione da parte del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali dei Distretti Alimentari. Questo nuovo strumento, che in parte recepisce le caratteristiche dei distretti sopra richiamate, individua: distretti rurali e agroalimentari di qualità (già riconosciuti o da riconoscere); distretti localizzati in aree urbane o periurbane con una significativa presenza di attività agricole (finalizzati alla rigenerazione ambientale e sociale dei territori); distretti caratterizzati dall'integrazione tra attività agricole e di vicinato.

Nella nuova idea di distretto emergono due concetti chiave. Il primo riguarda la capacità di intervenire su base nazionale, con strumenti di stimolo, come il contratto di distretto “per favorire processi di riorganizzazione delle relazioni tra i diversi soggetti delle filiere operanti nel territorio del distretto” (Ministerial Decree n. 1192 of 08.01.2016, 2016). Il secondo prevede la potenzialità di superare il paradigma dell'economia lineare e convergere verso l'approccio più virtuoso dell'economia circolare, definendo uno strumento specifico per rendere i territori ambiti prioritari per il trasferimento dell'innovazione nei contesti regionali. In tale contesto è possibile definire un Biodistretto come “un territorio naturalmente vocato al biologico, dove agricoltori, cittadini, enti

pubblici, realizzano un patto finalizzato alla gestione sostenibile delle risorse locali, basato sui principi dell'agricoltura biologica e dell'agroecologia"¹.

Il biodistretto è un modello innovativo che può essere utilizzato come strumento efficace per migliorare alcuni aspetti della sostenibilità economica e ambientale. La loro istituzione rappresenta un'opportunità per lo sviluppo e la crescita delle economie locali attraverso una migliore tutela ambientale, la conservazione della biodiversità e una valorizzazione multilivello che integri l'agricoltura con tutti i settori dell'economia locale (CREA, 2019). Infine, il distretto biologico può rappresentare un modello di eco-innovazione in grado di gestire in modo efficiente le risorse naturali funzionali alle produzioni agricole (Clemente, 2013). Questo percorso si è concluso con un risultato storico, l'approvazione della legge 9 marzo 2022, n. 23 (Disciplina dell'agricoltura biologica). Tale legge dedica un ampio articolo proprio ai distretti biologici, fissandone i requisiti di costituzione e le finalità strategiche, con l'obiettivo di promuovere la conversione al metodo biologico, incentivare l'uso sostenibile delle risorse locali, tutelare gli ecosistemi e favorire l'innovazione circolare. Vengono inoltre prefigurati strumenti per semplificare la certificazione biologica per i produttori del distretto e per sviluppare le filiere corte e i mercati dei prodotti bio, anche attraverso la ristorazione pubblica biologica, l'agriturismo, il turismo rurale e azioni di tutela della biodiversità locale (incluse misure come la riduzione dell'uso della plastica in agricoltura). La legge istituisce organi di governance per ogni biodistretto riconosciuto: un comitato promotore in fase costitutiva e poi un consiglio direttivo, incaricato di adottare uno statuto e un regolamento del distretto e di rappresentarne le istanze economiche e amministrative, facilitando ad esempio la presentazione di domande di finanziamento nell'ambito della PAC o di programmi di ricerca e innovazione. Si prevede infine il coinvolgimento delle Regioni nel riconoscere formalmente i biodistretti e la possibilità di accordare priorità di accesso ai fondi per progetti localizzati al loro interno. Parallelamente al quadro nazionale, negli ultimi anni molte Regioni italiane hanno avviato proprie iniziative legislative o amministrative sui biodistretti, anticipando spesso il livello statale. La Regione Campania è stata la prima ad avviare questo riconoscimento sin dal 2009 con la nascita del primo biodistretto (Cilento), ma altre Regioni

¹(<https://www.ecoregion.info/>, s.d.)



si sono unite, investendo su tale modello², avviando un processo all'interno del quale i biodistretti entrano a far parte degli strumenti di programmazione territoriale a livello sub-nazionale, fungendo da punto d'incontro tra politiche agricole, ambientali e di coesione sociale

Gli attori coinvolti nell'affermazione dei biodistretti in Italia sono molteplici. Da un lato le associazioni del biologico hanno svolto un ruolo propulsivo determinante, elaborando le linee guida e costituendo una Rete Nazionale dedicata, tenendo vivo il dialogo tra i diversi stakeholder. Dall'altro lato, le istituzioni pubbliche hanno gradualmente abbracciato il nuovo concetto, inserendo i biodistretti nei documenti strategici nazionali (si veda il Piano d'Azione Nazionale per il biologico 2022-2024). Le Regioni e gli enti locali diventano parte attiva, partecipano direttamente alla governance dei biodistretti, spesso coadiuvando le reti di comuni bio nella progettazione di interventi sul territorio. Infine, la società civile locale – dai gruppi di acquisto solidale ai comitati cittadini – resta il motore dal basso di queste iniziative, come conferma il fatto che i biodistretti italiani sono nati finora grazie all'iniziativa congiunta di produttori pionieri e amministratori illuminati prima ancora che per imposizione di legge.

In generale, l'evoluzione delle politiche europee ed italiane negli ultimi anni ha creato un contesto favorevole allo sviluppo dei biodistretti. Da iniziativa nata dal basso, essi sono ora riconosciuti a livello istituzionale come strumenti efficaci di governance territoriale per la sostenibilità. Le strategie della PAC, del Green Deal e della Farm to Fork ne hanno evidenziato il valore in termini di tutela ambientale, rilancio dell'economia locale e coinvolgimento comunitario e sottolineando il ruolo nell'applicazione dell'economia circolare. D'altra parte ne hanno definito le potenzialità, configurandoli come laboratori di sviluppo rurale integrato, in cui convergono non solo obiettivi globali legati alla transizione ecologica e/o alimentare, ma soprattutto ad azioni concrete e locali, che contribuiscono alla sostenibilità dei sistemi produttivi locali.

² Regione Sardegna ha riconosciuto ufficialmente il suo primo biodistretto nel 2021; nello stesso anno la Regione Marche ha firmato un "Patto per il biologico" tra autorità regionali, enti locali e produttori, con l'obiettivo di costituire entro pochi anni il più grande biodistretto d'Europa, connettendo capillarmente le aziende agricole del territorio e facendo del biologico un asse strategico di sviluppo sostenibile regionale.

Evoluzione della letteratura

La letteratura sui biodistretti ha conosciuto nel tempo un'evoluzione significativa, riflettendo i cambiamenti più ampi nel modo in cui vengono interpretati i sistemi agroalimentari e i processi di sviluppo territoriale sostenibile. Nelle prime fasi, i biodistretti sono stati analizzati principalmente come aggregazioni territoriali di aziende biologiche, con un'attenzione concentrata sugli aspetti produttivi e ambientali. In questa prospettiva iniziale, il biologico rappresentava il principale elemento qualificante, e il biodistretto veniva inteso come uno strumento di valorizzazione delle produzioni locali, capace di rafforzare l'identità territoriale e contribuire alla riduzione degli impatti ambientali dell'agricoltura. Tale impostazione si inserisce nel solco delle politiche di sviluppo rurale legate alla multifunzionalità agricola e mostra una chiara continuità con il modello dei distretti produttivi, pur adattato al contesto agroalimentare (Gargano et al., 2021). Tuttavia, questa visione tendeva a semplificare la complessità dei biodistretti, riducendoli di fatto a una somma di aziende certificate, senza cogliere pienamente le dinamiche relazionali e istituzionali che ne determinano il funzionamento (Assiri et al., 2020).

Con il progressivo sviluppo della ricerca, emerge una lettura più articolata e sistemica dei biodistretti, che iniziano a essere interpretati come veri e propri sistemi agroalimentari locali. In questa fase, l'attenzione si sposta dalla dimensione puramente produttiva alla qualità delle relazioni tra gli attori del territorio, includendo non solo agricoltori, ma anche trasformatori, distributori, consumatori e istituzioni locali. I biodistretti vengono così analizzati come configurazioni territoriali complesse, in cui produzione, consumo, cultura e servizi risultano interconnessi, e in cui il capitale sociale e le reti di cooperazione assumono un ruolo centrale (Sciurano et al., 2024). Questo cambiamento di prospettiva porta a riconoscere che la presenza del biologico, pur essendo una condizione importante, non è sufficiente a garantire la funzionalità e la resilienza del sistema, che dipendono invece dalla capacità di costruire relazioni stabili, identità condivise e meccanismi di coordinamento tra attori diversi.

Un ulteriore avanzamento della letteratura si colloca nell'ambito degli studi sulla transizione agroecologica, dove i biodistretti vengono interpretati come spazi privilegiati per l'attivazione di processi di trasformazione dei sistemi alimentari. In questa prospettiva, essi non sono più considerati semplici strumenti di diffusione del biologico, ma veri e propri dispositivi territoriali che facilitano il

passaggio da pratiche sostenibili a livello aziendale a cambiamenti sistemici più ampi. Gli studi mostrano come i biodistretti possano raggiungere livelli avanzati di riconnessione tra produttori e consumatori, rafforzare le filiere locali e integrare agricoltura e comunità, pur incontrando difficoltà nel realizzare una trasformazione completa del sistema alimentare (Guccione et al., 2024). Emergono inoltre una serie di barriere strutturali, legate alla carenza di conoscenze specifiche, alla debolezza dei sistemi di consulenza, alle difficoltà di accesso ai mercati e alla frammentazione delle politiche pubbliche, che limitano il potenziale trasformativo dei biodistretti.

Negli studi più recenti, l'attenzione si sposta ulteriormente verso la dimensione sociale e istituzionale, e i biodistretti vengono interpretati come forme di innovazione sociale. In questa prospettiva, il loro valore non risiede tanto nelle performance economiche o ambientali, quanto nella capacità di attivare nuove relazioni tra gli attori del territorio e di promuovere forme di governance partecipativa. Analisi empiriche dimostrano che nei biodistretti si registra una maggiore diffusione di pratiche multifunzionali, una maggiore inclusione sociale e una più ampia partecipazione di gruppi tradizionalmente marginalizzati, come le donne, evidenziando il loro ruolo come catalizzatori di cambiamento (Pomponi et al., 2026). I biodistretti emergono così come piattaforme collaborative, in cui si sviluppano processi di apprendimento collettivo e si sperimentano nuove modalità di organizzazione economica e sociale.

Parallelamente, la letteratura ha sviluppato approcci metodologici sempre più sofisticati per la valutazione dei biodistretti, riconoscendo i limiti degli strumenti tradizionali focalizzati su singole dimensioni della sostenibilità. Studi recenti propongono framework multidimensionali che integrano aspetti ambientali, economici e sociali, evidenziando come la sostenibilità dei biodistretti debba essere interpretata come una proprietà emergente di sistemi complessi, e non come la semplice somma delle performance delle singole aziende (Packer & Zanasi, 2023). In questo contesto, anche il framework SAFA (Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems) viene frequentemente adattato e utilizzato come riferimento, pur con modifiche e semplificazioni che riflettono la necessità di adattare gli strumenti di valutazione alla specificità dei contesti territoriali (Zarbà et al., 2024). La valutazione assume così una funzione strategica, orientata non solo alla misurazione, ma anche al supporto dei processi decisionali e all'apprendimento collettivo.

Infine, una parte crescente della letteratura colloca i biodistretti all'interno di un quadro più ampio di politiche territoriali place-based, mettendoli in relazione con concetti quali bioregioni, ecosistemi socio-ecologici e strumenti di governance collaborativa (Poconi et al. 2024). In questa prospettiva, la formazione e il successo dei biodistretti vengono interpretati come il risultato dell'interazione tra fattori strutturali, come la diffusione dell'agricoltura sostenibile e la presenza di capitale umano qualificato, e dinamiche sociali e istituzionali legate alla partecipazione e alla cooperazione (Naglis-Liepa et al., 2025). I biodistretti emergono quindi come laboratori territoriali di transizione, capaci di integrare politiche agricole, sviluppo locale e sostenibilità ambientale, pur rimanendo esposti a criticità legate alla debolezza della governance e alla mancanza di supporto istituzionale stabile. Nel complesso, l'evoluzione della ricerca evidenzia un chiaro passaggio da una visione inizialmente settoriale e centrata sul biologico a una prospettiva sistemica e integrata, in cui i biodistretti vengono interpretati come dispositivi complessi di governance territoriale, centrali nei processi di transizione verso sistemi agroalimentari più sostenibili.



METODOLOGIA

Disegno della ricerca

La ricerca adotta un approccio quantitativo-descrittivo, basato sulla raccolta di dati primari presso le aziende agricole, zootecniche e agroalimentari aderenti al Biodistretto Etrusco Romano. La rilevazione è stata realizzata mediante un questionario semi-strutturato, progettato per acquisire informazioni omogenee e comparabili sulle caratteristiche delle aziende, sulle attività produttive e sui principali flussi di materia, energia e risorse associati ai processi agricoli, zootecnici e di trasformazione.

L'unità di rilevazione è rappresentata dalla singola azienda, mentre l'impostazione dell'analisi prevede una successiva aggregazione delle informazioni a scala territoriale. Questa articolazione consente di mantenere il dettaglio relativo alle caratteristiche e ai processi delle singole imprese e, al contempo, di organizzare i dati secondo una struttura comune funzionale alla lettura complessiva del sistema produttivo del Biodistretto.

Il questionario è stato costruito secondo un'articolazione per macro-aree tematiche, corrispondenti alle principali componenti del sistema produttivo aziendale. La struttura della rilevazione comprende le caratteristiche generali dell'impresa, la produzione agricola, gli input materiali, l'impiego di fertilizzanti, ammendanti e prodotti fitosanitari, l'utilizzo delle risorse idriche ed energetiche, le attività zootecniche, i processi di trasformazione agroalimentare, la produzione e gestione degli scarti e dei rifiuti, nonché la presenza di tecnologie e certificazioni. Tale articolazione è stata adottata per ricostruire in maniera sistematica i principali flussi in ingresso e in uscita associati alle diverse attività aziendali.

La prima sezione del questionario è dedicata alla caratterizzazione generale dell'azienda e raccoglie le informazioni necessarie a descriverne la struttura produttiva e organizzativa. Sono rilevati, in particolare, la superficie agricola totale (SAT), la superficie agricola utilizzata (SAU), le modalità di conduzione e utilizzo del suolo, le principali attività svolte e la consistenza della forza lavoro, distinguendo, ove disponibile, tra occupazione permanente e stagionale. Queste informazioni costituiscono la base per contestualizzare i dati raccolti nelle sezioni successive rispetto alla dimensione e alla specializzazione produttiva delle singole aziende.



La sezione relativa alla produzione agricola è organizzata secondo una scansione stagionale - primavera, estate, autunno e inverno - in modo da rilevare la variabilità temporale delle attività aziendali. Per ciascuna coltura vengono registrate le superfici interessate, le quantità prodotte e gli input impiegati nel processo produttivo. La rilevazione stagionale viene utilizzata anche per associare alle diverse produzioni i relativi flussi di materiali e residui, mantenendo una corrispondenza temporale tra attività produttive, utilizzo delle risorse e generazione degli scarti.

Una componente specifica della rilevazione riguarda gli input materiali non biologici utilizzati nelle attività agricole, sia in pieno campo sia nelle coltivazioni protette. Sono considerate, ove presenti, le principali categorie di materiali impiegati nelle strutture, negli impianti e nelle operazioni colturali, rilevandone tipologia e quantità. La stessa logica di rilevazione viene applicata agli input impiegati nelle successive attività di trasformazione, così da mantenere una rappresentazione coerente dei flussi materiali associati ai diversi processi aziendali.

La produzione di residui e scarti agricoli è rilevata distinguendo le principali tipologie generate durante il ciclo produttivo. Il questionario differenzia, ove applicabile, i residui colturali e di campo, gli scarti derivanti dalle operazioni di lavorazione, il prodotto non raccolto, l'invenduto e il prodotto avariato. Per ciascun flusso vengono raccolte informazioni quantitative e, quando disponibili, indicazioni relative alla destinazione e alle modalità di gestione adottate dall'azienda. Questa impostazione permette di mantenere distinti i flussi in funzione della loro origine e delle modalità con cui vengono attualmente gestiti.

Una sezione dedicata rileva l'impiego di fertilizzanti, ammendanti e prodotti fitosanitari. Per ciascuna categoria vengono registrate la tipologia del prodotto e le quantità utilizzate, integrando, quando disponibili, le informazioni commerciali necessarie alla sua identificazione. La rilevazione è riferita alle attività agricole e viene organizzata in relazione alle colture e alle superfici interessate.

Il questionario comprende inoltre una specifica area relativa alla risorsa idrica. La rilevazione considera i quantitativi di acqua utilizzati nelle differenti attività aziendali, comprendendo, ove pertinenti, irrigazione, allevamento, lavaggio e igienizzazione delle strutture e processi di trasformazione. Sono inoltre rilevate le fonti di approvvigionamento - quali rete idrica, pozzi e bacini di accumulo - e le superfici dotate di sistemi irrigui. La raccolta è strutturata in modo da consentire, nei casi in cui il dato sia disponibile, la distinzione dei consumi tra le differenti attività aziendali.

L'analisi è stata integrata con l'inserimento di indicatori previsti dalla norma ISO 59020 e dalla letteratura.

La componente relativa all'energia comprende la rilevazione dei consumi di energia elettrica e dei principali combustibili utilizzati dalle aziende, con particolare riferimento al gasolio impiegato nelle attività agricole e produttive. Sono inoltre registrate la presenza di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili e, quando disponibili, le relative quantità prodotte. I dati energetici sono raccolti su base annuale e, ove possibile, distinti in funzione delle principali attività che determinano il fabbisogno aziendale. L'analisi è stata integrata con l'inserimento di indicatori previsti dalla norma ISO 59020 e dalla letteratura.

Per le imprese che svolgono attività zootecniche, il questionario prevede una sezione specifica articolata per specie e orientamento produttivo. Sono rilevati il numero di capi, le principali caratteristiche dei sistemi di alimentazione, le produzioni ottenute e i flussi materiali connessi all'allevamento. Una parte della rilevazione è dedicata ai reflui e agli altri residui zootecnici, registrandone quantità, caratteristiche e modalità di gestione dichiarate dalle aziende.

Nelle aziende che effettuano trasformazione agroalimentare, la rilevazione viene estesa ai processi successivi alla produzione primaria. Per ciascuna attività di trasformazione vengono raccolte informazioni sulle materie prime utilizzate, sulle quantità di prodotto ottenute, sui principali input di processo, sui residui generati e sui materiali utilizzati per il confezionamento. Questa sezione consente di includere nel perimetro di rilevazione anche i flussi di materia e risorse associati alla trasformazione aziendale.

La parte conclusiva del questionario riguarda la gestione degli ulteriori rifiuti aziendali, le tecnologie e le certificazioni. Per i rifiuti non già ricompresi nelle sezioni relative alle produzioni agricole, zootecniche e di trasformazione vengono rilevate tipologia, quantità, modalità di conferimento o gestione e, quando disponibili, i relativi costi. Parallelamente, vengono registrate le principali dotazioni tecnologiche e le certificazioni possedute dalle aziende.

Le dimensioni considerate nella rilevazione sono sintetizzate nella tabella seguente.

Tabella 1 - Caratteristiche della rilevazione

Area di rilevazione	Informazioni considerate
Caratteristiche generali dell'azienda	SAT, SAU, utilizzo del suolo, attività svolte, numero e tipologia di addetti
Produzione agricola	Colture, superfici, quantità prodotte e articolazione stagionale delle produzioni
Input materiali	Materiali impiegati in pieno campo, serre, strutture e processi produttivi
Fertilizzanti, ammendanti e fitosanitari	Tipologia e quantità dei prodotti impiegati
Scarti agricoli	Residui di campo e di lavorazione, prodotto non raccolto, invenduto e avariato, modalità di gestione
Risorsa idrica	Quantità utilizzate, fonti di approvvigionamento, destinazioni d'uso e superfici irrigate
Energia	Energia elettrica, combustibili, produzione da fonti rinnovabili
Allevamento	Specie, consistenza dei capi, alimentazione, produzioni, reflui e residui
Trasformazione agroalimentare	Materie prime, output, input di processo, scarti e packaging
Rifiuti aziendali	Tipologie, quantità, modalità di gestione e costi, ove disponibili
Tecnologie e certificazioni	Dotazioni tecnologiche e certificazioni aziendali

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

Il biodistretto Etrusco Romano

Il Biodistretto Etrusco Romano si estende sui territori dei Comuni di Fiumicino e Cerveteri, comprendendo interamente la Riserva Naturale Statale del Litorale Romano. Con una superficie complessiva di circa 37.000 ettari, di cui circa l'80% soggetto a tutela ambientale, il Biodistretto rappresenta uno dei poli più significativi dell'agricoltura biologica del Lazio. All'interno di questo territorio operano 50 aziende biologiche su 4.700 ettari, con una filiera che spazia dall'orticoltura alla zootecnia, con un allevamento bovino di circa 15.000 capi.

I valori fondanti del Biodistretto ruotano attorno alla sostenibilità ambientale, all'innovazione tecnologica e alla valorizzazione del patrimonio culturale e produttivo locale. Gli obiettivi principali includono la promozione dell'agricoltura biologica, la creazione di reti tra produttori, trasformatori e distributori, lo sviluppo dell'integrazione tra attività agricole e settori come il turismo e la ristorazione, e la collaborazione con università e centri di ricerca per favorire l'innovazione.

Il Biodistretto riunisce oggi un gruppo selezionato di realtà agricole e produttive del territorio, ciascuna con la propria vocazione e specializzazione.

Il questionario è stato somministrato alle aziende aderenti al Biodistretto che hanno aderito al progetto Tersa:

- Biologia Ortuso – realtà agricola specializzata nella coltivazione biologica di ortaggi
- Solaria Azienda Agricola Boccea – azienda agricola biologica con focus sulla sostenibilità ambientale
- Orto dei Terzi Agricoltura biodinamica – produzione orticola biologica a km zero
- Azienda Agricola Biologica Caramadre – cooperativa agricola impegnata nella produzione biologica e nell'adozione di tecnologie innovative per il monitoraggio agrometeorologico
- Borgo di Tragliata – azienda agrituristica immersa nel paesaggio della campagna romana
- Podere 676 – birrificio agricolo artigianale che coniuga tradizione agricola e produzione birraria con metodi biologici
- Società Agricola Pizzo del Prete – azienda che opera nel rispetto dei principi dell'agricoltura biologica
- Biolà – azienda biologica orientata alla produzione orticola e alla filiera corta

- Il Melograno 2013 – realtà agrituristica e produttiva a vocazione biologica
- Cantina Castello di Torre in Pietra Leprignano– storica cantina vinicola inserita nel cuore del territorio etrusco-romano.

La raccolta delle informazioni è stata effettuata mediante compilazione assistita, così da uniformare l'interpretazione delle domande e delle unità di misura utilizzate. I dati quantitativi sono stati acquisiti, ove disponibili, a partire dalla documentazione e dai registri aziendali; nei casi in cui non fosse presente una registrazione sistematica, sono state raccolte le stime fornite dagli operatori sulla base delle informazioni gestionali disponibili.

Il database comprende sia variabili quantitative, quali superfici, quantità prodotte, consumi idrici ed energetici e quantità di residui, sia variabili categoriali, relative, ad esempio, alle tipologie produttive, alle fonti di approvvigionamento, alle modalità di gestione dei residui e alle certificazioni. Le variabili quantitative sono state ricondotte, ove necessario, a unità di misura comuni e a periodi temporali omogenei, mantenendo il livello stagionale o annuale in funzione della natura dell'informazione rilevata.

Terminata la fase di raccolta, il dataset è stato sottoposto a un processo preliminare di controllo, pulizia, armonizzazione e normalizzazione. Tale procedura ha riguardato la verifica della completezza e della coerenza interna delle informazioni, l'uniformazione delle unità di misura e la standardizzazione delle categorie utilizzate dalle diverse aziende. I dati mancanti o non disponibili sono stati mantenuti distinti dai valori nulli, evitando di assimilare l'assenza dell'informazione all'assenza del relativo flusso o consumo.

Successivamente, i dati sono stati organizzati per azienda, attività produttiva e categoria di flusso e sottoposti ad analisi descrittiva. L'elaborazione considera i principali input e output materiali ed energetici, le differenti categorie di residui e le relative modalità di gestione, nonché le informazioni necessarie all'applicazione degli indicatori selezionati per le specifiche dimensioni di approfondimento del rapporto. L'analisi mantiene pertanto due livelli distinti: un livello aziendale, utilizzato per la costruzione delle singole schede, e un livello aggregato, riferito al Biodistretto e utilizzato per le successive elaborazioni comparative.

Le informazioni raccolte sono state trattate escl\to.

Consumi idrici e gestione dell'acqua

La gestione della risorsa idrica è stata indagata con la finalità di accertare le quantità utilizzate sia le fonti di approvvigionamento (rete pubblica, pozzi, bacini artificiali). Sono state inoltre considerate le diverse destinazioni d'uso dell'acqua, tra cui irrigazione, igienizzazione delle strutture e trasformazione dei prodotti.

Questa sezione permette di analizzare il fabbisogno idrico complessivo delle aziende e di distinguere tra usi produttivi e accessori. La distinzione tra fonti di approvvigionamento consente inoltre di valutare il grado di pressione sulle risorse idriche locali e di identificare eventuali criticità legate alla disponibilità o alla qualità dell'acqua.

Infine, per valutare l'uso sostenibile e la circolarità delle risorse idriche, sono stati adottati una serie di indicatori provenienti dalla norma ISO 59020 e dal lavoro di Poponi et al. (2022) che definisce un Dashboard per l'applicazione di indicatori circolari nel settore agri-food. In particolare, dalla ISO 59020:2024 sono stati presi in esame cinque indicatori relativi alla dimensione idrica, di cui tre indicatori principali (Water Withdrawal from Circular Sources; Water Discharged According to Quality Requirements; Ratio, on-site or internal, water reuse or recirculation) e due indicatori aggiuntivi (Nutrient Extraction e Water Intensity) (

Tabella 2).

Dal lavoro di Poponi et al. (2022) sono stati selezionati undici indicatori appartenenti all'area di sostenibilità ambientale, con riferimento al water scope, relativi alla dimensione spaziale "micro". Tali indicatori riguardano differenti aspetti della gestione dell'acqua, tra cui l'impronta idrica, l'utilizzo della risorsa nei processi produttivi, la disponibilità di infrastrutture irrigue, la scarsità idrica

e alcuni impatti ambientali associati all'utilizzo dell'acqua, quali eutrofizzazione ed ecotossicità (Tabella 3).

Tabella 2 – Indicatori di circolarità dell'acqua dalla norma ISO 59020:2024

Nr	Indicatore	Formula	Descrizione
1	Water Withdrawal from Circular Sources ³	$P_{CWW} = \left(\frac{V_{CIW}}{V_{AIW}} \right) \times 100$	Percentage of total water use derived from circular sources, including reused, recycled, or naturally renewable water resources. Di cui: P_{CWW} = is the average water withdrawal from circular sources, in %; V_{CIW} = is the volume of water inflow from circular sources, in m^3/year; V_{AIW} = is the volume of water inflow from all sources, in m^3/year;
2	Water Discharged According to Quality	$P_{CDW} = \left(\frac{V_{CDW}}{V_{AIW}} \right) \times 100$	Percentage of discharged water that complies with applicable environmental quality standards and regulatory requirements.

³ La norma ISO 59020:2024 considera risorse di acqua circolari quelle provenienti da una fonte non vergine, inclusi: acqua riutilizzata o riciclata proveniente da terzi; acqua proveniente da fonti naturali rinnovabili di acqua dolce, come acque superficiali, sotterranee e acqua piovana raccolta, che vengono rigenerate dalle precipitazioni e dal ciclo naturale dell'acqua; fonti naturali non di acqua dolce, come acqua marina o salmastra; acqua contenuta nelle materie prime o estratta da un prodotto. Pertanto nel presente lavoro abbiamo considerato come fonte circolare l'acqua proveniente da pozzi e da bacini di raccolta artificiali, mentre abbiamo considerato non rinnovabile l'acqua proveniente dalla rete pubblica.

Requirement s		Di cui: P_{CDW} = is the average circular water discharges, in %; V_{CDW} = is the volume of circular water discharges, in m^3/year; V_{AIW} = is the volume of water inflow from all sources, in m^3/year.
3	Ratio (on-site or internal) water reuse or recirculation $R_{WRR} = \frac{V_{TWU}}{V_{TWW}}$	Percentage of total water use supplied through internal water reuse or recirculation within the production system. Di cui: R_{WRR} = is the ratio (on-site or internal) of water reuse or recirculation; it is dimensionless and represents the amount of water recycled or reused within the facility after it has been contained and adequately treated for reuse, as needed; V_{TWU} = is the total water consumed in all processes and operations within the facility, in m^3 per year; typically, the water used in a process or operation is the amount of water entering the process; V_{TWW} = is the total water withdrawn from all external sources, in m^3 per year; an external source is one from a local supply and not provided by internal processes or operations.
4	Nutrient Extraction La ISO 59020 propone due possibili formulazioni: Indicator Method A: $W_E = \frac{(100 \times W_{DTRD})}{W_{DTOT}}$	Percentage of nutrients recovered from wastewater or other water streams for further use or valorization. Di cui: W_E = is the per cent of nutrient extracted water discharged;



Indicator Method B:

$$P_{ESMAT} = \frac{(100 \times m_{MATEXT})}{m_{MATPTE}}$$

W_{DTRD} = is the volume of water discharged subjected to extraction, in m^3 or suitable volume unit;

W_{DTOT} = is the total volume of water discharged, in m^3 or suitable volume unit.

P_{ESMAT} = is the percentage of extracted surplus materials;

m_{MATEXT} = is the mass of materials extracted, in kg or other mass unit;

m_{MATPTE} = is the original mass of materials prior to extraction, in kg or other mass unit.

5 Water
Intensity⁴

$$I_{WI} = \frac{E_{TIW}}{n_{PU}}$$

Amount of water used relative to the productive output or operational activity of the system.

Di cui:

I_{WI} = is the water intensity calculated during the reference time period, in l;

E_{TIW} = is the total inflow (withdrawal/use/consumption) of water during the reference time period, in l;

n_{PU} = is the number of unit products (output or activity), n, produced during the reference time period.

Fonte: ns elaborazione su dati ISO 59020:2024.

⁴ L'unità di riferimento di prodotto presa in considerazione è una tonnellata di output. Per la produzione agricola si è preso il valore indicato direttamente dall'azienda, mentre per i prodotti venduti in litri è stata realizzata una trasformazione considerando il peso specifico del prodotto.

Tabella 3 – Indicatori relativi all'uso dell'acqua di Poponi et al. (2022)

Nr.	Indicatore	Formula	Variabili
6	Green Water Footprint	$WF_{green} = \frac{GreenWaterEvaporation + GreenWaterIncorporation}{}$	Volume di acqua piovana consumata durante il processo produttivo.
7	Blue Water Footprint	$WF_{blue} = \frac{BlueWaterEvaporation + BlueWaterIncorporation + LostReturnFlow}{}$	Consumo di risorse idriche superficiali e sotterranee lungo il processo produttivo.
8	Grey Water Footprint	$WF_{grey} = \frac{L}{c_{msx} - c_{nat}}$	L = carico inquinante; c _{max} = concentrazione massima ammissibile; c _{nat} = concentrazione naturale del corpo idrico ricevente.
9	Total Area Equipped for Irrigation	$\frac{Area\ Equipped\ for\ irrigation}{Total\ agriculture\ area} \times 100$	Superficie agricola dotata di accesso diretto a sistemi di irrigazione sul totale della superficie agricola.
10	Water Use	<i>Gigaliters of water used</i>	Quantità totale di acqua utilizzata dal settore agroalimentare.
11	Water Scarcity Index	$WSI = \frac{WF_{blue}}{Water\ available}$	Rapporto tra acqua consumata (Blue Water Footprint) e disponibilità idrica.
12	Degree of Integrated Water Resources Management Implementation	<i>Survey indicator (0 – 100)</i>	Indicatore basato su una scala da 0 a 100 che misura il grado di implementazione della gestione integrata delle risorse idriche.
13	Eutrophication Potential	$EUP = \sum E_{P_i} \times m_i$	E _{Pi} = fattore di eutrofizzazione della sostanza i; m _i = quantità emessa della sostanza i.
14	Marine Eutrophication	$MEP_{x,c} = \frac{\sum (FF_{x,c,LME} \times XF_{x,c,LME} \times E_{x,c,LME})}{\sum E_{x,c,LME}} = \frac{\sum (FF_{N,mw,LME} \times XF_{N,mw,LME} \times E_{N,mw,LME})}{\sum E_{N,mw,LME}}$	“The Fate factor (FF) combines the persistence of DIN in the receiving coastal ecosystem, determined by the marine water removal rate (in years), and the fraction f of the original DIN emission entering the coastal environment (dimensionless). For emissions to rivers, f is the export fraction from the river, while

for emissions to soil (both agricultural and natural) f is the export fraction from the watershed as well as the river. For direct emissions to marine water f is 1. The marine removal rate λ consists of advection and denitrification. Cosme et al. (2015) derived exposure factors (XFs in $\text{kgO}_2\cdot\text{kgN}^{-1}$), i.e. a nitrogen-to-oxygen 'conversion' potential per coastal area at a Large Marine Ecosystem (LME) scale" (National Institute for Public Health and the Environment, 2017)

15	Freshwater Eutrophication	$FEP_{x,c,i} = \frac{FF_{x,c,i}}{FF_{p,fw,world\ average}}$	" $FEP_{x,c,i}$ is the freshwater eutrophication potential of substance x for emission to compartment c in grid cell i (in kg P to freshwater equivalents / kg of substance x to compartment c in grid i), $FF_{x,c,i}$ is the fate factor of substance x emitted to compartment c in grid cell i (years) and $FF_{p,fw}$ is the world average fate factor of P emission to fresh water (85 days)" (National Institute for Public Health and the Environment, 2017)
16	Freshwater Ecotoxicity	$CF [PDF\ m^3_{exposure\ medium}\ d/kg_{emitted}]$	"Heavy metal emissions to the freshwater from the comminution-beneficiation process and phosphorus associated with the water treatment processes resulting from the comminution-beneficiation process" (Bijster et al., 2015)

Fonte: Indicatori appartenenti all'area di sostenibilità ambientale, con riferimento al water scope, relativi alla dimensione spaziale "micro" (Poconi et al. 2022).

Consumi energetici e fonti di approvvigionamento

Il questionario raccoglie informazioni sui consumi energetici complessivi delle aziende, includendo sia l'energia acquistata sia quella eventualmente prodotta da fonti rinnovabili. Sono inoltre rilevati i consumi di combustibili fossili, in particolare diesel, utilizzati per le attività agricole.

Questi dati consentono di costruire un quadro del bilancio energetico complessivo e di integrazione con le fonti rinnovabili.

In linea con l'approccio adottato per i consumi idrici e la gestione dell'acqua, anche per i consumi energetici è stato selezionato un set di indicatori derivati dalla norma ISO59020 e dal dashboard per gli indicatori circolari del settore agro-food di Poponi et al. (2022), volti a misurare la circolarità delle risorse energetiche e delle fonti di approvvigionamento. In particolare, dalla ISO 59020:2024 sono stati presi in esame tre indicatori relativi alla dimensione energetica, di cui un indicatore principale (Average per cent of energy consumed that is renewable energy) e due indicatori aggiuntivi (Energy recovered from residual, non renewable and non-recoverable resource outflows, in % e Energy intensity calculated during the reference time period, in MJ or in kWh) (Tabella 4).

Tabella 4 – Indicatori di circolarità dell'acqua dalla norma ISO 59020:2024

N	Indicatore	Formula	Descrizione
1	Average per cent of energy consumed that is renewable energy	$P_{ECONRE(X)} = \left[\frac{E_{IRENE(X)} - E_{ORENE(X)}}{E_{ITE(X)} - E_{OTE(X)}} \right]$	$E_{IRENE(X)}$ = Renewable energy (x) inflow, in MJ (or in kWh) $E_{ORENE(X)}$ = Renewable energy (x) outflow, in MJ (or in kWh) $E_{ITE(X)}$ = Total energy (x) inflow, in MJ (or in kWh) $E_{OTE(X)}$ = Total energy (x) outflow, in MJ (or in kWh)
2	Energy recovered from residual, non	$P_{RNRENE} = \frac{100 * R_{INRENE}}{E_{TIE}}$	E_{INRENE} = Inflow energy derived from residual, non-renewable and non-recoverable resources, in MJ (or in kWh) E_{TIE} = total inflow energy in MJ (or in kWh)

renewable
and non-
recoverable
resource
outflows, in
%

Energy
intensity
calculated
during the
3 reference
time period,
in MJ (or in
kWh)

$$I_{EI} = \frac{E_{TIE}}{n_{PU}}$$

n_{PU} = Number of unit products produced during the
reference time period

Fonte: ns elaborazione su ISO 59020

Dal lavoro di Poponi et al. (2022) sono stati selezionati quattordici indicatori appartenenti all'area di sostenibilità ambientale, con riferimento al energy scope, relativi alla dimensione spaziale "micro". Questi indicatori considerano le prestazioni energetiche dell'azienda, coprendo aspetti quali produzione, consumo ed efficienza nell'uso dell'energia. Includono misure relative all'impiego di fonti rinnovabili e non rinnovabili, al recupero energetico dai rifiuti, all'autosufficienza energetica e alla produttività energetica, fornendo una visione complessiva della gestione delle risorse energetiche e della transizione verso sistemi più sostenibili. (Tabella 5).

Tabella 5 - Indicatori relativi all'uso dell'acqua di Poconi et al. (2022)

Nr.	Indicatore	Formula	Variabili
4	Agricultural machinery, tractors	<i>Number of machineries</i>	Number of agricultural machineries use in the agri-food sector during the reference year (World Bank, 2021)
5	Bioenergy production as a % of renewable energy	$\text{Bioenergy (\%)} = \frac{\text{Bioenergy produced}}{\text{Total renewable energy produced}} \times 100$	Bioenergy produced for the agri-food sector out of total renewable energy produced (World Bank, 2021)
6	Wood fuel production	<i>Tonnes of wood fuel produced</i>	“Fuelwood or firewood (in log, brushwood, pellet or chip form) obtained from natural or managed forests or isolated trees. Also included are wood residues used as fuel and in which the original composition of wood is retained. Charcoal and black liquor are excluded” (UNSD, 2018)
7	Energy selfsufficiency indicator	$ESS_{EE} = \frac{EE_P}{EE_R} = \frac{w \cdot Q \cdot CP_{ee}P}{EE_R}$	“This parameter indicates the ratio between the energy (EE_P) produced by the new node introduced in the supply chain for recovery of energy by using waste and the energy required by the node of supply chain where the waste is produced (EE_R). Productivity (Q) (processed animal per year) of the node of the supply chain where waste is generated through a parameter (w) (tonnes of animal

			fat/processed animal or tonnes of organic waste/processed animal), and introducing other energy parameters (CP_{EE}), the treated waste is converted into electric energy” (Sgarbossa & Russo, 2017)
8	Recovery of energy by using waste	$EE_P = w \cdot Q \cdot CP_{ee}$	“Productivity (Q) (processed animal per year) of the node of the supply chain where waste is generated through a parameter (w) (tonnes of animal fat/processed animal or tonnes of organic waste/processed animal), and introducing other energy parameters (CP_{EE}), the treated waste is converted into electric energy” (Sgarbossa & Russo, 2017)
9	Energy required	EE_R	EE_R Amount of energy needed for waste recovery. (Sgarbossa & Russo, 2017)
10	Total Energy consumption	<i>Amount of TJ energy used</i>	Direct energy used (Kucukvar et al., 2019; Vasa et al., 2018)
11	Cumulative Energy Demand indicator	$CED = \sum E_i = \sum f_i \cdot c_i \cdot i = 1, \dots, n$	“Where E_i represents the CED of each input flow, f_i indicates the flow (input or output) of material or energy that contributes to E_i while c_i is the flow conversion coefficient” (Ghisellini et al., 2016)
12	Use of primary energy	<i>MJ of primary energy used</i>	Direct energy used (Abejón et al., 2020; Ioannidou et al., 2020; Pagotto & Halog, 2016)

13	Use of primary renewable energy	<i>MJ of primary renewable energy used</i>	Direct use of renewable energy (Abejón et al., 2020; Ioannidou et al., 2020)
14	Use of primary nonrenewable energy	<i>MJ of primary renewable energy used</i>	Direct use of non-renewable energy (Abejón et al., 2020; Ioannidou et al., 2020)
15	Nonrenewable energy demand	<i>MJ of primary non renewable energy dema</i>	Demand of energy resources from the non-renewable origin (Del Borghi et al., 2018)
16	Energy productivity	$EP = \frac{\text{Total economic output}}{\text{Amount of energy consumed}}$	Total economic output e.g. GDP or revenue Amount of energy consumed e.g. barrels of oil equivalent or kilowatt hours of electricity (European Commission, 2021)
17	Renewable energy share in the total final energy consumption	$RE = \frac{\text{Renewable energy consumed}}{\text{Total energy consumption}} \times 100$	Ratio of renewable energy consumption to total energy consumption (UNSD, 2021)

Fonte: ns elaborazione su letteratura

Attività di allevamento e flussi zootecnici

Per le aziende che svolgono attività di allevamento, il questionario approfondisce in modo dettagliato le caratteristiche del comparto zootecnico, includendo il numero e la tipologia di capi allevati, i sistemi di allevamento, le pratiche alimentari e i livelli produttivi (carne, latte, uova, miele).

Particolare attenzione è dedicata alla produzione di reflui (letame, liquami, pollina) e alle modalità di gestione degli stessi, distinguendo tra riutilizzo in azienda e smaltimento esterno. Questo consente di analizzare i flussi di nutrienti e di valutare il grado di integrazione tra comparto zootecnico e agricolo, elemento centrale nei sistemi circolari.

Trasformazione dei prodotti agricoli

La sezione relativa alla trasformazione dei prodotti consente di estendere l'analisi oltre la produzione primaria, includendo le attività di trasformazione svolte in azienda (ad esempio produzione di formaggi, vino, olio). Sono stati raccolti dati su quantità prodotte e vendute, input aggiuntivi utilizzati, scarti generati e tipologie di packaging.

Questa sezione permette di valutare il valore aggiunto generato dalle attività di trasformazione e di analizzare i relativi impatti in termini di consumo di risorse e produzione di scarti. Inoltre, l'inclusione del packaging consente di considerare anche le fasi finali della filiera produttiva.

Gestione dei rifiuti aziendali

Il questionario include una sezione dedicata ai rifiuti non direttamente riconducibili ai processi produttivi principali, in cui vengono rilevate le tipologie di rifiuti prodotti, le quantità e le modalità di smaltimento, inclusi eventuali costi associati.

Queste informazioni permettono di completare l'analisi dei flussi in uscita dall'azienda, identificando le componenti non valorizzate e le pratiche di gestione adottate. Ciò consente di individuare ulteriori margini di miglioramento in termini di riduzione, riuso o riciclo dei rifiuti.

Tecnologie e certificazioni

Infine, il questionario raccoglie informazioni sulle certificazioni possedute dalle aziende (ad esempio biologico, DOP, standard ISO) e sull'adozione di tecnologie innovative finalizzate al miglioramento della sostenibilità.

Questa sezione consente di valutare il livello di innovazione e l'orientamento delle aziende verso pratiche sostenibili, nonché di analizzare eventuali relazioni tra certificazioni, performance ambientali e modelli produttivi.

ANALISI DEI CONTESTI AZIENDALI

I risultati aziendali presentati nel presente capitolo derivano dalle informazioni raccolte attraverso la somministrazione del questionario e dalla documentazione resa disponibile dalle aziende coinvolte nell'indagine o da informazioni acquisite da fonti ufficiali delle imprese. La lettura dei dati tiene conto della diversa disponibilità, completezza e sistematizzazione delle informazioni rilevate nei singoli contesti aziendali; pertanto, le evidenze presentate sono riferite al quadro informativo acquisito nel corso dello studio e devono essere interpretate in relazione al livello di dettaglio e di affidabilità dei dati disponibili.

L'analisi dei risultati è articolata attraverso la presentazione di schede descrittive relative alle aziende coinvolte. Oltre a delineare il profilo delle singole imprese, le schede consentono di evidenziare il grado di disponibilità e rilevanza delle informazioni necessarie al calcolo degli indicatori, nonché il livello di maturità informativa aziendale. In particolare, permettono di distinguere gli ambiti nei quali i dati risultano già strutturati da quelli che richiedono un ulteriore consolidamento dei sistemi di raccolta, registrazione e gestione delle informazioni.

Azienda Agricola Boccea Solaria



L'azienda Agricola Boccea Solaria ha indicato una superficie agricola totale di circa 260 ettari, di cui 52 ettari risultano effettivamente utilizzati a fini produttivi. Una quota rilevante della superficie è destinata a pascolo (circa 70 ettari), mentre non emergono superfici in affitto o non utilizzate.

La struttura aziendale appare relativamente contenuta dal punto di vista occupazionale, con 6 dipendenti a tempo indeterminato e assenza di manodopera stagionale, suggerendo un'organizzazione stabile e non fortemente dipendente da picchi di lavoro stagionali⁵.

⁵ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda



L'azienda presenta un sistema produttivo misto, che combina attività agricola e zootecnica. La produzione agricola è caratterizzata da coltivazioni su una superficie limitata (circa 4 ettari stagionali), integrate dalla presenza di serre per circa 4.000 m², con una produzione complessiva pari a circa 500 quintali annui.

La componente zootecnica è invece significativa, con un allevamento di circa 270 capi bovini adulti destinati alla produzione di carne, gestiti prevalentemente al pascolo e alimentati con risorse aziendali (fieno autoprodotta). La vendita di circa 6 capi al mese indica una produzione costante e strutturata. Nel complesso, l'azienda appare orientata verso un modello produttivo integrato, in cui la componente zootecnica svolge un ruolo centrale.

Per quanto riguarda gli input agricoli, l'azienda utilizza principalmente piantine per la produzione e ricorre a input materiali limitati, tra cui telo pacciamante biodegradabile (circa 12 km annui).

L'utilizzo di fertilizzanti appare coerente con un approccio a basso impatto, basato su compost e preparati biodinamici, in linea con le certificazioni dichiarate. Questo suggerisce un modello produttivo orientato alla riduzione degli input chimici di sintesi e all'impiego di pratiche agronomiche più sostenibili.

Un elemento rilevante è la gestione dei reflui zootecnici. Il letame prodotto dall'allevamento viene raccolto due volte l'anno e riutilizzato internamente all'azienda, configurandosi come un input per la fertilizzazione dei suoli.

Non emergono invece informazioni dettagliate su altre tipologie di scarti agricoli o rifiuti, il che potrebbe indicare una limitata tracciabilità di questi flussi oppure una loro gestione non formalizzata.

L'azienda mostra diversi elementi riconducibili a un modello circolare:

- integrazione tra allevamento e coltivazione attraverso il riutilizzo del letame;
- autoproduzione di parte degli input (es. fieno per alimentazione animale);
- utilizzo di materiali biodegradabili (telo pacciamante).

Inoltre, la gestione dell'allevamento al pascolo e l'adozione di pratiche di pascolo razionale indicano un approccio orientato alla sostenibilità ecologica e alla valorizzazione delle risorse interne.

L'azienda utilizza acqua per irrigazione proveniente da sorgente, indicando una dipendenza da risorse idriche locali. Tuttavia, i dati disponibili non consentono una quantificazione precisa dei consumi.

Dal punto di vista energetico, i consumi risultano contenuti e in larga parte coperti da fonti rinnovabili, suggerendo un buon livello di autonomia energetica. L'uso di trattori a diesel indica comunque la presenza di una componente fossile, sebbene probabilmente limitata.

Nel complesso, l'azienda Agricola Boccea Solaria si configura come un sistema produttivo misto a prevalenza zootecnica, caratterizzato da un buon livello di integrazione interna e da pratiche orientate alla sostenibilità. Il riutilizzo dei reflui e l'autoproduzione di input rappresentano elementi significativi di circolarità.

Azienda Biolà Latte Crudo

Biolà

L'azienda agricola Biolà Latte Crudo rappresenta l'evoluzione di una consolidata tradizione familiare nel settore agricolo. Nel corso del tempo l'impresa ha progressivamente adattato il proprio modello produttivo all'evoluzione del comparto agroalimentare, orientandosi, a partire dagli anni Sessanta, verso la specializzazione nell'allevamento di bovine da latte. Alla fine degli anni Novanta è stata intrapresa la conversione al metodo di produzione biologico, scelta che ha rappresentato un passaggio strategico volto a coniugare qualità delle produzioni, sostenibilità ambientale e valorizzazione del benessere animale. La strategia aziendale si caratterizza inoltre per una particolare attenzione alla filiera corta, mediante sistemi di vendita diretta, quali distributori automatici di latte crudo e commercializzazione itinerante, affiancati da attività di accoglienza, visite aziendali e degustazioni. Tali iniziative contribuiscono a rafforzare il rapporto con il territorio e con i consumatori, promuovendo un modello di produzione fondato sulla valorizzazione delle risorse locali e sulla costruzione di relazioni di fiducia⁶.

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata pari a circa 350 ettari, dei quali 200 ettari risultano effettivamente destinati alle attività produttive. La disponibilità fondiaria è costituita prevalentemente da terreni condotti in affitto, che rappresentano circa 300 ettari della superficie totale. Dall'analisi dei dati emerge inoltre la presenza di circa 150

⁶ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

ettari non direttamente utilizzati per le attività produttive, elemento che potrebbe rappresentare un potenziale margine per future strategie di valorizzazione, diversificazione o ampliamento delle produzioni.

La superficie destinata a pascolo risulta pari a circa 30–40 ettari, evidenziando un'incidenza relativamente contenuta rispetto alla superficie aziendale complessiva. Sotto il profilo organizzativo, l'azienda presenta una struttura occupazionale essenziale, composta da 2 lavoratori a tempo indeterminato e 3 lavoratori stagionali. Tale configurazione riflette un modello gestionale caratterizzato da una struttura stabile di dimensioni contenute, integrata da personale impiegato in funzione delle esigenze produttive stagionali.

L'azienda presenta un sistema produttivo fortemente orientato alla zootecnia, integrato con una significativa produzione agricola destinata principalmente all'alimentazione animale. Le coltivazioni, realizzate interamente in campo aperto, includono foraggi, insilati, fieno e granaglie, evidenziando una forte integrazione tra comparto agricolo e zootecnico.

L'allevamento rappresenta l'elemento centrale del sistema produttivo, con circa 170 bovini da latte (prevalentemente razze Frisona e Jersey) e circa 50 capi destinati alla produzione di carne. La produzione lattiera è rilevante (circa 100.000 litri annui), mentre la vendita di carne appare più limitata e orientata a una produzione qualitativa (grass-fed).

Un elemento distintivo è la presenza di attività di trasformazione interna, con produzione di formaggi, latte crudo e gelato, che consente all'azienda di estendere la filiera produttiva e generare valore aggiunto.

L'azienda mostra un elevato livello di autosufficienza per quanto riguarda gli input agricoli, producendo internamente gran parte dei foraggi destinati all'alimentazione animale. Anche i fertilizzanti sono autoprodotti attraverso la gestione delle deiezioni zootecniche (PUDZ), riducendo la dipendenza da input esterni. Tuttavia, emerge un utilizzo significativo di energia e combustibili fossili, con un consumo annuo di circa 53.892 litri di diesel e circa 15.000 kWh di energia elettrica. Questo indica un sistema produttivo intensivo dal punto di vista energetico, legato sia alle attività agricole sia alla trasformazione.



La produzione di scarti è principalmente legata al comparto zootecnico. Il letame prodotto (circa 1000 tonnellate annue) viene interamente riutilizzato in azienda come fertilizzante, spesso in combinazione con sostanza organica, rappresentando un elemento chiave nella gestione dei nutrienti.

Sono inoltre presenti altri rifiuti aziendali (batterie, oli, plastica), gestiti tramite conferimento a operatori esterni specializzati. La presenza di scarti organici limitati e la valorizzazione del letame suggeriscono una buona gestione dei flussi interni, anche se non emergono dati dettagliati su altre tipologie di scarto.

L'azienda presenta diversi elementi riconducibili a un modello di economia circolare:

- forte integrazione tra produzione agricola e allevamento;
- autoproduzione di fertilizzanti tramite deiezioni zootecniche;
- utilizzo di foraggi aziendali per l'alimentazione animale;
- presenza di trasformazione interna che chiude la filiera produttiva.

Questi aspetti indicano un sistema relativamente chiuso, in cui i flussi di materia vengono in parte reintegrati nel ciclo produttivo.

Il consumo idrico appare necessariamente elevato, soprattutto in relazione all'attività di allevamento; basti considerare che il fabbisogno medio per il solo abbeveramento di ogni capo è di circa 1 quintale di acqua al giorno, ciò suggerisce un fabbisogno complessivo significativo su base annua.

Dal punto di vista energetico, l'azienda mostra una forte dipendenza da combustibili fossili (diesel), anche se sono presenti alcune soluzioni tecnologiche per la riduzione dell'impatto (es. macchinari con sistemi per abbattimento delle emissioni). Non emergono invece dati rilevanti sull'utilizzo di fonti rinnovabili.

In generale, l'azienda Biolà Latte Crudo si configura come un sistema produttivo zootecnico integrato, caratterizzato da un'elevata autosufficienza nei fattori produttivi e da una significativa capacità di generare valore attraverso la trasformazione dei prodotti.

Il riutilizzo dei reflui e l'integrazione tra le diverse attività rappresentano elementi importanti di circolarità. Tuttavia, l'elevata intensità energetica e il consumo idrico suggeriscono la presenza di interventi di miglioramento, che potrebbero essere affrontate attraverso strategie di efficientamento e maggiore utilizzo di fonti rinnovabili.

Azienda Borgo di Tragliata



Il Borgo di Tragliata è un'azienda agricola certificata biologica secondo gli standard AIAB/ICEA, che dal 1999 svolge la propria attività adottando pratiche produttive orientate alla sostenibilità ambientale e alla valorizzazione del patrimonio agricolo della

Campagna Romana. L'azienda si estende su una superficie dichiarata di circa 100 ettari, destinata prevalentemente alla coltivazione biologica di ortaggi, frutta, cereali antichi e colture estensive, impiegati anche nella valorizzazione delle produzioni tipiche e delle tradizioni gastronomiche locali. L'attività produttiva è affiancata da una gestione del territorio improntata ai principi della conservazione ambientale e della tutela delle risorse naturali. In particolare, la tenuta comprende oltre 20 ettari di superfici boschive e promuove interventi di forestazione mediante l'impiego di specie arboree autoctone e di pregio, contribuendo alla salvaguardia del paesaggio e della biodiversità.

Il modello gestionale adottato dall'azienda integra gli obiettivi di sostenibilità ambientale con quelli di efficienza nell'utilizzo delle risorse. Tra le principali strategie adottate rientrano il perseguimento dell'autosufficienza energetica, il riutilizzo delle risorse aziendali, l'impiego di sistemi di fitodepurazione per il trattamento delle acque reflue e la produzione di energia da fonti rinnovabili. Tali pratiche si inseriscono in un approccio volto alla riduzione dell'impatto ambientale delle attività agricole e alla promozione di un sistema produttivo resiliente. Nel complesso, il Borgo di Tragliata rappresenta un'esperienza aziendale orientata alla valorizzazione della qualità delle produzioni biologiche, della filiera corta e della gestione sostenibile del territorio, promuovendo un modello di sviluppo che integra attività agricola, tutela del paesaggio, conservazione della biodiversità e rafforzamento del legame con la comunità locale⁷.

L'azienda Borgo di Tragliata si estende su una superficie agricola totale dichiarata di circa 88 ettari, di cui 50 ettari risultano utilizzati a fini produttivi. La presenza di una superficie in affitto limitata (circa 2 ettari) indica una gestione prevalentemente basata su terreni di proprietà.

⁷ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

Dal punto di vista occupazionale, l'azienda presenta una struttura articolata, con circa 11 dipendenti impiegati principalmente nelle attività agrituristiche e 2–3 addetti dedicati alle attività agricole. Questo evidenzia una forte integrazione tra produzione agricola e servizi turistico-ricettivi, che rappresentano una componente rilevante del modello aziendale.

La produzione agricola è diversificata e organizzata su base stagionale, con un'ampia varietà di colture orticole e cerealicole. Tra le principali produzioni si segnalano lattuga, spinaci, broccoletti, cavoli e frumento, con quantitativi significativi soprattutto per alcune colture (ad esempio spinaci e broccoletti).

La distribuzione delle colture lungo l'anno evidenzia un sistema produttivo intensivo e continuo, orientato alla massimizzazione della resa su superfici relativamente contenute. La produzione complessiva appare elevata, suggerendo un elevato livello di sfruttamento della superficie agricola disponibile.

Parallelamente, l'azienda integra l'attività agricola con un'importante componente agrituristica, che rappresenta un elemento distintivo e contribuisce in modo significativo al valore complessivo generato.

L'azienda utilizza input agricoli coerenti con un modello biologico, tra cui concimi bio in quantità rilevanti (circa 1600 quintali annui). È inoltre presente l'utilizzo di telo pacciamante biodegradabile, indicativo di una certa attenzione alla sostenibilità dei materiali impiegati.

Tuttavia, il sistema produttivo appare intensivo sotto il profilo degli input, sia per l'elevato utilizzo di fertilizzanti sia per la forte meccanizzazione, evidenziata dalla presenza di trattori e dal consumo annuo di circa 20.000 litri di diesel.

Non emergono dati dettagliati sulla produzione e gestione degli scarti agricoli, il che suggerisce una limitata tracciabilità di questi flussi. Tuttavia, l'intensità della produzione lascia presumere una quantità significativa di residui colturali, la cui gestione rappresenta un aspetto potenzialmente rilevante per l'efficienza del sistema.

L'azienda presenta alcuni elementi riconducibili a pratiche di sostenibilità e circolarità, tra cui:

- utilizzo di input biologici
- impiego di materiali biodegradabili
- presenza di produzione di energia da fonti rinnovabili

Tuttavia, rispetto ad altri modelli più integrati, emerge una minore evidenza di chiusura dei cicli di materia, in particolare per quanto riguarda il riutilizzo degli scarti agricoli o l'integrazione con attività zootecniche.

Il consumo idrico per l'irrigazione è significativo, con circa 9000 m³ annui prelevati da pozzi per una superficie irrigata di circa 10 ettari, indicando un uso intensivo della risorsa idrica.

Dal punto di vista energetico, l'azienda presenta consumi elevati, circa 100.000 kWh annui per la sola componente agricola. Inoltre, la componente agrituristica contribuisce in modo rilevante ai consumi complessivi, con circa 400.000 kWh annui e ulteriori consumi di gasolio e acqua, evidenziando un impatto significativo legato alle attività di ospitalità.

Tuttavia, l'azienda dispone un impianto fotovoltaico che garantisce una produzione di circa 200.000 kWh annui, assicurando così una buona copertura del fabbisogno elettrico.

Nel complesso, l'azienda Borgo di Tragliata si configura come un sistema produttivo diversificato, in cui l'attività agricola intensiva si integra con una significativa componente agrituristica. L'azienda mostra un buon livello di innovazione e un orientamento verso la sostenibilità, in particolare sul fronte energetico.

Tuttavia, l'elevata intensità nell'uso delle risorse e la limitata integrazione dei flussi di materia suggeriscono un livello di circolarità ancora parziale, con margini di miglioramento soprattutto nella gestione degli scarti e nell'ottimizzazione dei consumi.

Azienda Agricola Caramadre



L'Azienda opera nel territorio dell'Agro Romano, all'interno della Riserva Statale del Litorale e in prossimità dell'Oasi WWF di Macchia Grande, in un contesto caratterizzato da un elevato valore ambientale e

paesaggistico. L'azienda sviluppa la propria attività lungo l'intera filiera della produzione, selezione e commercializzazione di ortaggi biologici, con particolare attenzione alla qualità delle produzioni e alla valorizzazione del territorio. Le attività risultano distribuite tra il centro aziendale di Maccarese, destinato alla lavorazione dei prodotti e alla vendita all'ingrosso e al dettaglio, e il sito produttivo di

Torre in Pietra, dove si concentra la maggior parte delle superfici coltivate secondo i principi dell'agricoltura biologica certificata. Il modello produttivo adottato è orientato alla sostenibilità ambientale e alla tutela della salute dei consumatori. L'azienda impiega esclusivamente pratiche di coltivazione biologica, escludendo l'utilizzo di organismi geneticamente modificati e di prodotti chimici di sintesi, privilegiando invece fertilizzanti naturali, tecniche di minima lavorazione del terreno e pratiche agronomiche finalizzate alla conservazione della fertilità dei suoli. Particolare rilievo è inoltre attribuito alla tutela della biodiversità agricola, attraverso il recupero e la valorizzazione di varietà orticole tradizionali rappresentative del patrimonio agricolo locale⁸.

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 30 ettari, dei quali 29 ettari risultano effettivamente destinati alle attività produttive.

Sotto il profilo organizzativo, l'azienda presenta una struttura occupazionale composta da 8 lavoratori a tempo indeterminato e 7 lavoratori stagionali. In relazione all'estensione della superficie coltivata, tale dotazione di personale evidenzia un modello produttivo caratterizzato da un'elevata intensità di lavoro, coerente con la specializzazione nelle produzioni orticole biologiche e con le esigenze operative connesse alle attività di coltivazione, raccolta, selezione e commercializzazione dei prodotti.

L'azienda è fortemente specializzata nella produzione orticola intensiva, con un sistema produttivo altamente diversificato e organizzato su base stagionale. Sono previste due o tre coltivazioni per anno sulla stessa superficie, con una rotazione che consente di massimizzare l'utilizzo del suolo.

La produzione avviene sia in serra (circa 1,5 ettari) sia in pieno campo, con un'ampia gamma di colture che include zucchine, peperoni, melanzane, ortaggi a foglia, brassicacee e altre coltivazioni stagionali. La produzione complessiva è elevata (circa 7.964 quintali annui), a conferma di un sistema altamente intensivo.

Un elemento rilevante è la presenza di colture destinate alla produzione di biomassa (es. sorgo Sudan grass), utilizzate all'interno delle rotazioni agronomiche, suggerendo una certa attenzione alla gestione della fertilità del suolo.

L'azienda fa un uso significativo di input materiali e tecnici. Tra questi si evidenziano:

⁸ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda



- utilizzo rilevante di polietilene per le serre (circa 14.000 kg);
- ampia diffusione di sistemi di irrigazione (oltre 660.000 metri di ali gocciolanti annue);
- utilizzo combinato di teli pacciamanti biodegradabili e materiali plastici convenzionali.

Dal punto di vista agronomico, l'azienda utilizza sia fertilizzanti organici (letame) sia prodotti consentiti in agricoltura biologica (es. zolfo, rame, *Bacillus thuringiensis*), indicando un modello produttivo biologico ma comunque intensivo nell'uso di input.

La produzione di scarti è significativa e ben identificata lungo le diverse fasi del processo produttivo. Gli scarti da mondatura rappresentano circa il 50% della biomassa, mentre gli scarti da lavorazione e invenduto ammontano a circa 1000 kg a settimana.

Una parte degli scarti viene riutilizzata attraverso pratiche di concimazione organica, mentre il resto non risulta dettagliatamente tracciato. Questo evidenzia una gestione parziale dei flussi di scarto, con potenziali margini di miglioramento nella loro valorizzazione.

L'azienda presenta alcuni elementi di circolarità, tra cui:

- riutilizzo parziale degli scarti organici tramite concimazione;
- inserimento di colture da biomassa nelle rotazioni;
- utilizzo di input compatibili con agricoltura biologica.

Tuttavia, la forte dipendenza da materiali plastici (in particolare polietilene) e l'elevata produzione di scarti indicano un sistema solo parzialmente circolare, in cui i cicli di materia non risultano completamente chiusi.

L'azienda presenta un consumo idrico molto elevato, pari a circa 680.000 m³ annui, utilizzati per irrigare l'intera superficie aziendale. L'approvvigionamento avviene sia tramite rete consortile sia tramite risorse locali (laghetto), indicando una forte dipendenza dalla disponibilità idrica.

Non sono riportati consumi di energia elettrica, mentre il consumo di diesel (circa 14.285 litri annui) e la presenza di 6 macchinari indicano una meccanizzazione significativa. Sono inoltre presenti tecnologie innovative (trattori 4.0, sistemi di supporto decisionale), che suggeriscono un orientamento all'innovazione.

Nel complesso, l'Azienda Agricola Caramadre si configura come un sistema orticolo intensivo ad alta produttività, caratterizzato da una forte diversificazione colturale e da un utilizzo intensivo delle risorse. Pur operando in regime biologico e adottando alcune pratiche di sostenibilità, l'azienda

presenta un livello di circolarità parziale, con punti di attenzione connessi all'uso di acqua, materiali plastici e alla gestione degli scarti. Tuttavia, l'orientamento all'innovazione e le prospettive di sviluppo indicano un potenziale significativo di miglioramento in chiave più sostenibile.

Azienda Agricola Il Melograno 2013



L'Azienda, fondata nel 2013, ha avviato l'attività attraverso il recupero e la valorizzazione dei terreni di famiglia. L'azienda adotta un modello produttivo orientato ai principi dell'agricoltura biologica, fondato sul rispetto dei cicli naturali e della stagionalità delle produzioni, privilegiando la coltivazione

in pieno campo di ortaggi e frutta senza ricorrere a fertilizzanti chimici di sintesi. L'attività aziendale è improntata alla produzione di alimenti di elevata qualità, con particolare attenzione alla tutela dell'ambiente, alla conservazione della fertilità del suolo e alla salvaguardia della biodiversità agricola. In tale prospettiva, l'azienda promuove la coltivazione di varietà tradizionali e autoctone, contribuendo alla conservazione del patrimonio genetico locale. Il modello gestionale è inoltre caratterizzato dall'impiego di pratiche agronomiche coerenti con i principi della sostenibilità ambientale e da un sistema di approvvigionamento idrico autosufficiente, finalizzato a garantire un utilizzo efficiente delle risorse naturali⁹.

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 4,5 ettari, di cui 1,5 ettari condotti in affitto e dei quali 3 ettari risultano destinati alle attività produttive. La restante quota di circa 1,5 ettari non è attualmente impiegata nelle coltivazioni, rappresentando un potenziale margine per future strategie di sviluppo o diversificazione delle attività aziendali.

Sotto il profilo organizzativo, l'azienda impiega un solo lavoratore stagionale. La consistenza della forza lavoro evidenzia un modello produttivo caratterizzato da un'elevata intensità di manodopera,

⁹ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

coerente con la specializzazione nelle produzioni ortofrutticole biologiche e con le esigenze operative legate alle attività di coltivazione, raccolta e gestione delle produzioni.

L'azienda è specializzata nella produzione orticola, con un'ampia varietà di colture distribuite lungo tutto l'arco dell'anno. Le produzioni includono ortaggi invernali (cavoli, cicoria, finocchi, radicchio) e colture primaverili-estive (insalate, melanzane, peperoni, pomodori, zucchine), evidenziando un sistema produttivo continuo e diversificato.

La produzione complessiva dichiarata risulta pari a circa 200 quintali annui, un dato relativamente contenuto rispetto alla superficie disponibile, che potrebbe riflettere una sottostima oppure una diversa modalità di rilevazione dei dati. In ogni caso, emerge un modello produttivo orientato alla diversificazione più che alla massimizzazione delle rese per singola coltura.

L'azienda utilizza input in ottemperanza delle pratiche di agricoltura biologica, tra cui concime stallatico (circa 120 quintali annui) e materiali per la coltivazione quali pali in legno e teli pacciamanti biodegradabili.

L'utilizzo prevalente di materiali biodegradabili rappresenta un elemento positivo in termini di sostenibilità, suggerendo una riduzione dell'impatto legato ai materiali plastici. Nel complesso, il sistema produttivo appare relativamente contenuto nell'uso di input esterni rispetto ad aziende più intensive.

La produzione di scarti è significativa e strutturata in modo simile ad altre aziende orticole. Gli scarti da mondatura rappresentano circa il 50% della biomassa, mentre gli scarti da lavorazione e invenduto ammontano a circa 1000 kg a settimana.

Una parte degli scarti viene riutilizzata attraverso la concimazione con letame, contribuendo al mantenimento della fertilità del suolo. Tuttavia, non tutte le frazioni di scarto risultano valorizzate, indicando una gestione parziale dei flussi organici.

L'azienda presenta alcuni elementi di circolarità, tra cui:

- utilizzo di fertilizzanti organici (concime stallatico);
- riutilizzo parziale degli scarti agricoli;
- impiego di materiali biodegradabili.

Tuttavia, l'assenza di attività zootecniche limita la possibilità di chiudere completamente i cicli di nutrienti all'interno dell'azienda, rendendo il sistema solo parzialmente circolare.

L'azienda presenta consumi relativamente contenuti sia dal punto di vista idrico sia energetico. L'acqua utilizzata per irrigazione è pari a circa 8000 m³ annui su una superficie irrigata limitata (circa 1,5 ettari), indicando un uso mirato della risorsa.

Dal punto di vista energetico, i consumi risultano contenuti (circa 8000 kWh annui), così come l'uso di combustibili fossili (circa 1200 litri di diesel annui), con una meccanizzazione limitata (un solo macchinario). Questo suggerisce un sistema produttivo a bassa intensità energetica.

In generale l'Azienda si configura come un sistema orticolo diversificato a bassa intensità di input, caratterizzato da un approccio produttivo relativamente estensivo rispetto ad altre realtà analizzate.

Pur presentando alcuni elementi di circolarità, in particolare nella gestione degli scarti e nell'uso di fertilizzanti organici, il sistema risulta solo parzialmente integrato. Tuttavia, i bassi consumi di risorse e l'adozione di pratiche sostenibili rappresentano una base solida per un possibile sviluppo futuro in chiave più circolare.

Azienda Orto de i Terzi

L'Azienda opera, nel comune di Cerveteri, in un contesto rurale caratterizzato da un elevato pregio ambientale e paesaggistico; è specializzata nella produzione di ortaggi biologici di stagione, coltivando ogni anno numerose varietà selezionate in funzione delle caratteristiche agronomiche e qualitative. L'intero processo produttivo è certificato biologico e interessa tutte le fasi della filiera, dalla selezione del materiale di propagazione fino alla commercializzazione del prodotto.



Il modello produttivo adottato si fonda sull'impiego di pratiche agricole conformi ai principi dell'agricoltura biologica, escludendo l'utilizzo di prodotti chimici di sintesi e privilegiando tecniche culturali orientate al mantenimento dell'equilibrio dell'agroecosistema. La gestione aziendale integra, inoltre, i principi dell'agricoltura biodinamica, con particolare attenzione alla conservazione della fertilità del suolo, alla biodiversità e al rispetto dei cicli naturali. L'approvvigionamento idrico è garantito mediante l'utilizzo di acqua di falda proveniente da un pozzo artesiano, mentre la commercializzazione avviene esclusivamente attraverso

canali di vendita diretta, tra cui l'azienda agricola, i mercati locali e il punto vendita di Roma, rafforzando il rapporto diretto con i consumatori e valorizzando il modello della filiera corta¹⁰.

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 3 ettari, dei quali 1,5 ettari risultano effettivamente destinati alle attività produttive. L'intera superficie coltivata è condotta in affitto, configurando un modello gestionale basato sull'utilizzo di terreni non di proprietà.

Sotto il profilo organizzativo, l'azienda impiega due addetti con carattere continuativo. La dimensione della struttura occupazionale riflette un modello gestionale di piccola scala, coerente con la specializzazione nelle produzioni orticole biologiche e con un sistema di commercializzazione prevalentemente orientato alla vendita diretta.

L'azienda presenta un sistema produttivo orticolo diversificato, con coltivazioni sia in serra sia in campo aperto. La produzione include un'ampia varietà di ortaggi distribuiti lungo l'arco dell'anno (lattuga, cavoli, finocchi, broccoli, cicoria, bieta, fragole, ecc.), con una produzione complessiva di circa 69 quintali annui.

Un elemento distintivo è la forte integrazione con altre aziende del territorio: parte dei prodotti non coltivati direttamente viene acquistata, in particolare dall'azienda Caramadre, mentre la frutta proviene da altre aziende biologiche. Questo evidenzia un modello produttivo basato su reti locali di approvvigionamento e collaborazione tra aziende.

L'azienda utilizza input coerenti con pratiche biologiche e a basso impatto, tra cui letame biodinamico e ammendanti organici. L'utilizzo di fitosanitari è limitato e basato su prodotti naturali (es. *Bacillus thuringiensis*, piretro naturale).

Per quanto riguarda i materiali, si evidenzia l'uso di soluzioni diversificate: spago di canapa, bioteli per pacciamatura, contenitori plastici riciclati e altri materiali riutilizzati. Tuttavia, emergono anche criticità nella gestione di alcuni materiali (es. tessuto non tessuto non conferibile facilmente), indicando difficoltà operative nella gestione dei rifiuti tecnici.

¹⁰ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

Non sono disponibili dati quantitativi dettagliati sulla produzione di scarti agricoli, ma emerge una certa attenzione alla gestione dei materiali. Alcuni flussi risultano essere reinseriti nei circuiti produttivi o restituiti ai fornitori (es. polistirolo), mentre altri vengono riciclati quando possibile.

Tuttavia, la gestione degli scarti non appare completamente strutturata, soprattutto per quanto riguarda alcune tipologie di materiali difficili da smaltire.

L'azienda presenta diversi elementi di circolarità, seppur su scala ridotta:

- utilizzo di fertilizzanti organici e biodinamici;
- riuso e riciclo di materiali (contenitori, polistirolo);
- integrazione con altre aziende locali per approvvigionamento e distribuzione.

Questo modello evidenzia una forma di circolarità “territoriale”, basata più su relazioni tra aziende che sulla chiusura interna dei cicli produttivi.

I consumi idrici risultano contenuti, con circa 1104 m³ annui utilizzati per l'irrigazione, coerentemente con la dimensione aziendale.

Dal punto di vista energetico, i consumi dichiarati risultano molto bassi, mentre è presente una produzione di energia rinnovabile che copre il fabbisogno e genera un surplus immesso in rete. Tuttavia, il consumo di diesel (circa 8000 litri annui) appare rilevante in relazione alla dimensione aziendale, suggerendo una certa incidenza delle attività meccanizzate.

Nel complesso, l'azienda Orto de i Terzi si configura come una realtà orticola di piccola scala, caratterizzata da un approccio produttivo artigianale e da una forte integrazione con altre aziende del territorio.

Il sistema mostra elementi interessanti di circolarità, in particolare nella gestione dei materiali e nelle relazioni locali, ma presenta limiti legati alla dimensione ridotta e alla parziale dipendenza da input esterni. Nonostante ciò, l'azienda rappresenta un esempio significativo di modello produttivo locale e collaborativo, coerente con i principi dell'agricoltura sostenibile.

Azienda Biologica Ortuso S.s Agricola



**BIOLOGICA
ORTUSO**

L'Azienda, fondata nel 2017, opera nel territorio di Valle Santa, nell'area periferica del comune di Roma. L'attività è stata avviata attraverso il recupero e la valorizzazione di terreni di famiglia precedentemente non coltivati, con l'obiettivo di sviluppare un modello produttivo basato sui principi dell'agricoltura biologica e della sostenibilità ambientale. L'azienda è certificata secondo gli standard dell'agricoltura biologica e adotta pratiche colturali finalizzate alla tutela della fertilità del suolo, della biodiversità e dell'equilibrio degli ecosistemi agricoli.

Il processo produttivo è fondato sull'impiego di sementi biologiche e sull'applicazione di tecniche agronomiche coerenti con i principi della produzione biologica, privilegiando modalità di gestione orientate alla conservazione delle risorse naturali e alla riduzione dell'impatto ambientale. Il modello aziendale si caratterizza inoltre per l'attenzione alla qualità delle produzioni e alla valorizzazione del territorio, attraverso pratiche agricole rispettose dell'ambiente e dei cicli naturali¹¹.

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 10 ettari, interamente destinata alle attività produttive. Una quota significativa della superficie, pari a circa 6,7 ettari, è condotta in affitto, mentre la superficie non utilizzata risulta marginale (circa 0,5 ettari), evidenziando un elevato livello di utilizzo delle risorse fondiari disponibili.

Sotto il profilo organizzativo, l'azienda presenta una struttura occupazionale di dimensioni contenute, con l'impiego di un lavoratore stagionale. Tale configurazione risulta coerente con un modello gestionale a conduzione diretta, caratterizzato da un limitato ricorso a manodopera esterna.

L'azienda è specializzata nella produzione orticola, con un'ampia varietà di colture distribuite lungo le diverse stagioni. Le produzioni includono ortaggi primaverili (lattuga, broccoletto, spinaci), estivi (zucchine, pomodori, melanzane, peperoni) e invernali (cavolfiori, finocchi, broccoli, verza, carciofi, cicoria), evidenziando un sistema produttivo continuo e diversificato.

¹¹ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda



Alcune colture, come cavolfiori e carciofi, presentano quantitativi elevati, indicando una certa specializzazione all'interno della diversificazione generale. La produzione complessiva dichiarata (circa 200 quintali annui) appare contenuta rispetto alla varietà delle colture, suggerendo una scala produttiva medio-piccola ma intensiva nella gestione.

L'azienda utilizza input coerenti con pratiche di agricoltura biologica, tra cui letame e inoculi microbiologici (es. micorrize e Trichoderma), che indicano un approccio orientato al miglioramento della fertilità del suolo e della salute delle colture.

L'uso di fitosanitari è limitato a prodotti consentiti in agricoltura biologica (*Bacillus thuringiensis*, rame, zolfo, piretro), mentre è presente l'utilizzo di telo pacciamante biodegradabile. Nel complesso, il sistema appare orientato a un equilibrio tra produttività e sostenibilità, con un uso moderato di input esterni.

Le informazioni sugli scarti sono limitate, ma emerge la presenza di residui legati all'uso di materiali agricoli, in particolare teli pacciamanti biodegradabili, che vengono smaltiti tramite servizi dedicati. Non sono disponibili dati quantitativi sugli scarti organici, il che suggerisce una gestione non formalizzata o una limitata tracciabilità di questi flussi.

L'azienda presenta diversi elementi di circolarità, tra cui:

- utilizzo di fertilizzanti organici e inoculi biologici;
- impiego di materiali biodegradabili;
- adozione di pratiche agronomiche orientate alla salute del suolo.

Tuttavia, l'assenza di integrazione con attività zootecniche e la limitata gestione strutturata degli scarti indicano un livello di circolarità parziale, basato principalmente su pratiche agronomiche sostenibili piuttosto che su una chiusura completa dei cicli di materia.

Il consumo idrico è significativo, con circa 42.800 m³ annui prelevati da pozzo per irrigare l'intera superficie aziendale, indicando una forte dipendenza da risorse idriche locali.

Dal punto di vista energetico, i consumi risultano contenuti, con un utilizzo limitato di macchinari e un consumo annuo di circa 4400 litri di diesel.

Nel complesso, l'azienda si configura come una realtà orticola di piccola-media scala, caratterizzata da un approccio produttivo biologico e da una buona diversificazione colturale.

Il sistema mostra elementi di sostenibilità legati alla gestione del suolo e all'uso di input biologici, ma presenta un livello di circolarità limitato, principalmente per la mancanza di integrazione tra flussi produttivi e per la scarsa formalizzazione nella gestione degli scarti. Nonostante ciò, l'azienda rappresenta un modello interessante di agricoltura biologica orientata alla qualità e alla sostenibilità.

Azienda Agricola Pizzo del Prete



L'Azienda opera nel comune di Cerveteri ed è specializzata nell'allevamento bovino da latte biologico. Ha progressivamente orientato il proprio modello produttivo verso l'adozione di soluzioni tecnologiche innovative, integrando sistemi di agricoltura e zootecnia di precisione finalizzati al miglioramento dell'efficienza produttiva, del benessere animale e della sostenibilità

ambientale. Tra le principali innovazioni introdotte rientra la realizzazione di una “compost barn” completamente robotizzata per la produzione di latte biologico, affiancata dall'impiego di sistemi automatizzati di mungitura e alimentazione, tecnologie di monitoraggio degli animali mediante sensori e microchip e impianti per la produzione di energia da fonte solare.

Il modello gestionale adottato si caratterizza per l'integrazione tra innovazione tecnologica e sostenibilità, perseguendo obiettivi di ottimizzazione dei processi produttivi, riduzione dell'impatto ambientale e miglioramento delle condizioni di allevamento. L'impiego di tecnologie digitali e di automazione consente inoltre un monitoraggio continuo delle attività aziendali e una gestione più efficiente delle risorse¹².

Dal punto di vista strutturale, l'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 150 ettari, dei quali 130 ettari risultano destinati alle attività produttive. Una quota rilevante della superficie, pari a circa 100 ettari, è condotta in affitto, mentre circa 25 ettari non risultano attualmente utilizzati.

¹² Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

Sotto il profilo organizzativo, l'azienda impiega 3 lavoratori a tempo indeterminato e non ricorre a manodopera stagionale. La struttura occupazionale, relativamente contenuta rispetto alla dimensione aziendale, risulta coerente con un modello produttivo caratterizzato da un elevato livello di meccanizzazione e automazione dei processi.

L'azienda presenta un sistema produttivo fortemente integrato tra agricoltura e zootecnia. La produzione agricola è orientata principalmente alla coltivazione di erbai e cereali (in particolare frumento duro), destinati in larga parte all'alimentazione del bestiame.

Il comparto zootecnico rappresenta l'elemento centrale del sistema, con un allevamento di circa 350 bovini da latte (razza Frisona italiana). La produzione lattiera è significativa, con circa 12.775 quintali annui, e presenta livelli di spreco molto contenuti (circa 1%).

L'alimentazione degli animali è basata su un sistema unifeed che integra foraggi aziendali (fieno, insilati) e concentrati, evidenziando un elevato livello di organizzazione e controllo del processo produttivo.

L'azienda mostra un buon livello di autosufficienza negli input agricoli, producendo internamente gran parte dei foraggi e utilizzando letame aziendale (circa 500 quintali annui) come fertilizzante.

L'uso di input esterni appare limitato per la componente agricola, mentre risulta significativo per quanto riguarda i combustibili fossili, con un consumo annuo di circa 40.000 litri di diesel. Questo indica un sistema produttivo intensivo e fortemente meccanizzato.

L'azienda presenta una gestione strutturata degli scarti, in particolare per quanto riguarda il comparto zootecnico. Il letame prodotto viene interamente riutilizzato in azienda come fertilizzante, contribuendo alla chiusura del ciclo dei nutrienti.

Anche gli scarti vegetali derivanti dagli erbai vengono riutilizzati, ad esempio come lettiera per l'insilato, indicando un buon livello di integrazione dei flussi interni. I rifiuti non organici vengono invece gestiti tramite conferimento a operatori esterni specializzati.

L'azienda presenta un elevato livello di circolarità interna, grazie a:

- forte integrazione tra produzione agricola e zootecnica;
- riutilizzo completo dei reflui zootecnici;
- impiego dei residui vegetali all'interno del ciclo produttivo;
- autoproduzione di una quota significativa degli input.

Questo configura un sistema produttivo relativamente chiuso, in cui i flussi di materia vengono reintegrati in modo efficiente.

Il consumo idrico per l'irrigazione agricola è relativamente contenuto (circa 10.000 m³ annui su 10 ettari), mentre l'acqua destinata all'allevamento ammonta a circa 2.738 m³ annui.

Dal punto di vista energetico, l'azienda consuma circa 10.000 kWh annui e dispone di un impianto da fonti rinnovabili (circa 50 kWh), che copre solo parzialmente il fabbisogno. Il consumo di diesel è invece elevato, riflettendo l'intensità delle attività meccanizzate.

Nel complesso, l'Azienda Agricola Pizzo del Prete si configura come un sistema agro-zootecnico integrato e altamente organizzato, caratterizzato da una significativa capacità produttiva e da una buona chiusura dei cicli di materia.

Il riutilizzo dei reflui e l'integrazione tra le diverse attività rappresentano elementi chiave di circolarità. Tuttavia, l'elevata intensità energetica e la dipendenza da combustibili fossili indicano margini di miglioramento, in particolare attraverso l'incremento dell'utilizzo di fonti rinnovabili e l'ottimizzazione dei consumi.

Azienda Birrificio Podere 676



Il Birrificio Agricolo Podere 676 è un'azienda agricola a conduzione familiare situata nel territorio di Fiumicino. L'attività integra la produzione agricola con la trasformazione brassicola secondo un modello di birrificio agricolo, orientato alla valorizzazione delle produzioni aziendali e delle risorse del territorio. Il processo produttivo prevede, ove possibile, l'impiego di materie prime coltivate direttamente in azienda, in particolare orzo e luppolo, perseguendo un'elevata integrazione tra la fase agricola e quella di trasformazione. Il modello gestionale è improntato ai principi della sostenibilità ambientale, della

tracciabilità della filiera, dell'innovazione dei processi produttivi e della valorizzazione delle relazioni con il sistema agricolo locale¹³.

L'azienda dispone di una superficie agricola complessiva di circa 14 ettari, interamente condotti in affitto. Di questi, circa 9 ettari sono destinati alle produzioni agricole, mentre 5 ettari sono occupati da pascolo. Una quota di circa 2 ettari risulta utilizzata solo parzialmente in funzione delle esigenze produttive e dell'organizzazione colturale.

La struttura organizzativa è composta da cinque dipendenti a tempo indeterminato, ai quali si affianca un numero variabile di lavoratori stagionali, generalmente compreso tra quattro e sei unità durante il periodo primaverile-estivo. Tale configurazione riflette la stagionalità delle attività agricole e delle operazioni di trasformazione, evidenziando un'organizzazione produttiva flessibile, coerente con il ciclo colturale e con le esigenze della produzione brassicola.

L'azienda presenta un modello produttivo fortemente integrato tra agricoltura e trasformazione. La produzione agricola è specializzata nella coltivazione di materie prime per la produzione brassicola, in particolare orzo distico (circa 120 tonnellate annue) e luppolo. Questa produzione è direttamente collegata all'attività principale dell'azienda, ovvero la produzione di birra artigianale, con circa 33.000 litri annui e una gamma diversificata di prodotti (16 birre stagionali e 5 in linea).

Il modello aziendale si configura quindi come una filiera corta integrata, in cui la materia prima agricola viene trasformata internamente, generando un elevato valore aggiunto.

L'azienda utilizza input relativamente contenuti per la produzione agricola, tra cui fili di carta per le coltivazioni, scelti per il loro minore impatto ambientale rispetto ad alternative più inquinanti.

Per la produzione brassicola, gli input principali includono acqua, malto, luppolo, lievito e spezie. Una parte significativa delle materie prime (in particolare l'orzo) è autoprodotta, contribuendo a ridurre la dipendenza da fornitori esterni.

Dal punto di vista energetico, i consumi risultano elevati (oltre 120.000 kWh annui), riflettendo l'intensità delle attività di trasformazione.

L'azienda presenta una gestione strutturata degli scarti derivanti dalla trasformazione. Le trebbie (residuo della lavorazione della birra), prodotte in quantità significative (circa 120 kg umidi per ciclo),

¹³ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

vengono conferite a un'azienda zootecnica locale, configurandosi come sottoprodotto riutilizzato. I residui del luppolo vengono invece reimpiegati come fertilizzante all'interno dell'azienda, contribuendo alla chiusura del ciclo dei nutrienti.

È inoltre presente una componente di spreco idrico legata ai processi di raffreddamento, che rappresenta un potenziale ambito di miglioramento.

L'azienda mostra diversi elementi di economia circolare:

- integrazione tra produzione agricola e trasformazione;
- riutilizzo degli scarti (trebbie verso zootecnia, residui vegetali come fertilizzante);
- riduzione del packaging grazie alla vendita diretta in loco;
- utilizzo di materiali a minore impatto ambientale.

Questi elementi evidenziano un modello circolare sia interno all'azienda sia esteso al territorio attraverso relazioni con altre imprese.

L'azienda presenta consumi idrici rilevanti, legati sia all'irrigazione sia soprattutto ai processi di produzione della birra. Il consumo di acqua per raffreddamento e lavorazione rappresenta una componente significativa del bilancio idrico.

Dal punto di vista energetico, i consumi sono elevati, coerentemente con la presenza di impianti di trasformazione e tecnologie avanzate. Non emergono informazioni sull'utilizzo di fonti rinnovabili, suggerendo una possibile dipendenza da energia esterna.

Il Birrificio Podere 676 si configura, nel complesso, come un sistema agroindustriale integrato, in cui la produzione agricola è strettamente connessa alla trasformazione e alla vendita diretta del prodotto finale, con una potenzialità di applicazione dei principi dell'economia circolare.

Azienda Società Agricola Torre in Pietra Leprignano



La Società Agricola Torre in Pietra Leprignano è un'azienda vitivinicola situata nel territorio della DOC Roma e specializzata nella produzione di vini ottenuti da uve coltivate secondo il metodo dell'agricoltura biologica. L'azienda opera in un contesto caratterizzato da suoli di origine tufacea e brecciosa,

particolarmente vocati alla viticoltura, e integra una consolidata tradizione produttiva con tecniche agronomiche e di vinificazione orientate alla qualità e alla sostenibilità. La gestione aziendale, giunta alla quarta generazione, è supportata da una struttura tecnica specializzata e adotta un modello produttivo finalizzato alla valorizzazione delle caratteristiche pedoclimatiche del territorio, alla tutela della biodiversità, alla tracciabilità della filiera e al miglioramento continuo dei processi produttivi¹⁴. L'azienda dispone di una superficie agricola complessiva dichiarata di circa 140 ettari, interamente condotti in affitto, dei quali 120 ettari sono destinati alle attività produttive, prevalentemente viticole. La restante superficie, pari a circa 20 ettari, non risulta attualmente utilizzata ai fini della produzione. La struttura organizzativa è composta da circa 15 dipendenti a tempo indeterminato e 15 lavoratori stagionali, impiegati principalmente nelle attività colturali e nelle operazioni di raccolta e trasformazione. La consistenza della forza lavoro evidenzia un'organizzazione produttiva strutturata, caratterizzata da una significativa intensificazione delle attività durante le fasi stagionali della gestione del vigneto e della vendemmia. L'azienda presenta un sistema produttivo agricolo specializzato e orientato a colture permanenti e seminativi, con particolare rilevanza per la viticoltura. Le principali produzioni includono uva (circa 3500 quintali annui), grano duro e olive. La componente più rilevante è rappresentata dalla produzione vitivinicola, con una significativa attività di trasformazione interna che porta alla produzione di circa 2.700.000 litri annui di vino, oltre a una produzione più contenuta di olio. Questo configura un modello aziendale fortemente orientato alla filiera agroindustriale, in cui la trasformazione rappresenta il principale elemento di creazione di valore. Utilizza input agricoli tipici di un sistema biologico, tra cui concimi organici pellettati e letame, soprattutto nelle fasi di impianto dei vigneti. L'uso di fitosanitari è limitato a prodotti consentiti (zolfo, rame, corroboranti), indicando un approccio orientato alla sostenibilità. Tuttavia, il sistema appare intensivo in termini di meccanizzazione, con un consumo annuo di circa 60.000 litri di diesel e l'utilizzo di diversi macchinari agricoli. Anche il consumo energetico è significativo (circa 80.000 kWh annui), riflettendo la presenza di un'importante attività di trasformazione.

¹⁴ Dati ottenuti da fonti ufficiali dell'azienda

L'azienda presenta una gestione orientata alla gestione degli scarti, in particolare per la filiera vitivinicola e olivicola. I residui della lavorazione dell'uva (vinacce, vinaccioli e raspi) vengono conferiti a una distilleria, dove vengono utilizzati per la produzione di biomassa energetica. I sottoprodotti della lavorazione delle olive (polpa e noccioli) vengono valorizzati, ad esempio per la produzione di pellet, mentre le acque reflue sono riutilizzate come biomassa. Gli scarti vegetali (paglia, potature) vengono in parte riutilizzati come ammendanti o materiale organico. Questo evidenzia una gestione degli scarti ben strutturata e orientata alla valorizzazione energetica e agronomica.

L'azienda presenta diversi elementi di economia circolare:

- riutilizzo degli scarti agricoli come ammendanti;
- valorizzazione dei sottoprodotti della trasformazione (vino e olio) attraverso filiere esterne (distilleria, produzione energetica);
- utilizzo di pratiche biologiche;
- integrazione tra produzione agricola e trasformazione.

La circolarità si sviluppa su scala territoriale, attraverso il conferimento degli scarti a impianti esterni, secondo un approccio open loop, piuttosto che attraverso una chiusura dei cicli (closed loop) all'interno dell'azienda.

Il consumo idrico per irrigazione è relativamente contenuto rispetto alla superficie, con circa 200–300 m³ annui per i vigneti irrigati (circa 50 ettari), grazie all'adozione di sistemi a goccia.

Dal punto di vista energetico, i consumi risultano elevati (circa 80.000 kWh annui), così come l'utilizzo di combustibili fossili (60.000 litri di diesel annui), evidenziando un sistema produttivo intensivo e fortemente meccanizzato.

La presenza di tecnologie innovative, come sistemi di irrorazione mirata, consente tuttavia una maggiore efficienza nell'uso degli input e una riduzione dell'impatto ambientale.

La Società Agricola Torre in Pietra Leprignano si configura, nel complesso, come un sistema agroindustriale specializzato, caratterizzato da una forte integrazione tra produzione agricola e trasformazione, in particolare nella filiera vitivinicola.



L'azienda mostra un buon livello di gestione e valorizzazione degli scarti, con elementi di circolarità che si estendono anche a livello territoriale. Tuttavia, l'elevata intensità energetica e la dipendenza da combustibili fossili indicano margini di miglioramento in termini di sostenibilità complessiva.

Analisi comparativa delle aziende del Biodistretto Etrusco Romano



L'analisi delle singole aziende ha messo in evidenza una forte eterogeneità nei modelli produttivi, nelle modalità di gestione delle risorse e nel livello di integrazione dei flussi di materia ed energia. Il confronto tra le diverse realtà consente di restituire una lettura complessiva del biodistretto, evidenziando non solo le differenze strutturali tra aziende, ma anche alcune tendenze comuni che caratterizzano il sistema nel suo insieme.

Una prima distinzione rilevante riguarda la dimensione aziendale. Le aziende analizzate spaziano da realtà di piccolissima scala, come Orto de i Terzi, che opera su superfici molto ridotte e con una struttura organizzativa minima, fino ad aziende di grandi dimensioni, come Pizzo del Prete o Torre in Pietra, che superano i 100 ettari e presentano un'organizzazione produttiva articolata e fortemente meccanizzata. Questa differenza dimensionale si riflette direttamente nella capacità produttiva, nel livello di innovazione tecnologica e nella gestione delle risorse. Le aziende più grandi tendono infatti a essere più strutturate, con sistemi produttivi più standardizzati e una maggiore intensità nell'uso di input, mentre le aziende di piccola scala risultano generalmente più flessibili e maggiormente orientate a circuiti locali.

Dal punto di vista dei modelli produttivi, il biodistretto si caratterizza per una notevole diversificazione. Accanto a sistemi fortemente specializzati, come quelli orientati alla produzione cerealicola e foraggera integrata con l'allevamento, si trovano aziende orticole ad alta intensità produttiva, caratterizzate da una forte diversificazione colturale e da cicli produttivi continui durante l'anno. A queste si affiancano aziende che integrano la produzione agricola con attività di trasformazione, dove la materia prima viene lavorata internamente generando un significativo valore aggiunto. Infine, emergono realtà che si configurano come nodi di una rete territoriale più ampia, basando parte della propria attività sull'integrazione con altre aziende del territorio, sia per l'approvvigionamento sia per la distribuzione dei prodotti.

Le differenze tra aziende emergono con particolare evidenza anche nell'uso delle risorse. Le aziende orticole intensive mostrano livelli elevati di consumo idrico e di input agricoli, necessari a sostenere produzioni diversificate e continue. Al contrario, le aziende a indirizzo cerealicolo o estensivo

presentano consumi più contenuti, pur mantenendo livelli produttivi significativi su larga scala. Per quanto riguarda l'energia, le aziende che svolgono attività di trasformazione risultano quelle a maggiore intensità energetica, mentre le realtà più piccole o meno meccanizzate presentano consumi decisamente inferiori. L'adozione di fonti rinnovabili appare ancora disomogenea, con alcune aziende che hanno già intrapreso percorsi di autonomia energetica e altre che risultano ancora fortemente dipendenti da fonti fossili.

Un elemento centrale dell'analisi comparativa riguarda la gestione degli scarti, che rappresenta uno dei principali indicatori del livello di sostenibilità e circolarità dei sistemi produttivi. In alcune aziende, in particolare quelle integrate tra agricoltura e allevamento, si osserva una gestione avanzata dei flussi, con il riutilizzo sistematico dei reflui zootecnici e dei residui vegetali all'interno del ciclo produttivo. In altri casi, la gestione degli scarti risulta solo parziale, con una valorizzazione limitata delle biomasse prodotte. Nelle aziende agroindustriali, invece, emerge un modello di circolarità esteso alla filiera, in cui gli scarti vengono conferiti a soggetti esterni per essere trasformati in energia o altri prodotti, configurando una rete di scambi a livello territoriale.

Proprio il livello di circolarità rappresenta uno degli aspetti più interessanti emersi dal confronto. Alcune aziende mostrano sistemi relativamente chiusi, in cui i flussi di materia vengono reintegrati in modo efficiente, riducendo la dipendenza da input esterni. Altre presentano invece una circolarità più limitata, legata principalmente all'adozione di pratiche agronomiche sostenibili, ma non a una reale integrazione tra i diversi comparti produttivi. In altri casi ancora, la circolarità si sviluppa attraverso relazioni tra aziende, dando luogo a forme di economia circolare "di rete", in cui il territorio nel suo complesso diventa lo spazio in cui si chiudono i cicli di materia.

Anche sul piano dell'innovazione emergono differenze significative. Le aziende di maggiore dimensione risultano generalmente più orientate all'adozione di tecnologie avanzate, come sistemi automatizzati per la mungitura o l'alimentazione, strumenti di agricoltura di precisione e soluzioni per l'efficientamento dei processi produttivi. Le aziende di dimensione intermedia mostrano invece un'adozione più selettiva dell'innovazione, mentre le realtà più piccole, pur con minori risorse tecnologiche, evidenziano una maggiore capacità di adattamento e una gestione più diretta dei processi.

Il quadro complessivo del biodistretto denota un significativo potenziale per la costruzione di strategie territoriali di economia circolare. Le pratiche già adottate dalle singole imprese testimoniano un orientamento diffuso alla sostenibilità e costituiscono una base concreta per lo sviluppo di un sistema maggiormente integrato. In tale prospettiva, le principali opportunità di intervento riguardano la gestione della risorsa idrica, l'approvvigionamento energetico e, in misura ancora più rilevante, la valorizzazione degli scarti. Tra le possibili soluzioni, l'attività di compostaggio presenta interessanti potenzialità per la chiusura del ciclo della materia organica a scala territoriale; la sua effettiva fattibilità richiede, tuttavia, ulteriori approfondimenti di carattere tecnico, economico e organizzativo. Sull'acqua, il quadro segnala un utilizzo intensivo e fortemente dipendente da fonti locali, spesso senza un'adeguata quantificazione dei prelievi né una gestione condivisa della risorsa. Il margine di efficientamento è ampio e trasversale a tutte le tipologie produttive, e passa da un'irrigazione più mirata a una maggiore consapevolezza dei volumi effettivamente utilizzati.

Sull'energia, la produzione da fonti rinnovabili è presente ma parziale: copre solo una quota del fabbisogno complessivo e lascia spazio a una dipendenza ancora significativa da combustibili fossili per la meccanizzazione e, dove presenti, per le attività di trasformazione. Colmare questo divario rappresenta una leva importante per incrementare la sostenibilità ambientale.

È tuttavia sulla gestione degli scarti che si concentra il nodo più critico. La produzione di residui organici e sottoprodotti di lavorazione è diffusa, ma le condizioni per una loro piena valorizzazione come materia prima seconda restano in larga parte inesprese. Tre fattori concorrono a questo limite: da un lato, le quantità prodotte dalle singole aziende sono spesso troppo ridotte o non mappate affinché si possa raggiungere la massa critica necessaria ad attivare un conferimento economicamente sostenibile; dall'altro, la scarsa interconnessione tra le imprese del territorio impedisce di aggregare questi flussi in volumi tali da alimentare filiere di recupero comuni; infine, laddove i canali di conferimento o vendita degli scarti esistono già, questi risultano in alcuni casi saturi, riducendo ulteriormente gli sbocchi anche per le aziende disponibili a valorizzare i propri residui.

Questa combinazione di fattori — frammentazione delle quantità, debole integrazione tra le imprese e saturazione dei canali esistenti — non può essere risolta a livello di singola azienda, ma richiede un intervento sistemico di scala a livello di biodistretto. La costruzione di piattaforme di aggregazione tra più aziende, l'attivazione di accordi di filiera per il conferimento e la trasformazione condivisa dei



sottoprodotti, e l'individuazione di nuovi sbocchi di mercato per le materie prime seconde rappresentano le leve più promettenti per trasformare un potenziale oggi in gran parte inespresso in un valore economico e ambientale realmente diffuso sul territorio.

SCENARI PER L'ECONOMIA CIRCOLARE

Focus Risorsa idrica

La disponibilità e la gestione sostenibile della risorsa idrica rappresentano aspetti centrali nell'analisi della circolarità dei sistemi agricoli e agroalimentari all'interno del biodistretto. L'acqua, oltre a costituire un fattore produttivo indispensabile per numerose attività agricole, assume un ruolo rilevante nella definizione della sostenibilità ambientale ed economica delle imprese, soprattutto in contesti caratterizzati da crescente variabilità climatica e pressione sulle risorse naturali. La valutazione dei flussi idrici aziendali permette quindi di analizzare le modalità di approvvigionamento e utilizzo della risorsa, individuare eventuali inefficienze e riconoscere possibili strategie di miglioramento basate sull'ottimizzazione dei consumi, sul riuso e sull'integrazione di soluzioni orientate alla gestione circolare dell'acqua.

Per queste ragioni sono stato adottati gli indicatori proposti nella sezione della metodologia in quanto è necessario valutare preventivamente quali possono essere effettivamente misurati, sulla base delle informazioni raccolte mediante il questionario somministrato alle aziende del Bio-distretto. La Tabella 6 riporta gli indicatori che sono stati ritenuti applicabili utilizzando i dati raccolti e, più in generale, le informazioni di cui le aziende dispongono nell'ambito delle ordinarie attività di monitoraggio e gestione aziendale. La Tabella 7, invece, presenta il calcolo dei suddetti indicatori per ciascuna azienda del campione, evidenziandone i valori ottenuti.

Tabella 6 – Rilevabilità degli indicatori proposti

Nr.	Indicatore	Rilevabilità	Motivazione
1	Water Withdrawal from Circular Sources	Si	Questo indicatore può essere rilevato esclusivamente in quelle aziende che attingono da bacini di raccolta delle acque piovane, purché adottino un sistema di contabilizzazione.
2	Water Discharged According to Quality Requirements	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.



3	Ratio (on-site or internal) water reuse or recirculation	Si	Le aziende non hanno evidenziato pratiche di riutilizzo o ricircolo dell'acqua al loro interno. Tuttavia monitorano le quantità provenienti dalle fonti esterne che sono pertanto pari al 100% dell'acqua utilizzata.
4	Nutrient Extraction	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
5	Water Intensity	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende. Tuttavia è possibile ottenere solo un indicatore aggregato che includa tutti gli output perché le aziende non dispongono di un sistema di monitoraggio dell'allocazione dell'acqua.
6	Green Water Footprint	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
7	Blue Water Footprint	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
8	Grey Water Footprint	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
9	Total Area Equipped for Irrigation	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati a disposizione.
10	Water Use	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende.
11	Water Scarcity Index	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore. Inoltre, la stima della disponibilità della risorsa idrica non risulta effettuabile nel contesto esaminato, in quanto l'approvvigionamento avviene da un corpo idrico superficiale di ampia scala, per il quale non sono disponibili dati specifici e direttamente attribuibili alle singole aziende.
12	Degree of Integrated Water Resources Management Implementation	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
13	Eutrophication Potential	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
14	Marine Eutrophication	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.



15	Freshwater Eutrophication	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
16	Freshwater Ecotoxicity	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

I risultati mostrano che cinque dei sedici indicatori selezionati risultano misurabili utilizzando le informazioni condivise dalle aziende. In particolare, è stato possibile calcolare gli indicatori Water Withdrawal from Circular Sources, Ratio (on-site or internal) Water Reuse or Recirculation, Water Intensity, Total Area Equipped for Irrigation e Water Use.

Questo risultato evidenzia l'esistenza di una base informativa sulla quale costruire sistemi di monitoraggio della sostenibilità della risorsa idrica nel Bio-distretto. Tuttavia, l'analisi evidenzia inoltre il potenziale di estendere la raccolta delle informazioni per calcolare ulteriori variabili, in particolare quelle relative alla qualità dell'acqua, ai flussi idrici in uscita e agli impatti ambientali, che generalmente non rientrano nelle procedure ordinarie di monitoraggio aziendale. L'adozione di sistemi di monitoraggio dedicati consentirebbe di applicare un numero più ampio di indicatori, offrendo una rappresentazione più completa della gestione della risorsa idrica e un supporto più efficace ai processi decisionali orientati alla sostenibilità.

La Tabella 7 riporta i risultati degli indicatori calcolati tramite le informazioni raccolte con il questionario. Sono state riportate solo le aziende per le quali sono risultati disponibili dati sufficienti. Inoltre, in alcuni casi, è stato necessario procedere alla stima dei dati, in ragione della modalità con cui le informazioni sono state fornite.



Tabella 7 – Indicatori relativi all'acqua calcolati sulle aziende

Azienda	Water Withdrawal from Circular Sources	Ratio (on-site or internal) water reuse or recirculation	Water Intensity (m ³ /kg)	Total Area Equipped for Irrigation (Ha)	Water Use (m ³)
Ortuso	1	1	0.267	10	42.800
Orto dei Terzi	1	1	0.160	3	1.104
Caramadre	-	-	-	30	N.D.
Borgo di Tragliata	0	1	0.024	10	9.000
Il melograno 2013	1	1	0.400	1.5	8.000
Podere676	0	1	1.886	0.5	231.000
Pizzo del Prete	0	1	0.004	130	12.738
Biola	0	1	N.D.	200	8.030
Torre in Pietra Leprignana	-	-	0,72	50	300

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

L'eterogeneità tra le aziende analizzate si palesa nelle modalità di approvvigionamento della risorsa idrica, nei volumi di acqua utilizzati, nelle superfici irrigate e nei valori dell'indicatore del Water Intensity. Tutto questo è dovuto alla varietà delle produzioni agricole e delle caratteristiche organizzative delle imprese. In particolare, i valori dell'indicatore Water Intensity presentano un'elevata variabilità, passando da 0,004 m³/kg fino a 1,886 m³/kg. La differenza, superiore a due ordini di grandezza, suggerisce che l'intensità di utilizzo della risorsa idrica risulta fortemente influenzata dalle specificità produttive delle singole aziende e conferma l'importanza di disporre di indicatori standardizzati che consentano confronti omogenei tra realtà produttive differenti.

Anche le modalità di approvvigionamento mostrano situazioni diversificate. Alcune aziende utilizzano esclusivamente fonti considerate circolari, mentre altre ricorrono prevalentemente a fonti

convenzionali. Questa variabilità evidenzia come il livello di circolarità della gestione della risorsa idrica dipenda dalle caratteristiche aziendali e dalla disponibilità delle risorse presenti sul territorio. L'analisi dell'indicatore relativo al riutilizzo dell'acqua evidenzia un potenziale di sviluppo nell'adozione di pratiche di ricircolo interno, che potrebbero contribuire ad aumentare il livello di circolarità della gestione della risorsa idrica.

Le evidenze raccolte indicano inoltre che la disponibilità di sistemi di monitoraggio più evoluti potrebbe consentire alle aziende di utilizzare le informazioni raccolte non soltanto per la rendicontazione delle prestazioni ambientali, ma anche come supporto alle decisioni gestionali. Il monitoraggio continuo dei consumi, della qualità dell'acqua e della disponibilità della risorsa, anche attraverso sistemi di sensoristica, permetterebbe infatti di programmare con maggiore efficacia le attività irrigue e di ottimizzare l'utilizzo delle diverse fonti di approvvigionamento, quali pozzi e bacini aziendali, aspetto destinato ad assumere un'importanza crescente in relazione agli effetti del cambiamento climatico.

Un ulteriore risultato emerso dall'analisi riguarda l'identificazione di due indicatori in grado di integrare quelli attualmente disponibili.

Il primo, Water Use Intensity, espresso come rapporto tra volume di acqua utilizzato e superficie irrigata (m^3/ha), permette di confrontare aziende caratterizzate da differenti dimensioni produttive e costituisce una misura facilmente applicabile nelle imprese che monitorano separatamente i consumi idrici delle diverse attività aziendali. L'indicatore permette inoltre di confrontare l'intensità d'uso della risorsa idrica in relazione alla superficie irrigata, fornendo un'informazione complementare rispetto alla Water Intensity espressa in funzione dell'output produttivo.

$$Water\ use\ intensity = \frac{Water\ Use\ (m^3)}{Area\ Equipped\ for\ Irrigation\ (Ha)}$$

La Tabella 8 riporta il risultato dell'indicatore proposto calcolato sulle aziende del campione.

Tabella 8 - Water use intensity calcolata sulle aziende

Azienda	m ³ /Ha
Ortuso	4.280
Orto dei Terzi	368
Caramadre	N.D.
Borgo di Tragliata	900
Il Melograno 2013	5.333

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

I valori ottenuti, che variano da 368 m³/Ha a 5333 m³/Ha, evidenziano nuovamente una marcata eterogeneità nella gestione dell'acqua da parte delle imprese del campione. Il dato fa emergere anche che le quantità di acqua utilizzate dalle imprese non sono strettamente legate alla superficie equipaggiata per l'irrigazione, ma appaiono influenzate anche dalla tipologia di coltura.

Un contributo emerso dalle interviste condotte con le aziende riguarda la qualità della risorsa idrica. Le aziende hanno infatti evidenziato come la salinità dell'acqua rappresenti uno dei principali fattori in grado di influenzare la produttività e la qualità delle colture nell'area di studio. Questa evidenza suggerisce l'opportunità di integrare gli attuali framework con un indicatore dedicato alla qualità dell'acqua irrigua.

L'indicatore più idoneo è la conducibilità elettrica (Electrical Conductivity, EC), espressa in dS/m, (Ayers & Westcot, 1985)¹⁵ ampiamente riconosciuta dalla letteratura agronomica quale misura sintetica della salinità dell'acqua. La EC rappresenta infatti un parametro semplice da rilevare, facilmente confrontabile tra differenti contesti produttivi e direttamente correlato alla concentrazione dei sali disciolti responsabili degli effetti sulla crescita delle colture. L'integrazione della conducibilità elettrica nei sistemi di monitoraggio consentirebbe quindi di affiancare agli indicatori quantitativi una dimensione qualitativa della gestione della risorsa idrica, particolarmente rilevante nei territori costieri interessati da fenomeni di intrusione salina.

¹⁵ Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization of the UN.

Focus Energia

La dimensione energetica rappresenta uno degli elementi strategici per la valutazione del potenziale di sviluppo del biodistretto secondo i principi dell'economia circolare. L'energia costituisce infatti una risorsa trasversale ai processi produttivi agricoli e agroalimentari, influenzando sia le prestazioni economiche delle aziende sia gli impatti ambientali associati alle attività di coltivazione, allevamento e trasformazione. L'analisi dei consumi energetici consente pertanto di individuare i principali fabbisogni delle imprese, comprendere il grado di dipendenza dalle fonti fossili e valutare le opportunità di integrazione tra i diversi modelli produttivi presenti nel territorio.

Dall'analisi dei dati emerge una significativa variabilità nei livelli e nelle modalità di consumo delle aziende del biodistretto. Complessivamente, il sistema produttivo analizzato registra un consumo annuo di circa 862.00 kWh di energia elettrica e 201.777 litri di gasolio, valori che riflettono la presenza di attività agricole con caratteristiche produttive profondamente differenti. I maggiori consumi di energia elettrica sono riconducibili alle aziende che integrano la produzione primaria con attività di trasformazione agroalimentare, come il Birrificio Agricolo Podere 676 (120.083 kWh/anno), il Borgo di Tragliata (500.000 kWh/anno, dai quali tuttavia vanno esclusi 400.00kWh/anno consumati per l'attività di agriturismo) e la Società Agricola Torre in Pietra Leprignano (80.000 kWh/anno), nelle quali il fabbisogno energetico è determinato non solo dalle attività agricole ma anche dai processi di trasformazione, refrigerazione, conservazione e confezionamento dei prodotti. Al contrario, le aziende esclusivamente agricole presentano consumi elettrici sensibilmente inferiori, generalmente associati ai sistemi di irrigazione, alle strutture di servizio e alle attrezzature aziendali.

Un andamento analogo emerge dall'analisi dei consumi di gasolio. Le aziende caratterizzate dalla presenza di allevamenti o da estese superfici coltivate registrano i valori più elevati, come nel caso della Società Agricola Torre in Pietra Leprignano (60.000 l/anno), Biolà (53.892 l/anno) e Pizzo del Prete (40.000 l/anno), dove il fabbisogno energetico è strettamente correlato all'impiego della meccanizzazione agricola, alla gestione delle attività zootecniche e alle operazioni colturali. Le aziende orticole e quelle con superfici più contenute mostrano invece consumi decisamente inferiori, confermando come il profilo energetico sia fortemente influenzato dalla specializzazione produttiva.

Questa distribuzione dei consumi evidenzia come il biodistretto non sia caratterizzato da aziende con fabbisogni omogenei, bensì da un sistema produttivo composto da realtà con esigenze energetiche differenti ma potenzialmente complementari. Tale configurazione rappresenta un elemento favorevole alla pianificazione di strategie condivise di gestione dell'energia, nelle quali aziende con elevata disponibilità di superfici agricole e coperture edilizie possano ospitare impianti di produzione da fonti rinnovabili, contribuendo al soddisfacimento dei fabbisogni delle imprese maggiormente energivore.

Un'analisi più approfondita deriva dall'applicazione degli indicatori proposti nella metodologia. È necessario valutare preventivamente quali possono essere effettivamente misurati sulla base delle informazioni raccolte mediante il questionario somministrato alle aziende del Bio-distretto.

La Tabella 9 riporta gli indicatori che sono stati ritenuti calcolabili utilizzando i dati raccolti e, più in generale, le informazioni di cui le aziende dispongono nell'ambito delle ordinarie attività di monitoraggio e gestione aziendale. La Tabella 10, invece, presenta il calcolo dei suddetti indicatori per ciascuna azienda del campione, evidenziandone i valori ottenuti.

Tabella 9 – Rilevabilità degli indicatori proposti

Nr.	Indicatore	Rilevabilità	Motivazione
1	Average per cent of energy consumed that is renewable energy	Si*	L'indicatore può essere calcolato con esattezza solo per quelle imprese che producono energia da fonti rinnovabili e contabilizzano l'energia in eccesso ceduta.
2	Energy recovered from residual, non renewable and non-recoverable resource outflows, in %	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
3	Energy intensity calculated during the reference time period, in MJ (or in kWh)	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende. Tuttavia è possibile ottenere solo un indicatore aggregato che includa tutti gli output perché le aziende non dispongono di un sistema di monitoraggio dell'allocazione dell'energia.
4	Agricultural machinery, tractors	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende.
5	Bioenergy production as a % of renewable energy	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.



6	Wood fuel production	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
7	Energy selfsufficiency indicator	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
8	Recovery of energy by using waste	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
9	Energy required	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore.
10	Total Energy consumption	Si	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende.
11	Cumulative Energy Demand indicator	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore, poiché richiede anche la conoscenza di processi a monte.
12	Use of primary energy	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore, poiché richiede anche la conoscenza di processi a monte.
13	Use of primary renewable energy	Si*	L'indicatore può essere calcolato con esattezza solo per quelle imprese che producono energia da fonti rinnovabili e contabilizzano l'energia in eccesso ceduta.
14	Use of primary nonrenewable energy	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore, poiché richiede anche la conoscenza di processi a monte.
15	Nonrenewable energy demand	No	Le aziende non misurano le variabili necessarie al calcolo di questo indicatore, poiché richiede anche la conoscenza di processi a monte.
16	Energy productivity	Si*	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende. Tuttavia è necessario conoscere i ricavi e l'utile delle aziende, che non sono stati rilevati nel questionario.
17	Renewable energy share in the total final energy consumption	Si*	È possibile misurare questo indicatore con i dati rilevati ordinariamente dalle aziende, per le sole aziende che producono energia da fonti rinnovabili.
Note:	Per gli indicatori in cui la rilevanza è indicata con un asterisco, il calcolo può essere effettuato solo ad alcune condizioni espresse nell'ultima colonna.		

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

Gli indicatori 1 e 17 misurano entrambi la percentuale di energia rinnovabile impiegata dall'azienda. Pertanto, si è scelto di adottare solamente l'indicatore 17, perché nella sua formulazione risulta più idonea a questo contesto.

I risultati della Tabella 10 sono stati elaborati sulla base dei dati raccolti mediante il questionario somministrato alle aziende partecipanti. In alcuni casi, è stato necessario procedere alla stima di

specifici valori, in ragione della modalità con cui le informazioni sono state fornite. Inoltre, per tutte le variabili, ad esclusione di “Use of primary renewable energy”, è stato necessario trasformare i valori dell’energia elettrica e del diesel utilizzato in MJ per poter sommare le quantità impiegate. Come valori di trasformazione sono stati impiegati un moltiplicatore di 3,6 per i kWh e 35,8 per i litri di gasolio.

Tabella 10 - Indicatori energetici calcolati sulle aziende

Azienda	Energy intensity (MJ/ton)	Total Energy consumption (MJ)	Use of primary renewable energy (MJ)	Renewable energy share in the total final energy consumption
Ortuso	984,2	157.530,8	0	Nd
Orto dei Terzi	57.159,4	394.400	54.000	15,9%
Caramadre	913,3	727.403	0	0
Borgo di Tragliata	8.843,2	3.272.000	720.000	27,2%
Il melograno 2013	3.588,0	71.760,0	0	0
Podere676	4.028,3	626.400	0	0
Pizzo del Prete	517,0	1.468.180,0	180	0,01%
Biolà	5.956,0	198.333,6	0	0
Torre in Pietra Leprignano	5.869,9	2.436.000,0	0	0
Aggregato	2.191	11.169.227,4	224.000	7,46%

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

La Tabella mostra una significativa variabilità nei consumi e nelle prestazioni energetiche delle aziende analizzate, riconducibile alle diverse dimensioni aziendali, tipologie di attività produttiva e modalità di gestione delle risorse. Il consumo energetico totale varia considerevolmente, passando da 71.760 MJ dell'azienda Il Melograno 2013 a 3.272.000 MJ di Borgo di Tragliata, confermando la presenza di aziende caratterizzate da fabbisogni energetici molto differenti. Analogamente, l'indicatore di intensità energetica mostra valori compresi tra 517,0 MJ/t e oltre 57.159 MJ/t, suggerendo differenze sostanziali nell'efficienza energetica dei processi produttivi o nella composizione delle produzioni aziendali. Tuttavia, tali valori dovrebbero essere interpretati con cautela, poiché l'intensità energetica è fortemente influenzata dalla tipologia di prodotto ottenuto e dai volumi produttivi.

Mediante l'Energy Intensity del Bio-distretto nel suo complesso è di 2.191,4 MJ/ton.

Pur non essendo direttamente confrontabile con altri contesti caratterizzati da differenti specializzazioni



produttive, il valore aggregato costituisce un importante riferimento per il Bio-distretto, rappresentando una baseline sulla quale monitorare nel tempo l'evoluzione delle prestazioni energetiche del sistema produttivo locale. L'indicatore potrà infatti essere utilizzato per valutare l'efficacia delle future azioni di efficientamento energetico, dell'introduzione di tecnologie innovative e della progressiva diffusione delle fonti rinnovabili, consentendo di verificare se gli interventi promossi a livello di Bio-distretto si traducano in una riduzione dell'energia necessaria per unità di prodotto. Allo stesso tempo, il suo monitoraggio permette di verificare se le aziende riescano ad aumentare la produzione mantenendo invariati i consumi energetici oppure a conseguire gli stessi livelli produttivi attraverso un minore impiego di energia, fornendo così una misura indiretta dei miglioramenti nella produttività energetica del sistema agricolo. Inoltre, l'analisi delle differenze tra aziende può favorire l'individuazione di buone pratiche e di possibili interventi di trasferimento tecnologico e organizzativo, contribuendo alla diffusione delle soluzioni adottate dalle realtà più efficienti. In un'ottica di governance del Bio-distretto, l'Energy Intensity assume pertanto un ruolo strategico non solo come indicatore delle prestazioni delle singole aziende, ma anche come strumento di supporto alle decisioni, consentendo di individuare i comparti maggiormente energivori, orientare

gli investimenti e valutare nel tempo gli effetti delle politiche territoriali finalizzate alla transizione energetica.

Per quanto riguarda l'impiego di fonti rinnovabili, emerge una diffusione ancora molto limitata. La maggior parte delle aziende non produce energia da fonti rinnovabili, con una quota di energia rinnovabile pari a zero. L'unica eccezione significativa è rappresentata da Borgo di Tragliata, che produce 200.000 kWh di energia primaria rinnovabile e raggiunge una quota di energia rinnovabile pari al 27.2% del consumo energetico. Orto dei Terzi mostra invece un contributo più contenuto, pari al 15.9%.

Tuttavia, è necessaria una precisazione riguardo a questo indicatore. Il calcolo dell'indicatore Energy Intensity del Bio-distretto è effettuato sul consumo totale di energia, che include anche i consumi di gasolio, e non sul solo consumo di energia elettrica.

Il numero di macchine agricole e trattori presenta una variabilità, senza evidenziare una relazione diretta con il consumo energetico complessivo, a conferma del fatto che quest'ultimo dipende anche da altri fattori, quali l'estensione aziendale, il livello di meccanizzazione e l'intensità delle lavorazioni. Infine, non è stato possibile calcolare l'indicatore di produttività energetica per nessuna delle aziende a causa dell'assenza delle informazioni economiche necessarie, evidenziando un limite dei dati raccolti e la necessità di integrare future rilevazioni con informazioni relative al valore della produzione o al fatturato. Complessivamente, i risultati suggeriscono un limitato ricorso alle fonti energetiche rinnovabili e confermano l'esistenza di ampi margini di miglioramento in termini di efficienza energetica e transizione verso sistemi produttivi più sostenibili.

Alla luce delle limitazioni interpretative evidenziate dai precedenti indicatori energetici, legate al fatto che il consumo energetico complessivo comprende sia la componente elettrica sia quella derivante dall'impiego di combustibili fossili quali il gasolio, si propone l'introduzione di due ulteriori indicatori da monitorare nel tempo. Il primo relativo alla quota di energia elettrica rinnovabile prodotta rispetto all'energia elettrica consumata. Tale indicatore consente di valutare in maniera più specifica il contributo delle fonti rinnovabili nel soddisfacimento del fabbisogno elettrico aziendale, evidenziando se il bilancio elettrico dell'azienda risulti negativo, neutro o positivo.

$$\text{Quota energia elettrica rinnovabile} = \frac{\text{Energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili}}{\text{Energia elettrica totale consumata}}$$

Il principale vantaggio di questo indicatore consiste nella possibilità di monitorare separatamente le performance relative alla produzione e al consumo di energia elettrica, riducendo l'effetto della variabilità associata ad altre fonti energetiche, come il gasolio utilizzato per le attività agricole.

Applicando tale indicatore alle aziende analizzate, emerge che Orto dei Terzi copre il proprio fabbisogno di energia elettrica mediante energia rinnovabile autoprodotta e immette il surplus in rete; Borgo di Tragliata soddisfa circa il 40% del proprio fabbisogno, immettendo comunque in rete una parte dell'energia prodotta. In ogni caso è possibile affermare che all'interno del Bio-distretto è evidente un deficit nella disponibilità di energia prodotta da fonti rinnovabili, poiché, salvo le poche eccezioni evidenziate, la maggior parte delle aziende continua a dipendere dall'approvvigionamento di energia elettrica dalla rete. Tale situazione evidenzia come l'autoproduzione da fonti rinnovabili sia ancora scarsamente diffusa e non consenta, allo stato attuale, di ridurre in misura significativa la dipendenza energetica del sistema produttivo locale. Ne consegue che l'incremento della capacità di generazione da fonti rinnovabili rappresenta uno degli ambiti prioritari di intervento per il Bio-distretto, sia per migliorare l'autosufficienza energetica delle aziende sia per rafforzarne la sostenibilità ambientale ed economica nel lungo periodo.

Il secondo indicatore proposto misura la quota di energia consumata proveniente da fonti fossili, rispetto all'energia totale consumata.

$$\text{Quota energia fossile consumata} = \frac{\text{Energia consumata da fonti fossili}}{\text{Energia totale consumata}}$$

Questo indicatore consente di comprendere quale quota del fabbisogno energetico aziendale sia ancora soddisfatta da fonti fossili. Nel caso delle aziende agricole analizzate, tale quota è riconducibile prevalentemente al gasolio impiegato per l'alimentazione di trattori, macchine agricole, talvolta le pompe di irrigazione e altre attrezzature operative. L'elevata dipendenza dal gasolio

comporta un'esposizione alla volatilità dei prezzi dei combustibili e, conseguentemente, un incremento dei costi operativi aziendali.

I dati sui consumi e sui fabbisogni energetici delle aziende mostrano come il ricorso alle Comunità Energetiche Rinnovabili possa rappresentare una soluzione particolarmente adeguata alle caratteristiche del biodistretto. La presenza di una CER già costituita nel territorio costituisce, in tal senso, un'esperienza concreta sulla quale innestare un processo più ampio di condivisione dell'energia prodotta da fonti rinnovabili. Tuttavia, la distribuzione delle imprese tra i comuni di Fiumicino e Cerveteri richiede di considerare il vincolo tecnico previsto per le configurazioni di autoconsumo diffuso: ai fini della condivisione dell'energia e dell'accesso agli incentivi, gli impianti di produzione e i punti di prelievo appartenenti alla medesima configurazione devono essere ubicati nell'area sottesa alla stessa cabina primaria della rete di distribuzione. Le aziende collegate ad aree di cabina primaria differenti non possono, pertanto, rientrare nella medesima configurazione incentivata.

Per stimolare l'aggregazione delle aziende in funzione della loro localizzazione e della relativa appartenenza alle diverse aree convenzionali sottese alle cabine primarie sarà necessario effettuare una mappatura dei punti di connessione e dei profili di produzione e consumo, così da individuare gruppi di imprese territorialmente e tecnicamente compatibili. Per ciascun raggruppamento potrà essere valutata l'attivazione di una specifica configurazione di autoconsumo diffuso, eventualmente nell'ambito della CER già esistente, qualora il suo assetto statutario e organizzativo lo consenta, oppure mediante la costituzione di nuove CER nei territori non serviti dalla configurazione attuale. La distinzione è rilevante: la CER costituisce il soggetto giuridico che riunisce i propri membri, mentre la configurazione rappresenta il perimetro tecnico entro il quale viene contabilizzata e incentivata l'energia condivisa.

Il biodistretto può assumere un ruolo centrale in questo processo, promuovendo l'aggregazione tra aziende appartenenti alla medesima area di cabina primaria, coordinando la verifica preliminare dei requisiti tecnici e mettendo in relazione imprese produttrici e consumatrici caratterizzate da profili energetici complementari. In tal modo, la frammentazione territoriale non costituirebbe soltanto un limite, ma potrebbe essere gestita attraverso una rete coordinata di configurazioni energetiche locali, collegate da una governance comune a scala di biodistretto. Questo modello consentirebbe di



estendere progressivamente la partecipazione alla condivisione energetica anche alle aziende situate in territori e aree di rete differenti, favorendo nuovi investimenti nelle fonti rinnovabili, la riduzione dei costi energetici e una maggiore autosufficienza del sistema produttivo locale.

Analisi dei flussi di scarto e potenzialità di valorizzazione nel biodistretto

L'analisi dei quantitativi di scarti generati dalle aziende evidenzia una notevole variabilità, direttamente correlata alla dimensione aziendale, alla tipologia di produzione e al livello di trasformazione delle materie prime. Nel complesso, le aziende analizzate producono quantitativi di residui che vanno da poche decine di tonnellate annue, come nel caso di Orto dei Terzi (13,8 t/anno), fino a valori significativamente più elevati, come quelli registrati presso Pizzo del Prete (3.155,56 t/anno), caratterizzato dalla presenza dell'attività zootecnica, che rappresenta la principale fonte di biomasse residuali. Anche Borgo di Tragliata (411,11 t/anno), Ortuso (177,85 t/anno) e Il Melograno (50 t/anno) contribuiscono alla produzione complessiva di sottoprodotti organici, sebbene con ordini di grandezza differenti.

La distribuzione dei quantitativi evidenzia come la disponibilità di biomasse non sia omogenea all'interno del biodistretto, ma risulti fortemente concentrata nelle aziende zootecniche e nelle imprese con maggiore estensione produttiva. Questo elemento costituisce un'opportunità per lo sviluppo di strategie di economia circolare, ma allo stesso tempo impone una riflessione sulla reale disponibilità dei materiali ai fini di una gestione condivisa.

Un primo elemento emerso dall'indagine riguarda il fatto che una parte consistente degli scarti prodotti risulta già inserita in percorsi di valorizzazione aziendale. In particolare, numerose aziende riutilizzano direttamente i residui colturali attraverso pratiche agronomiche quali l'interramento, il sovescio o il riutilizzo come ammendante organico, mentre i reflui zootecnici vengono impiegati per la fertilizzazione dei terreni secondo quanto previsto dalla normativa vigente. In altri casi, gli scarti sono destinati ad alimentazione animale oppure conferiti a filiere già esistenti. Questo aspetto rappresenta un elemento positivo sotto il profilo della sostenibilità aziendale, ma riduce contemporaneamente la quota di biomassa effettivamente disponibile per nuovi processi di valorizzazione collettiva.

In questa prospettiva, il principale valore aggiunto del biodistretto non consiste tanto nella creazione di nuovi flussi di rifiuti, quanto nella messa in rete dei flussi già esistenti, favorendo una gestione coordinata delle biomasse residuali. La costruzione di una filiera comune permetterebbe infatti di superare la frammentazione attuale, trasformando gli scarti da risorsa aziendale a risorsa territoriale e creando economie di scala oggi non raggiungibili dalla singola impresa.

Tra le possibili opzioni di valorizzazione assume particolare interesse la realizzazione di un impianto di compostaggio di piccola scala, destinato al trattamento delle matrici organiche prodotte dalle aziende del biodistretto. Il compost ottenuto potrebbe essere reimpiegato nelle aziende agricole aderenti, contribuendo alla chiusura del ciclo della sostanza organica e alla riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti esterni. Tale soluzione risulta pienamente coerente con i principi dell'economia circolare e con gli obiettivi di incremento della fertilità dei suoli e di riduzione dell'impatto ambientale delle produzioni agricole. D'altra parte, l'analisi dei dati evidenzia limiti strutturali che ne condizionano la fattibilità. Una quota rilevante delle biomasse è costituita da residui colturali che permangono direttamente sul campo, rendendo onerose sia le operazioni di raccolta sia il successivo trasporto verso un impianto centralizzato. A ciò si aggiunge la dispersione geografica delle aziende e la diversa natura delle matrici organiche prodotte, fattori che incidono significativamente sui costi logistici e sulla sostenibilità economica dell'intera filiera.

Un ulteriore aspetto da considerare riguarda la dimensione minima necessaria a garantire la sostenibilità economica dell'impianto. Sebbene i quantitativi puntualmente rilevati attraverso l'indagine risultino inferiori alla capacità ipotizzata, la disponibilità potenziale di biomassa nel biodistretto, tenuto conto delle dimensioni delle imprese, dei dati mancanti e degli scarti generati durante le attività di trasformazione, selezione e preparazione dei prodotti, rende plausibile uno scenario di trattamento prossimo alle 1.000 t/anno. Tale capacità colloca l'intervento nell'ambito degli impianti di compostaggio di piccola taglia (vedi Associazione italiana compostaggio) pur rendendo necessaria una successiva verifica tecnico-economica dell'effettiva continuità dei conferimenti e della sostenibilità gestionale dell'impianto. Va considerato che una parte significativa degli scarti è già valorizzata direttamente dalle aziende e che non tutte le biomasse sono tecnicamente o economicamente recuperabili. Una possibile integrazione potrebbe arrivare dalla valorizzazione delle biomasse provenienti dal territorio, quali la frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU), gli sfalci e le potature del verde pubblico, i residui agroindustriali o altri sottoprodotti compatibili con il processo di compostaggio. Tale soluzione consentirebbe di incrementare i quantitativi trattati, migliorare l'efficienza dell'impianto e rafforzare il ruolo del biodistretto come piattaforma territoriale di gestione circolare delle risorse.

Nel complesso, i risultati evidenziano come la valorizzazione degli scarti nel biodistretto non debba essere interpretata esclusivamente in funzione della quantità di biomasse disponibili, ma soprattutto della capacità di costruire una governance di filiera in grado di integrare aziende, amministrazioni locali e altri produttori di matrici organiche. In questa prospettiva, il biodistretto può assumere il ruolo di soggetto coordinatore dei flussi di materia, favorendo la nascita di nuove filiere territoriali dell'economia circolare, anche attraverso accordi con operatori esterni e la pianificazione condivisa delle infrastrutture di recupero. Tale approccio consentirebbe di superare i limiti della scala aziendale, trasformando gli scarti da semplice residuo produttivo a risorsa strategica per la competitività e la sostenibilità dell'intero sistema territoriale.

L'alta valorizzazione del rifiuto: un caso di studio

Uno dei prodotti caratteristici del biodistretto etrusco romano è il carciofo, simbolo di un'agricoltura sostenibile che affonda le radici nella storia e nella vocazione pedoclimatica dell'Etruria meridionale. La fascia territoriale interessata dal Biodistretto che alterna terreni d'origine vulcanica, argillosi e ricchi di minerali, uniti a un microclima temperato dall'azione mitigatrice del Tirreno permette di far esprimere al meglio le varietà locali tipiche, in primis il Carciofo Romanesco del Lazio IGP. Dal punto di vista della produzione, il Lazio rappresenta un polo centrale nel panorama nazionale, per produzione e qualità del prodotto. All'interno di tale bacino, la quota biologica afferente al Biodistretto Etrusco Romano garantisce una nicchia di elevato valore qualitativo e di forte tracciabilità. Le potenzialità di questa coltura trascendono ampiamente la pura dimensione culinaria, consentendo la valorizzazione di una Filiera corta ed enogastronomia, che agisce da propulsore per il turismo rurale, valorizzando la ristorazione a chilometro zero e i mercati contadini locali; una valorizzazione connessa anche alla “Bioeconomia e Nutraceutica” che rappresenta una preziosa fonte di principi attivi come la cinarina, l'inulina e potenti polifenoli antiossidanti. L'estrazione di tali molecole – non solo dal capolino, ma anche dagli scarti vegetali (fusti e foglie) – sta aprendo importanti scenari nei settori farmaceutico, erboristico e cosmetico (Report ISMEA sull'ortofrutta / Studi CNR sulla valorizzazione dei sottoprodotti agricoli, 2025).

Infine, il recupero della biomassa vegetale residua, destinabile alla produzione di energia o di compost verde, consente di trasformare gli scarti colturali e di lavorazione in risorse. La filiera del carciofo rappresenta, pertanto, un ambito di interesse per lo sviluppo e il consolidamento di un modello di economia circolare all'interno del biodistretto. L'economia circolare applicata al settore agroalimentare si fonda su un principio semplice quanto radicale: nessun residuo di produzione dovrebbe essere considerato un fine ciclo, ma piuttosto un punto di partenza per un nuovo processo di trasformazione. Uno dei tratti distintivi del biodistretto, almeno in questa prima fase di analisi, riguarda la limitata quantità di rifiuti da destinare alla trasformazione. Proprio questa scarsità, tuttavia, suggerisce una nuova prospettiva nella gestione degli scarti residui, non solo smaltirli o destinarli a impieghi a basso valore aggiunto, ma intercettare il potenziale dei rifiuti attraverso quella che può essere definita l' “**alta valorizzazione dei rifiuti**” (*high valorization of waste*) (Poponi et al. 2023).

Per alta valorizzazione si intende un approccio che integra competenze scientifiche multidisciplinari - chimiche, biologiche, tecnologiche - con soluzioni tecniche innovative, allo scopo di trasformare il rifiuto agroindustriale in una vera e propria **materia prima seconda**, da reimmettere in un circuito produttivo aperto o chiuso (*open loop* od *open loop/closed loop*). Si tratta di un salto qualitativo rispetto ai modelli tradizionali di valorizzazione energetica: il rifiuto non viene più considerato come un residuo da eliminare al minor costo possibile, ma come un serbatoio di molecole, polimeri e fibre ad alto valore, capaci di generare nuovi flussi di ricavo e di rafforzare, al contempo, la sostenibilità ambientale ed economica dell'intera filiera.

All'interno di un biodistretto, l'adozione di questo paradigma consente di perseguire simultaneamente più obiettivi: ridurre i costi di smaltimento dei rifiuti speciali, spesso gravosi per le piccole e medie imprese agricole; creare nuovi prodotti e nuovi mercati a partire da materiali oggi sottoutilizzati; e rafforzare il legame tra i diversi attori della filiera - produttori, trasformatori, ricerca scientifica e consumatore finale - in un'ottica di economia circolare integrata.

Un esempio paradigmatico di questo approccio è offerto dalla valorizzazione degli scarti da biomassa vegetale, e in particolare dagli scarti di lavorazione del carciofo, che per le loro caratteristiche chimico-biologiche si prestano a essere trasformati in una pluralità di prodotti ad alto valore aggiunto: dagli estratti bioattivi per l'industria farmaceutica, cosmetica e alimentare, fino ai biofiller impiegati nella formulazione di bioplastiche per il packaging alimentare.

Il caso del carciofo costituisce un esempio concreto di come un residuo agricolo, tradizionalmente classificato come rifiuto speciale, possa diventare il punto di partenza di una filiera di alta valorizzazione.

Il carciofo (*Cynara scolymus* L.) è una pianta erbacea perenne della famiglia delle Asteraceae, originaria dell'area mediterranea. L'Italia ne è il principale produttore mondiale, con oltre 400.000 tonnellate annue, seguita da Egitto, Spagna e Perù (FAO, 2011). A differenza di molte altre colture, la coltivazione del carciofo è caratterizzata da un rapporto estremamente sfavorevole tra parte edibile e biomassa complessiva della pianta: solo il 15% del peso del cespo è effettivamente commestibile, mentre il resto - foglie e fusti - costituisce materiale di scarto, classificato come rifiuto speciale e soggetto a costi di trattamento non trascurabili. Il "cuore" del carciofo, in particolare, rappresenta il



40-55% del peso dell'intero cespo, con un contenuto di sostanza secca pari a circa il 15% e un'elevata ricchezza in fibre.

Attualmente, gli scarti derivanti dalla coltivazione e dalla lavorazione del carciofo sono destinati prevalentemente alla produzione di compost o alla valorizzazione energetica mediante combustione. In alcuni casi, tuttavia, essi non vengono recuperati né valorizzati, mentre in altri sono reimpiegati direttamente in campo mediante il sovescio.

Nell'ottica della transizione verde e dell'economia circolare questi residui rivelano il proprio reale potenziale, grazie a una composizione chimica particolarmente ricca: la fibra grezza del carciofo, pari all'1,4% del peso del prodotto fresco, è costituita per il 65% da cellulosa, per il 21% da emicellulosa e per il 14% da lignina.

Questa composizione - prevalentemente cellulosica, ma con una quota non trascurabile di lignina - rende la fibra del carciofo un substrato particolarmente adatto a processi di frazionamento e recupero polimerico, ben più remunerativi, in termini di valore generato, della semplice valorizzazione energetica per combustione. Bruciare uno scarto ricco di molecole bioattive e polimeri strutturati significa, in altre parole, rinunciare a un patrimonio chimico che potrebbe essere recuperato e reimmesso in filiere ad alto valore aggiunto, con un beneficio economico e ambientale ben superiore a quello ottenibile dalla sola produzione di energia.

Dal punto di vista nutrizionale, il carciofo è inoltre un alimento di pregio, ricco di sostanze azotate, sali minerali (potassio, sodio, calcio, fosforo, ferro), vitamine (A, B1, C) e zuccheri assimilabili, tra cui l'inulina, un polimero del fruttosio ad attività probiotica in grado di favorire l'equilibrio della flora batterica intestinale. Ma è soprattutto la presenza di composti polifenolici ad attività antiossidante e antinfiammatoria a renderlo di particolare interesse per l'estrazione di sostanze bioattive: idrossicinnamati della famiglia degli acidi clorogenici (acido clorogenico, acido cinarinico), flavonoidi ed eterosidi flavonoici (luteolina e i suoi coniugati, cynaroside, scolimoside, luteolin-glucuronide), nonché lattoni sesquiterpenici come la cinaropicrina, responsabile del caratteristico sapore amaro. Estratti e coloranti ricavati dalle foglie della pianta sono da tempo impiegati come epatoprotettori, coleretici e ipocolesterolemizzanti, sia a partire da forme spontanee che coltivate del genere *Cynara*.

Il riconoscimento del valore del carciofo coltivato nel Biodistretto, se da un lato certifica il forte radicamento territoriale e la riconoscibilità del prodotto, dall'altro impone un rafforzamento della competitività della filiera attraverso interventi innovativi di ricerca e sviluppo, di ammodernamento dei processi produttivi e, soprattutto, di intervento sulla fase di produzione del rifiuto: è qui che si inserisce l'approccio dell'alta valorizzazione, capace di trasformare lo scarto agroalimentare in materia prima seconda per prodotti ad alto valore aggiunto, rafforzando al contempo il legame di fiducia tra produttori e consumatori e i margini di profitto lungo l'intera filiera.

L'alta valorizzazione degli scarti di lavorazione del carciofo può essere realizzata attraverso due processi complementari, sperimentati dapprima in scala di laboratorio e successivamente in scala pre-pilota: un primo processo di estrazione delle sostanze bioattive idrosolubili, e un secondo processo di recupero dei polisaccaridi e della lignina dal residuo fibroso, destinati alla produzione di bioplastiche per il packaging alimentare.

Il primo processo può lavorare sull'estrazione liquido-solido in condizioni *batch* degli scarti di lavorazione del carciofo, previa macinazione meccanica. Il materiale in questo caso viene posto a contatto con una soluzione idroalcolica all'interno di un estrattore dotato di agitazione meccanica, a temperatura ambiente o, in alternativa, a 40°C mediante camicia riscaldante. L'estratto ottenuto viene quindi sottoposto a un impianto a tecnologia di membrana, articolato in tre unità in sequenza - microfiltrazione, nanofiltrazione e osmosi inversa - che consente di separare le diverse sostanze bioattive in base al loro peso molecolare, recuperando al contempo la fase liquida per un successivo ciclo estrattivo, con evidenti benefici in termini di riduzione dei costi e dell'impatto ambientale.

Ciascuna frazione ottenuta viene caratterizzata qualitativamente e quantitativamente attraverso tecniche analitiche avanzate - gas-cromatografia associata a spettrometria di massa (GC-MS), cromatografia liquida associata a spettrometria di massa (LC-MS), risonanza magnetica nucleare (NMR) e spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) - i cui dati confluiscono nella redazione della scheda tecnica di prodotto. Parallelamente, test tossicologici e di attività antiossidante, antinfiammatoria e antimicrobica permettono di costruire la relativa scheda di sicurezza. Una volta completata questa fase di caratterizzazione, le singole frazioni possono essere immesse sul mercato di riferimento, con applicazioni privilegiate nei settori farmaceutico, nutraceutico, cosmetico e alimentare, in particolare come additivi e coloranti naturali.

Il residuo fibroso proveniente dal primo processo, anziché essere scartato, può essere sottoposto a un trattamento di *steam explosion*, tecnologia che permette il recupero della componente polimerica della fibra - in primo luogo inulina e lignina.

Il processo si basa sull'impiego di vapore saturo ad alta pressione, che riscalda rapidamente la biomassa all'interno di un reattore in condizioni controllate di temperatura e tempo; la successiva decompressione, riportando bruscamente la pressione al valore atmosferico, provoca una vera e propria "esplosione" della struttura fibrosa, rendendo accessibili e separabili i componenti polimerici altrimenti fortemente legati tra loro nella parete cellulare vegetale. Si tratta di una tecnologia già affermata nel campo della valorizzazione delle biomasse lignocellulosiche, apprezzata per l'assenza di solventi chimici aggressivi nella fase di pretrattamento e per la sua scalabilità industriale.

I polimeri così recuperati, inulina e lignina, vengono quindi impiegati, attraverso un processo di nanoprecipitazione, per la produzione di particelle ibride inulina-lignina, dotate di proprietà antiossidanti, fotoprotettive e antimicrobiche. Si tratta di un processo semplice e scalabile a livello industriale: la solubilizzazione dei due polimeri in un solvente eco-certificato è seguita dalla precipitazione delle particelle mediante semplice aggiunta di acqua e controllo del pH, senza generazione di reflui, poiché il solvente viene recuperato e riutilizzato a ogni ciclo produttivo.

Le particelle ibride ottenute sono caratterizzate sotto il profilo morfologico mediante microscopia elettronica a scansione e a trasmissione e *dynamic light scattering*, nonché valutate in relazione alla loro attività biologica. In funzione delle caratteristiche, della qualità e della quantità di materia prima disponibile, tali particelle possono essere destinate a differenti applicazioni e impiegate per la realizzazione di diverse tipologie di prodotto nel settore cosmetico o del packaging. Una possibile soluzione è rappresentata dal loro utilizzo come biofiller all'interno di una matrice bioplastica *home-biodegradable* a base di poli-idrossialcanoati. Il blend così ottenuto, opportunamente "valorizzato", può essere lavorato mediante estrusione o laminazione per produrre film destinati, tra le altre applicazioni, al confezionamento della parte edibile del carciofo. Si configura così un esempio di filiera circolare nella quale gli scarti della lavorazione contribuiscono alla realizzazione del packaging dello stesso prodotto da cui derivano.

Le bioplastiche naturali rappresentano, in questo senso, un'alternativa concreta alle plastiche di origine petrolchimica, grazie alla biodegradabilità a temperatura ambiente (*home-compostability*) e

al ridotto impatto ambientale. Non a caso, la lignina è stata negli ultimi anni al centro dell'attenzione della comunità scientifica e industriale, per le sue notevoli proprietà chimico-fisiche, meccaniche e biologiche.

La bioeconomia e la bioindustria costituiscono una leva strategica di sviluppo per i territori, in quanto capaci di promuovere filiere innovative di biomateriali, garantire sicurezza alimentare e agricoltura di qualità, valorizzare aree marginali e utilizzare scarti e rifiuti organici (Circular Economy Network, 2019).

In questo scenario, la filiera della bioeconomia assume una valenza strategica per due ragioni principali. La prima riguarda la capacità di creare nuovo valore: il mercato della lignina, materia prima delle bioplastiche in oggetto, è ancora scarsamente sviluppato, con pochi produttori a livello internazionale; la sua valorizzazione potrà generare un nuovo mercato, con effetti positivi sull'intera filiera in termini di contenimento dei costi di approvvigionamento (*feedstock*) e di gestione del rifiuto, grazie alla concentrazione spaziale della biomassa, allo sviluppo di sistemi multi-*feedstock* e multiprodotto organizzati "a cascata" (*cascade system*), e alla possibilità di rendere complementari le filiere food e non-food. La seconda ragione riguarda l'effetto "a catena" (*snow ball*) che un intervento sulla filiera delle bioplastiche può innescare su più filiere collegate: l'adozione di packaging innovativi e biocompatibili si riflette direttamente sulla filiera agroalimentare, migliorando la qualità dei prodotti, allungandone la shelf-life, incrementandone la sostenibilità e facilitando lo smaltimento degli imballaggi.

Accanto alla dimensione tecnico-scientifica, l'alta valorizzazione degli scarti agroindustriali richiede un'attenta analisi del comportamento del consumatore rispetto all'acquisto e all'uso di prodotti in bioplastica, tanto più in un mercato in cui la sensibilità verso tracciabilità, sicurezza alimentare e sostenibilità è in costante crescita. Comprendere quali fattori - oggettivi, legati alle caratteristiche tecniche del prodotto, e soggettivi, legati alle motivazioni d'acquisto - influenzino le scelte del consumatore risulta cruciale per il successo commerciale di un packaging in bioplastica ricavata dagli scarti del carciofo.

In questo ambito, marchi e certificazioni svolgono un ruolo determinante nel consolidare il rapporto di fiducia con il consumatore, poiché attestano l'adesione delle imprese a sistemi di controllo e garantiscono la conformità dei prodotti a requisiti definiti. Al tempo stesso, l'adozione di un'identità

visiva condivisa contribuisce a rendere immediatamente riconoscibili le produzioni del Biodistretto, rafforzandone l'identità territoriale e la valorizzazione sul mercato.

Il caso del carciofo mette in evidenza come, all'interno di un biodistretto, l'approccio dell'alta valorizzazione possa trasformare un vincolo strutturale della filiera - produzione di scarto rispetto alla parte edibile - in un'opportunità di innovazione e diversificazione produttiva. Attraverso l'integrazione di competenze chimiche, biologiche e ingegneristiche, è possibile recuperare dagli scarti agroindustriali sostanze bioattive di interesse farmaceutico, cosmetico e alimentare, così come polimeri naturali destinati alla produzione di bioplastiche per il packaging, chiudendo idealmente il ciclo produttivo del prodotto stesso. La sostenibilità di questo modello non dipende, tuttavia, dalla sola componente tecnologica: essa richiede un mercato maturo per le nuove materie prime seconde, un quadro normativo di supporto, una comunicazione efficace verso il consumatore e strumenti condivisi di misurazione degli impatti. È nella combinazione di questi elementi che l'alta valorizzazione degli scarti può affermarsi come componente strutturale, e non episodica, dell'economia circolare dei biodistretti.

In questa prospettiva, il caso del carciofo assume un valore che va oltre la singola filiera produttiva: rappresenta un modello replicabile per altre colture caratterizzate da un elevato rapporto scarto/prodotto edibile, e dimostra come un biodistretto possa trasformarsi in un vero e proprio laboratorio territoriale di innovazione circolare, capace di generare valore economico, ambientale e sociale a partire da ciò che, fino a poco tempo fa, veniva considerato un semplice costo da smaltire.

Report per il compostaggio

Il presente report descrive, in forma sintetica, una possibile ipotesi di investimento per la gestione coordinata e il trattamento aerobico delle biomasse residuali generate dalle aziende agricole, zootecniche e agroalimentari del Biodistretto. L'analisi è finalizzata a delineare un quadro tecnico preliminare dell'intervento per l'economia circolare, orientato alla valorizzazione delle matrici organiche disponibili sul territorio, con particolare riferimento ai residui derivanti dalle attività colturali e dai processi di lavorazione e trasformazione dei prodotti agricoli. Tali matrici possono essere avviate a un processo di compostaggio controllato, finalizzato alla produzione di compost utilizzabile in ambito agronomico, previa verifica della loro classificazione, idoneità e conformità alla normativa applicabile. Questo focus è stato realizzato considerando la letteratura esistente ed i progetti di realizzazione di impianti simili nei territori limitrofi.

L'organizzazione territoriale del Biodistretto può favorire l'aggregazione di flussi di biomassa attualmente dispersi, consentendo di programmare i conferimenti in relazione alla stagionalità delle produzioni e di formulare miscele costituite da matrici con caratteristiche fisiche e chimiche complementari. I dati quantitativi, dimensionali e prestazionali riportati nel presente report sono desunti dalla scheda tecnica di origine e vengono assunti come dati preliminari di progetto. La loro effettiva applicabilità dovrà essere verificata nelle successive fasi di approfondimento, sulla base della effettiva disponibilità delle aziende al conferimento degli scarti, e delle caratteristiche delle biomasse territoriali, dei bilanci di massa, delle condizioni localizzative e dei requisiti tecnici e normativi applicabili.

Il documento è redatto in forma neutrale e non identifica uno specifico fornitore, gestore o proponente commerciale. Esso ha carattere esclusivamente tecnico-preliminare e non costituisce un progetto definitivo o esecutivo, un titolo autorizzativo, un'autorizzazione ambientale, una valutazione di fattibilità economico-finanziaria né un'attestazione di conformità del compost ottenibile. La qualificazione del prodotto finale e la sua destinazione agronomica o commerciale restano subordinate alle verifiche analitiche e al rispetto della normativa vigente.

Quadro normativo

La definizione del quadro normativo e autorizzativo costituisce un passaggio preliminare essenziale per valutare la fattibilità dell'impianto di compostaggio. Le biomasse residuali generate nel Biodistretto, infatti, possono presentare origini, caratteristiche e regimi giuridici differenti; di conseguenza, non possono essere ricondotte automaticamente a un'unica categoria normativa né assoggettate alle medesime modalità di gestione.

La disciplina applicabile deve essere individuata a partire dal soggetto che gestirà il processo di compostaggio, la destinazione d'uso del compost e le quantità da trattare.

Con riferimento al primo elemento, la gestione deve essere affidata ad un soggetto giuridico che assume il ruolo di titolare o gestore dell'impianto o ad una cooperativa delle imprese aderenti o a un operatore specializzato. Occorre, infatti, distinguere tra il soggetto proprietario dell'impianto e quello responsabile della sua gestione, sul quale ricadono gli obblighi relativi alle autorizzazioni, alla corretta accettazione delle matrici, alla tracciabilità dei conferimenti, alla conduzione del processo e al controllo della qualità del compost prodotto.

La seconda variabile riguarda la destinazione del compost. Il prodotto potrebbe essere impiegato prevalentemente sui terreni delle aziende conferenti, senza essere destinato alla vendita verso soggetti esterni. Questa soluzione appare coerente con gli obiettivi del Biodistretto, poiché permetterebbe di restituire sostanza organica ai suoli agricoli e di ridurre il ricorso ad ammendanti provenienti dall'esterno.

Il terzo elemento, particolarmente rilevante ai fini autorizzativi, è rappresentato dalla quantità annua trattata. Sebbene il compostaggio di comunità, disciplinato dal D.M. 29 dicembre 2016, n. 266, rappresenti una soluzione potenzialmente conveniente sotto il profilo organizzativo, economico e autorizzativo, il limite massimo di 130 t/anno ne riduce significativamente l'adeguatezza rispetto alle esigenze del Biodistretto. Il quantitativo di compost producibile nell'ambito di tale regime, infatti, non appare sufficiente a soddisfare il potenziale fabbisogno delle aziende aderenti, soprattutto qualora l'obiettivo sia assicurare un apporto significativo e continuativo di sostanza organica ai terreni agricoli.



Sotto il profilo soggettivo, il Biodistretto potrebbe astrattamente rientrare in questa fattispecie, in quanto organismo composto da più utenze interessate a trattare collettivamente i propri rifiuti organici e a utilizzare internamente il compost ottenuto. Tuttavia, la sola appartenenza delle aziende al Biodistretto non è sufficiente: occorre verificare che i materiali conferiti rientrino tra quelli ammessi dal D.M. n. 266/2016, che il limite complessivo di 130 t/anno sia rispettato dall'intero organismo collettivo e non da ciascuna impresa conferente e che il compost prodotto venga utilizzato esclusivamente dalle medesime utenze. Alcuni residui agricoli o agroindustriali potrebbero, peraltro, non rientrare nel campo di applicazione del decreto, anche in presenza di quantitativi complessivamente inferiori alla soglia prevista. Il compostaggio di comunità può quindi costituire una soluzione utile per una sperimentazione iniziale o per la gestione di una quota circoscritta dei flussi organici, ma non sembra dimensionato per rispondere pienamente al potenziale fabbisogno del Biodistretto. Qualora i quantitativi da trattare superino le 130 t/anno, sarà pertanto necessario ricondurre l'iniziativa a un diverso regime normativo e autorizzativo, da individuare in funzione della natura e della quantità dei materiali trattati, delle caratteristiche dell'impianto e del soggetto incaricato della sua gestione¹⁶.

Nel complesso, il sistema dovrà essere orientato prioritariamente alla valorizzazione delle biomasse residuali generate all'interno del Biodistretto. L'effettiva ammissibilità al conferimento resterà subordinata alla caratterizzazione merceologica e analitica dei materiali, alla loro qualificazione giuridica e alla compatibilità con il processo e con il quadro autorizzativo dell'impianto. Di seguito sono riportate alcune delle principali famiglie di matrici da sottoporre a censimento e valutazione preliminare.

¹⁶ Si veda D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 ("Testo Unico Ambientale"), Parte IV — disciplina generale della gestione dei rifiuti art. 208 — autorizzazione unica ordinaria per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto; artt. 214 e 216 — procedura semplificata di recupero. D.M. 5 febbraio 1998 e successive modificazioni — individuazione dei rifiuti non pericolosi ammessi alle procedure semplificate di recupero (matrici, operazione R3, quantitativi, caratteristiche del compost). D.Lgs. 29 aprile 2010, n. 75 — disciplina dei fertilizzanti, cui il compost deve conformarsi per essere qualificato come ammendante e uscire dalla disciplina rifiuti (end of waste). Reg. (UE) 2019/1009 — prodotti fertilizzanti UE, Reg. (UE) 2018/848 e Normativa regionale di attuazione in materia di localizzazione, distanze minime e gestione delle acque reflue/percolato degli impianti; Iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali del soggetto gestore Attribuzione dei codici CER/EER alle matrici in ingresso, tenuta del registro di carico/scarico e del FIR per ogni conferimento

Tabella - 11 Tipologia di biomasse

Filiera di origine	Biomasse residuali potenziali	Funzione nella miscela	Aspetti da verificare
Produzioni orticole e seminativi	Residui colturali, scarti vegetali non commercializzabili, frazioni di pulizia e selezione	Apporto di sostanza organica; componente umida o fibrosa secondo la matrice	Terra e inerti, fitofarmaci, umidità, fermentescibilità, stagionalità
Vitivinicoltura e cantina	Potature, vinacce, raspi, fecce e residui della lavorazione	Carbonio strutturale; frazione organica umida e rapidamente degradabile	Acidità, polifenoli, umidità, stoccabilità e qualifica dei sottoprodotti enologici
Olivicoltura e trasformazione olearia	Potature, foglie, sanse e ulteriori residui di lavorazione	Strutturante lignocellulosico e apporto organico	Fitotossicità, polifenoli, umidità, tempi e condizioni di miscelazione
Allevamenti	Letami e materiali palabili; eventuali lettieri esauste	Apporto di azoto, umidità e carica microbica	Disciplina degli effluenti, biosicurezza, rapporto C/N, tenore di nutrienti e sostanza secca
Birrificio e altre trasformazioni agroalimentari	Trebbie, residui vegetali di processo e scarti organici di produzione	Componente umida e azotata, prontamente biodegradabile	Rapida deperibilità, contaminanti, logistica e necessità di miscelazione immediata
Manutenzione del verde aziendale e territoriale	Sfalci, ramaglie e potature	Materiale strutturante, porosità e apporto di carbonio	Triturazione, pezzatura, corpi estranei e provenienza fitosanitaria

Fonte: ns elaborazione su dati rilevati

Schema di funzionamento del processo di compostaggio

Il diagramma di flusso, rappresentato nella figura seguente, vuole schematizzare il ciclo operativo previsto per la gestione delle biomasse residuali conferite dalle aziende del biodistretto e la loro trasformazione in compost. Rispetto alla rappresentazione sintetica del flow chart, va considerato che il processo comprende anche attività preliminari di programmazione, accettazione e gestione differenziata delle matrici, necessarie ad assicurare la continuità dei conferimenti e la corretta preparazione della miscela da sottoporre a trattamento biologico.

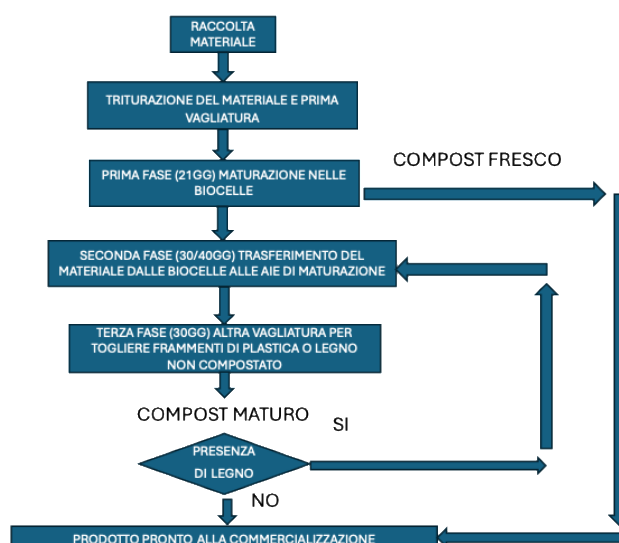


Figura 1 Diagramma di flusso del processo di compostaggio

Il ciclo ha inizio con la programmazione dei conferimenti, effettuata sulla base dell'azienda di provenienza, della tipologia di matrice e del periodo dell'anno. Tale pianificazione permette di coordinare flussi caratterizzati da una marcata stagionalità, gestire i periodi di maggiore produzione e verificare preventivamente la capacità disponibile nelle aree di ricezione, nelle celle di bio-ossidazione e nelle aree di maturazione. Questa fase è particolarmente rilevante nel contesto del biodistretto, nel quale potature, residui colturali, vinacce, raspi, trebbie, scarti ortofrutticoli, letami e lettiere possono essere prodotti in periodi differenti e con caratteristiche fisiche e chimiche eterogenee. All'arrivo nell'impianto, le matrici sono sottoposte alle operazioni di accettazione e

controllo, comprendenti la pesatura, l'identificazione del conferitore e del materiale, la verifica documentale e il controllo visivo. Quando necessario, può essere effettuato il campionamento della matrice per determinarne le caratteristiche e verificarne la compatibilità con il processo. I materiali accettati vengono quindi indirizzati verso aree di stoccaggio distinte, in funzione della loro natura e delle successive modalità di trattamento. In questa fase deve essere verificata anche la qualificazione giuridica delle matrici, distinguendo tra rifiuti, sottoprodotti, effluenti zootecnici ed eventuali materiali esclusi dalla disciplina dei rifiuti. Le biomasse lignocellulosiche, quali potature, ramaglie, raspi e altri materiali strutturanti, sono sottoposte a pretrattamento mediante triturazione e regolazione della pezzatura. La riduzione dimensionale consente di rendere il materiale più omogeneo, aumentare la superficie disponibile per l'attività microbica e ottenere una frazione strutturante idonea a conferire porosità alla miscela.

La prima vagliatura riportata nel diagramma può essere interpretata come un'operazione preliminare di selezione e controllo della pezzatura, finalizzata anche all'allontanamento di eventuali frazioni estranee. Le matrici umide e maggiormente fermentescibili, come scarti ortofrutticoli, vinacce, trebbie e altri materiali palabili, sono invece ricevute in aree impermeabilizzate e adeguatamente presidiate. I tempi di deposito devono essere limitati, in modo da contenere l'avvio di fermentazioni incontrollate, la produzione di percolati e la formazione di emissioni odorigene. Queste matrici devono pertanto essere avviate rapidamente alla miscelazione con le frazioni lignocellulosiche.

La preparazione della miscela viene effettuata mediante "pala gommata", combinando matrici con caratteristiche complementari. In questa fase vengono regolati la struttura fisica, l'umidità e il rapporto carbonio/azoto (C/N), così da creare condizioni favorevoli allo sviluppo dei microrganismi aerobici. Il corretto bilanciamento tra materiali umidi, ricchi di azoto e facilmente biodegradabili, e materiali lignocellulosici, prevalentemente carboniosi e strutturanti, è determinante per assicurare la porosità della massa, evitare fenomeni anaerobici e garantire l'efficienza del trattamento. La miscela preparata è trasferita nelle celle ACT (Active Composting Time o tempo attivo di compostaggio) nelle quali si svolge la fase di bio-ossidazione accelerata per una durata prevista di 21-25 giorni. Il materiale è disposto in cumuli su una platea attrezzata con tubazioni per l'adduzione dell'aria e ventilatori, che assicurano l'apporto controllato di ossigeno alla massa. Durante il ciclo sono previsti il monitoraggio dei principali parametri di processo, il controllo dell'aerazione e il rivoltamento

settimanale dei cumuli. L'attività microbica determina la degradazione della componente organica più facilmente biodegradabile e l'aumento della temperatura; il mantenimento di condizioni termiche adeguate contribuisce anche all'igienizzazione del materiale. L'aria aspirata dalle sezioni di trattamento è convogliata a un biofiltro costituito da cortecce, destinato all'abbattimento delle sostanze odorigene generate durante la fase biologicamente più attiva. L'efficienza di questo presidio dipende dal corretto dimensionamento del sistema, dall'uniformità della distribuzione dell'aria e dal mantenimento di condizioni adeguate di umidità e permeabilità del materiale filtrante.

Al termine della bio-ossidazione accelerata, il materiale viene trasferito all'area di maturazione, dove permane in cumulo per 40-45 giorni. Nel corso del ciclo sono previsti diversi rivoltamenti (solitamente tre), finalizzati a ripristinare la porosità, omogeneizzare il materiale e garantire l'ossigenazione delle diverse porzioni del cumulo. Durante questa fase l'attività biologica si riduce progressivamente, mentre la sostanza organica raggiunge livelli più elevati di stabilità e maturità.

Conclusa la maturazione, il compost grezzo viene sottoposto a raffinazione mediante un vaglio rotante. La vagliatura separa il compost raffinato dalle frazioni grossolane e dagli eventuali materiali estranei. Nel contesto specifico del biodistretto, la presenza di plastiche dovrebbe essere minimizzata attraverso la selezione alla fonte e i controlli svolti durante l'accettazione. La frazione lignocellulosica non completamente degradata, indicata nel diagramma come "legno non compostato", può invece essere qualificata più correttamente come sovrappiù ligneo recuperabile e, se priva di contaminanti e tecnicamente idonea, essere ricircolata nella fase di preparazione di nuove miscele.

Dopo la raffinazione, il compost viene stoccato in cumulo per una durata indicativa tra 21 e 25 giorni (vedere specifiche successive). Questo periodo consente la gestione dei lotti, l'esecuzione degli eventuali controlli analitici e l'attesa della destinazione finale. Lo stoccaggio deve avvenire in condizioni tali da evitare la ricontaminazione del prodotto, il ristagno delle acque e la miscelazione tra lotti non omogenei. Prima dell'impiego o della commercializzazione, il compost deve essere sottoposto alle verifiche previste dalla normativa applicabile. Soltanto il materiale conforme ai requisiti analitici, merceologici e giuridici può essere destinato all'utilizzo agronomico o immesso sul mercato. Nel diagramma, la dicitura "prodotto pronto alla commercializzazione" fa riferimento al "compost conforme destinabile all'impiego agronomico e/o alla commercializzazione". Nel complesso, considerando 21-25 giorni di bio-ossidazione accelerata, 40-45 giorni di maturazione e

24-25 giorni di raffinazione e stoccaggio, il ciclo presenta una durata operativa indicativa complessiva (media) di 90 giorni, alla quale devono essere aggiunti gli eventuali tempi di attesa connessi alla ricezione, alla formazione dei lotti e alle verifiche di conformità.

Dimensionamento impianto di compostaggio

Il dimensionamento preliminare proposto riguarda la realizzazione di un impianto di compostaggio di piccole dimensioni, progettato per trattare fino a 1.000 tonnellate annue di biomassa organica. Tale capacità risulta prudenzialmente sovrastimata rispetto ai quantitativi direttamente rilevati durante la raccolta dei dati. La scelta tiene tuttavia conto sia delle dimensioni produttive delle imprese coinvolte sia della presenza di aziende che non hanno fornito informazioni puntuali sulle quantità di scarti generate.

Il quantitativo assunto può pertanto essere considerato plausibile se si valutano congiuntamente i flussi potenzialmente prodotti dalle singole aziende e gli ulteriori residui organici derivanti dalle attività di trasformazione, selezione e rilavorazione dei prodotti prima della spedizione, tra cui, in particolare, il fogliame e le altre frazioni vegetali eliminate durante la preparazione del prodotto.

L'analisi è finalizzata a individuare, sulla base della capacità ipotizzata e della durata delle diverse fasi di trattamento, le principali esigenze impiantistiche e operative, con particolare riferimento al numero e alla capacità delle biocelle necessarie per assicurare la continuità del processo. Il calcolo assume un funzionamento dell'impianto per circa 310 giorni all'anno, con conferimenti giornalieri costanti, e considera una densità media della biomassa pari a 0,6 t/m³.

Il processo è articolato nelle fasi di bio-ossidazione accelerata, maturazione, raffinazione e stoccaggio, per una durata operativa media complessiva di circa 90 giorni, alla quale possono aggiungersi eventuali tempi di attesa legati alla ricezione dei materiali, alla formazione dei lotti e alle verifiche di conformità.

Le valutazioni presentate hanno carattere preliminare e consentono di definire un primo assetto tecnico e dimensionale dell'impianto. Il dimensionamento definitivo dovrà essere approfondito sulla base di una quantificazione più completa dei flussi disponibili, delle caratteristiche effettive delle biomasse conferite, delle tecnologie adottate, dei sistemi di aerazione e movimentazione, degli spazi di servizio e delle prescrizioni ambientali, igienico-sanitarie e autorizzative applicabili.

Tabella 12 - Dati di processo

Dati di input	Valore	Unità	Note
Quantità annua	1.000	t/anno	Quantità complessiva da trattare
Giorni operativi annui	310	giorni/anno	Conferimenti giornalieri costanti
Densità media	0,60	t/m ³	Rapporto tonnellate/metro cubo
Intervallo di avvio delle biocelle	4	giorni	Una biocella raccoglie quattro giornate di conferimenti
Bio-ossidazione accelerata di progetto	25	giorni	Valore cautelativo dell'intervallo 21–25 giorni
Riempimento massimo	65,0%	%	Quota utilizzabile del volume geometrico
Margine dimensionale consigliato	8,0%	%	Margine opzionale sul volume minimo
Risultati di calcolo	Valore	Unità	Note
Conferimento medio giornaliero	3,23	t/giorno	Quantità annua / giorni operativi
Volume medio giornaliero	5,38	m ³ /giorno	Conferimento giornaliero / densità
Materiale per biocella	12,90	t	Conferimento giornaliero × giorni per biocella
Volume di materiale per biocella	21,51	m ³	Materiale per biocella / densità
Durata di occupazione considerata	25,00	giorni	Durata cautelativa della bio-ossidazione
Numero minimo di biocelle	7	n.	Arrotondamento per eccesso (durata / intervallo di avvio)
Volume geometrico minimo per biocella	33,09	m ³	Volume materiale / percentuale di riempimento
Volume consigliato per biocella	35,73	m ³	Volume minimo × (1 + margine)
Volume geometrico complessivo minimo	231,60	m ³	Numero biocelle × volume minimo
Capacità utile complessiva	150,54	m ³	Numero biocelle × volume materiale
Esempio dimensionale ¹⁷	Dimensione	Unità	Note
Altezza interna	4,00	m	Modificabile
Larghezza interna	3,00	m	Modificabile
Lunghezza interna	2,80	m	Modificabile
Volume geometrico esempio	33,60	m ³	Modificabile

Fonte: ns elaborazione su dati di letteratura

Il processo di trattamento è organizzato in fasi successive, in modo da assicurare la continuità dei conferimenti e il completamento della trasformazione della matrice organica. Considerando una quantità annua di 1.000 tonnellate, distribuita uniformemente su 310 giorni operativi, il conferimento

¹⁷ Il dimensionamento adotta 25 giorni di bio-ossidazione accelerata e l'avvio di una nuova biocella ogni 4 giorni, da almeno 33,60 m³.

medio risulta pari a circa 3,23 tonnellate al giorno, equivalenti a 5,38 m³/giorno, assumendo una densità media di 0,6 t/m³.

La prima fase è costituita dalla bio-ossidazione accelerata, la cui durata è compresa indicativamente tra 21 e 25 giorni. Ai fini del dimensionamento viene adottato cautelativamente il valore massimo di 25 giorni. Ogni biocella raccoglie i conferimenti di quattro giornate, corrispondenti a circa 12,90 tonnellate, ovvero 21,51 m³ di materiale. Poiché viene avviata una nuova biocella ogni quattro giorni, per garantire la continuità del processo sono necessarie almeno sette biocelle.

Considerando un grado massimo di riempimento del 65%, ciascuna biocella deve avere un volume geometrico interno minimo di circa 33,09 m³. Una configurazione interna di 4,00 × 3,00 × 2,80 metri, corrispondente a 33,60 m³, risulta pertanto adeguata, sebbene sia opportuno prevedere un ulteriore margine dimensionale per le esigenze operative.

Terminata la bio-ossidazione accelerata, il materiale viene trasferito alla fase di maturazione, della durata indicativa di 40–45 giorni. Segue quindi la fase conclusiva di raffinazione e stoccaggio, che richiede ulteriori 24–25 giorni e comprende le operazioni necessarie a ottenere un prodotto finale omogeneo e idoneo alla successiva destinazione.

Nel complesso, il ciclo presenta una durata operativa compresa indicativamente tra 85 e 95 giorni, con una durata media di circa 90 giorni. A tale periodo devono essere aggiunti gli eventuali tempi di attesa connessi alla ricezione del materiale, alla formazione dei lotti, alle verifiche di conformità e alle esigenze organizzative dell'impianto.

I dati riportano valori medi e requisiti qualitativi indicativi per il compost. La configurazione qui considerata è basata sulle biomasse teoriche disponibili del biodistretto e non assume ordinariamente l'impiego di fanghi o la frazione organica dei rifiuti urbani (FORSU). Pertanto, in sede progettuale la categoria merceologica finale dovrà essere ridefinita in funzione delle matrici effettivamente autorizzate. I valori sono mantenuti a fini della rappresentatività del flusso di lavorazione, ma dovranno essere confermati rispetto alla norma applicabile e ai metodi analitici adottati, e verificati mediante piano di campionamento e analisi di laboratorio.

Tabella 13 - Requisiti qualitativi indicativi del compost

Parametro	Valore medio
Umidità	30%
pH	7,7
Carbonio organico	30%
Carbonio umico e fulvico	12
Azoto organico	83
Rapporto C/N	11
Vetro, plastica e metalli (>2 mm)	0,2
Inerti litoidi (>5 mm)	0,2
Salmonella	Assente
Escherichia coli	<10 UFC/ ¹⁸ g
Indice di germinazione (diluizione 30%)	85%

Fonte: ns elaborazione su dati di letteratura

La tabella 13 riporta i principali requisiti qualitativi assunti come riferimento per il compost ottenuto dal processo di compostaggio. Nel complesso, i valori indicati descrivono un prodotto sufficientemente maturo, stabile e potenzialmente idoneo all'impiego agronomico.

Il processo, come indicato, prevede lo svolgimento al chiuso delle principali operazioni biologiche, la captazione e il trattamento dell'aria e il recupero dei reflui. In tale contesto, l'aria aspirata dalla fase di bio-ossidazione è inviata a un biofiltro a cortecce. La progettazione definitiva dovrà dimensionare portate, ricambi d'aria, reti di captazione, trattamento delle arie esauste, gestione del percolato e sistemi di contenimento, includendo monitoraggio, manutenzione e gestione delle condizioni anomale.

L'impiego del prodotto dipende dal grado di stabilità e maturazione raggiunto, nonché dalla conformità ai requisiti di legge.

La classificazione temporale alla tipologia del compost può essere ricondotta a quanto segue:

¹⁸ UFC - Unità Formanti Colonia

- compost fresco (2–4 mesi in cumulo): materiale ancora in trasformazione, da impiegare a distanza dalla semina o dal trapianto e senza contatto diretto con le radici;
- compost pronto (5–8 mesi): materiale stabile, utilizzabile in orto e giardino prima della semina o del trapianto;
- compost maturo (12–24 mesi): materiale a maturazione prolungata, caratterizzato da maggiore stabilità e utilizzabile anche per terricci, risemine e rinfittimenti del prato.

Nel contesto del biodistretto, il compost può essere destinato prioritariamente al reintegro della sostanza organica nei suoli agricoli, nel rispetto della qualifica giuridica del materiale in uscita, dei requisiti analitici e dei piani agronomici. La redistribuzione alle aziende conferenti può sostenere una filiera territoriale circolare, riducendo l'allontanamento delle biomasse e l'acquisto esterno di ammendanti.

Devono tuttavia essere definiti fabbisogni aziendali, superfici utilizzabili, dosi, tempi di distribuzione, capacità di stoccaggio e tracciabilità dei lotti. L'assetto comprende inoltre la programmazione dei conferimenti, accettazione e stoccaggi separati, pretrattamento, preparazione della miscela, sette biocelle indicate per la fase intensiva, maturazione, raffinazione e stoccaggio, oltre ai presidi per reflui e arie di processo.

La sostenibilità operativa dipende dall'aggregazione di un numero adeguato di aziende e dalla continuità dei conferimenti. In tale contesto, la governance del biodistretto può coordinare il censimento dei flussi, gli accordi di conferimento, la logistica, il controllo qualitativo e la successiva redistribuzione del compost, assicurando un equilibrio tra capacità impiantistica, stagionalità delle biomasse e fabbisogni agronomici.

La fattibilità tecnica è subordinata alla chiusura delle verifiche sui codici ammissibili, sui bilanci di massa, sulla coerenza tra giorni operativi e portate, sul dimensionamento delle aie, sulle unità di misura e sui requisiti del compost. Le successive fasi progettuali dovranno inoltre integrare il quadro autorizzativo, le prestazioni ambientali, i consumi energetici, il fabbisogno idrico, la gestione delle acque meteoriche e di processo, la sicurezza antincendio e sul lavoro, la logistica e il piano economico-finanziario.

Nel complesso, e tenuto conto dei limiti e delle condizioni richiamati nelle premesse del presente studio, il sistema proposto risulta potenzialmente coerente con il modello di economia circolare



delineato per il Biodistretto, in quanto può favorire la valorizzazione delle biomasse residuali, il reintegro della sostanza organica nei suoli e la chiusura territoriale del ciclo della materia. Tale coerenza dovrà tuttavia essere confermata, come è stato specificato, attraverso successive verifiche tecniche, ambientali, normative ed economiche, nonché sulla base dell'effettiva disponibilità e idoneità delle matrici organiche.

Bibliografia e sitografia

- Abejón, R., Bala, A., Vázquez-Rowe, I., Aldaco, R., & Fullana-i-Palmer, P. (2020). When plastic packaging should be preferred: Life cycle analysis of packages for fruit and vegetable distribution in the Spanish peninsular market. *Resources, Conservation and Recycling*, 155(December 2019), 104666. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104666>
- Assiri, M., Barone, V., Silvestri, F., & Tassinari, M. (2020). Planning sustainable development of local productive systems: A methodological approach for the analytical identification of Ecoregions. *Journal of Cleaner Production*, (xxxx), 125006. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125006>
- Circular Economy Network. (2019). Rapporto sull'economia circolare in Italia.
- Comunicazione della Commissione, 16 gennaio 2018. (s.d.).
- CREA. (2019). L'agricoltura biologica per lo sviluppo territoriale: L'esperienza dei distretti biologici.
- Del Borghi, A., Strazza, C., Magrassi, F., Taramasso, A. C., & Gallo, M. (2018). Life Cycle Assessment for eco-design of product–package systems in the food industry—The case of legumes. *Sustainable Production and Consumption*, 13(July), 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2017.11.001>
- Direttiva UE 2015/720.
- Direttiva UE 2019/904.
- European Commission. (2021). Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main>



- FAO. (2011). FAO in the 21st century: Ensuring food security in a changing world. FAO.
- Gargano, G., Licciardo, F., Verrascina, M., & Zanetti, B. (2021). The Agroecological Approach as a Model for Multifunctional Agriculture and Farming towards the European Green Deal 2030—Some Evidence from the Italian Experience. *Sustainability*, 13(4), 2215. <https://doi.org/10.3390/su13042215>
- Ghisellini, P., Setti, M., & Ulgiati, S. (2016). Energy and land use in worldwide agriculture: An application of life cycle energy and cluster analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 18(3), 799–837. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9678-2>
- Guccione, J., Alterisio, M. C., Esposito, S., D'Onghia, G., Tinelli, S., Di Loria, A., Mercaldo, B., Vastolo, A., & Ciaramella, P. (2024). Effects of a Dietary Multi-Mineral Bolus on Udder Health in Dairy Cows: A Clinical Assessment. *Veterinary Sciences*, 11(12), 621. <https://doi.org/10.3390/vetsci11120621>
- Ecoregion: <https://www.ecoregion.info/>.
- Ioannidou, S. M., Pateraki, C., Ladakis, D., Papapostolou, H., Tsakona, M., Vlysidis, A., Kookos, I. K., & Koutinas, A. (2020). Sustainable production of bio-based chemicals and polymers via integrated biomass refining and bioprocessing in a circular bioeconomy context. *Bioresource Technology*, 307(November 2019), 123093. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123093>
- ISMEA Report sull'ortofrutta / Studi CNR sulla valorizzazione dei sottoprodotti agricoli, 2025.
- Kucukvar, M., Onat, N. C., Abdella, G. M., & Tatari, O. (2019). Assessing regional and global environmental footprints and value added of the largest food producers in the world. *Resources, Conservation and Recycling*, 144(September 2018), 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.048>
- Ministerial Decree n. 1192 of 08.01.2016 (2016).
- Ministry of Agricultural Food and Forestry Policies. (2005). National Action Plan for Organic Farming and Organic Products.
- Ministry of Agricultural Food and Forestry Policies. (2007). Basic text of the Bill «Organic Farming».



- Naglis-Liepa, K., Megne, I., Proskina, L., Paula, L., Kaufmane, D., & Pelse, M. (2025). Analysis of Factors Influencing the Formation of Bioregions. *Sustainability*, 17(18), 8288. <https://doi.org/10.3390/su17188288>
- Packer, G., & Zanasi, C. (2023). Comparing social sustainability assessment indicators and tools for bio-districts: Building an analytical framework. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1229505. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1229505>
- Pagotto, M., & Halog, A. (2016). Towards a Circular Economy in Australian Agri-food Industry: An Application of Input-Output Oriented Approaches for Analyzing Resource Efficiency and Competitiveness Potential. *Journal of Industrial Ecology*, 20(5), 1176–1186. <https://doi.org/10.1111/jiec.12373>
- Pomponi, T., Carillo, F., Henke, R., Sturla, A., Del Giudice, T., & Sorrentino, A. (2026). Biodistricts as social innovation: Territorial implications in Italy. *Journal of Rural Studies*, 121, 103926. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2025.103926>
- Poponi, S., Arcese, G., Pacchera, F., & Martucci, O. (2022). Evaluating the transition to the circular economy in the agri-food sector: Selection of indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 176, 105916. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105916>
- Poponi S, Arcese G, Ruggieri A, Pacchera F. Value optimisation for the agri-food sector: A circular economy approach. *Business Strategy and the Environment*. 2023 Sep;32(6):2850-67.
- Poponi, Stefano, et al. "Multi-actor governance for a circular economy in the agri-food sector: bio-districts." *Sustainability* 13.9 (2021): 4718.
- Poponi, Stefano, et al. "The circular potential of a Bio-District: indicators for waste management." *British Food Journal* 126.1 (2024): 290-308.
- Provisions for the development and competitiveness of agricultural, agri-food and aquaculture production by organic method (2013).
- Provisions for the development and competitiveness of agricultural, agri-food and aquaculture production by organic method (2018).
- Sciurano, J. P., Arfini, F., & Maccari, M. (2024). A methodological approach to upscale organic and agroecological – local agrifood systems: The case of the Pampa Organica Norte



- group in Argentina. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1304558. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1304558>
- Sgarbossa, F., & Russo, I. (2017). A proactive model in sustainable food supply chain: Insight from a case study. *International Journal of Production Economics*, 183(2017), 596–606. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.07.022>
 - UNSD. (2018). 2018 Energy Statistic Yearbook.
 - UNSD. (2021). Sustainable Development Goals. <https://unstats.un.org/sdgs/metadata>
 - Vasa, L., Angeloska, A., & Trendov, N. (2018). Comparative analysis of circular agriculture development in selected Western Balkan countries based on sustainable performance indicators. *Economic Annals-XXI*, 168, 44–47. <https://doi.org/10.21003/ea.V168-09>
 - World Bank. (2021). World Bank. <https://datacatalog.worldbank.org/>
 - Zarbà, C., Chinnici, G., Matarazzo, A., Privitera, D., & Scuderi, A. (2024). The innovative role of blockchain in agri-food systems: A literature analysis. *Food Control*, 164, 110603. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110603>