

# creafuturo

le sfide della ricerca agroalimentare

TESTATA GIORNALISTICA ONLINE DEL CREA, ISCRIZIONE N. 76/2020 AL REGISTRO STAMPA DEL TRIBUNALE DI ROMA DEL 29/7/2020

34



57



29



47



93



## Energia: Luce Verde

37



# Indice



**Direttrice Responsabile** Cristina Giannetti

**Caporedattrice** Micaela Conterio

**In redazione**

Giuseppina Crisponi, Giulio Viggiani

**Segreteria di redazione** Alexia Giovannetti

**Impaginazione**

Alberto Marchi, Francesco Ambrosini

**Foto** CREA / Adobe Stock

**Registrazione** Testata giornalistica online

del CREA - Tribunale di Roma

Iscrizione n. 76/2020 del 29 luglio 2020

**Informazioni** stampa@crea.gov.it

**Web** www.creafuturo.eu

**Copyright** Tutto il materiale scritto dalla

redazione è disponibile sotto la licenza

Creative Commons Attribuzione

4.0 Internazionale - Non commerciale -

Condividi allo stesso modo: significa che

può essere riprodotto a patto di citare CREA

Futuro, di non usarlo per fini commerciali e

di condividerlo con la stessa licenza. Per

questioni di diritti, non possiamo applicare

questa licenza alle foto.



**Amministrazione e sede legale**

CREA - Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

**Redazione**

CREA - Via Barberini, 36 - 00187 Roma

**N.6 chiuso in redazione** alle ore 20:00

di venerdì 27 Gennaio 2023

- 3** **Emergenza energetica e settore agroalimentare: quali soluzioni?**  
Carlo Gaudio
- 14** **Siccità e Desertificazione: alla Ricerca dell'acqua che non c'è**  
Cristina Giannetti
- 17** **Rinnovabili: la chiave per l'indipendenza energetica**  
Valerio Di Stefano
- 22** **@CREA Energia: sfruttare le biomasse per la transizione energetica**  
Carnevale / Paris / Palma / Vincenti / Gallucci
- 26** **Atlante, l'orzo per il biogas: fast and furious**  
Tondelli / Faccini
- 29** **@CREA biogas con gli scarti zootecnici e agroindustriali**  
Chiariotti / Rossi / Santangelo
- 34** **@CREA Energia (ma anche biochar), con gli scarti di potatura**  
Andrea Copetta
- 37** **@CREA Energia con il digestato. Intervista a Giuseppe Corti**  
Micaela Conterio
- 41** **@CREA Energia con il pioppo/1, l'albero del popolo**  
Nervo / Bergante / Chiarabaglio
- 47** **@CREA Energia con il Pioppo/2: energia pulita da coltivare**  
Chiarabaglio / Bergante
- 51** **@CREA Energia con gli scarti delle potature**  
Bergante / Acampora / Civitaresè
- 57** **Risparmia Energia: anche in serra**  
Marco Fedrizzi
- 61** **#lanostraenergia: il cibo/1**  
Angela Polito
- 66** **#lanostraenergia: il cibo/2 Non è tutta colpa delle calorie**  
Di Stefania Ruggeri
- 69** **#lanostraenergia: il cibo/3 Lo spreco**  
Di Scognamiglio / Rossi
- 73** **Verde urbano e siccità/1: istruzioni per l'uso**  
Giulio Viggiani
- 75** **@CREA Energia con i residui agricoli"**  
Alfano / Pari
- 81** **@CREA Energia con la bioraffineria che valorizza i rifiuti organici**  
Tiziana M.P. Cattaneo
- 89** **@CREA Energia con il verde in città**  
Biocca / Civitaresè / Gallo / Sperandio
- 93** **@CREA Energia con i fondi di caffè**  
Bergonzoli / Del Giudice / Gallucci / Scarfone
- 96** **@CREA Energia con le foreste di olivo del Salento**  
Acampora / Alfano / Bergonzoli / Suardi
- 101** **@CREA Energia dagli alvei fluviali**  
Del Giudice / Santangelo / Acampora / Scarfone
- 106** **@CREA Energia dalle querce**  
Del Giudice / Suardi / Bergonzoli / Scarfone
- 109** **Pioppo versus combustibili fossili**  
Sperandio / Suardi
- 115** **Pioppo ad elevata densità per il pellet**  
Civitaresè / Sperandio / Del Giudice / Suardi
- 120** **@CREA Energia con il Compost, la risorsa di recupero dai mille usi**  
Bergonzoli / Acampora / Scarfone
- 125** **Agrobioenergie: la sfida di Agroener, Special Issue su "Terra è Vita"**  
Francesca Antonucci
- 133** **Rinnovabili: a che punto siamo?**  
Maria Valentina Lasorella
- 138** **Idrogeno: si può fare? Intervista a Giuseppe Corti**  
Micaela Conterio
- 141** **Cosa sono le biomasse? Perché sono importanti per produrre energia?**  
Nicola Pecchioni
- 142** **Energia & co: un'analisi del sentimento nei media**  
Vassallo / Gabrieli

## Emergenza energetica e settore agroalimentare: quali soluzioni?

Di Carlo Gaudio



La situazione generata dalla crisi energetica del gas a seguito delle sanzioni imposte dall'Unione Europea (UE) alla Russia – a causa della guerra scatenata in Ucraina – evolve con cadenza quasi quotidiana per le fluttuazioni sia dei prezzi, sia degli approvvigionamenti stessi e una delle domande ricorrenti degli ultimi tempi è se l'Italia riuscirà a sostituire completamente le forniture energetiche russe.

Per quanto riguarda il breve termine, il Ministero della Transizione Ecologica ha varato un piano strategico nazionale. Inoltre, il 28 settembre scorso il Governo ha comunicato che è stato raggiunto in anticipo l'obiettivo di stoccaggio di gas del 90% (equivalente a circa 10,8 Mld di m<sup>3</sup>) grazie anche a Snam e al supporto di GSE e Arera.

In tutti gli [scenari possibili](#), comunque, i consumi nazionali andranno necessariamente ridotti. Prima ancora della messa in atto del piano, gli italiani hanno già risparmiato circa il 5% a causa del caro bollette, ma, per poter superare l'inverno, è necessario almeno arrivare al 10% di risparmio sui consumi, come richiesto dal piano del Governo. A queste condizioni, immaginando, inoltre, la chiusura totale delle forniture dalla Russia, tutte quelle provenienti dalla Norvegia sarebbero convogliate verso la Germania più bisognosa, privando l'Italia di un ulteriore condotto. Dunque, si arriverebbe a marzo 2023 a quasi zero scorte, intaccando anche

quelle strategiche, senza prendere in considerazione uno scenario estremo di inverno rigido. Quello che è sicuro è che, indipendentemente da come andrà l'inverno, con le scorte azzerate e il gas russo chiuso in tutta Europa, l'Italia dovrà invertire rotta per il futuro e trovare un rimedio alla dipendenza dal gas.

## Consumi energetici nel comparto agricolo ed agroindustriale

**Il settore agricolo e agroindustriale consuma in Italia il 13% circa dell'energia totale, significativamente meno che nell'Unione Europea (26% dei consumi finali – Fonte ENEA).**

Il sistema agroalimentare comprende un insieme complesso di attività ed un numero elevato di soggetti economici afferenti, riuniti in tre grandi comparti: l'agricoltura (produzione primaria che fornisce le materie prime), l'industria agroalimentare di trasformazione (produzione secondaria) e la rete di distribuzione dei prodotti alimentari (che comprende il commercio all'ingrosso, al dettaglio e alla ristorazione). I beni alimentari rappresentano il settore più importante dell'industria manifatturiera della UE, con una presenza di piccole e medie imprese di oltre il 90% e soltanto l'1% di grandi imprese.

Il nostro sistema agroalimentare produce circa 5 Mld di tonnellate (T) l'anno di prodotti alimentari, di cui 2,4 Mld di frutta e verdura. I consumi diretti di energia includono i combustibili per trattori, serre e i trasporti, mentre tra i consumi indiretti ci sono quelli che derivano da fitosanitari, fertilizzanti e impiego di materiali come la plastica (4,7 Mtep).

Il comparto alimentare richiede ingenti quantità di energia (soprattutto sotto forma di calore ed energia elettrica) per i processi di produzione, trasformazione, conservazione dei prodotti di origine animale e vegetale, funzionamento delle macchine e climatizzazione degli ambienti produttivi e di lavoro (8,6 Mtep). Si tratta di una bolletta energetica consistente, nonostante il contenimento dei consumi energetici, grazie sia alle nuove tecnologie (anche 4.0) che ottimizzano l'impiego dei fattori della produzione sia all'impegno degli agricoltori per una maggiore sostenibilità delle produzioni. Non va dimenticato che, a migliorare il bilancio energetico della filiera, ci sono gli investimenti nell'economia circolare con la produzione di bioenergie: dal fotovoltaico sui tetti di stalle e sui capannoni rurali fino alla valorizzazione dei reflui degli allevamenti con il biogas ed il biometano, comparto che va adeguatamente sostenuto.

## Le fonti energetiche in Italia

Negli ultimi 150 anni l'uomo ha fatto un uso massiccio di carbone, petrolio e altri combustibili fossili per avere l'energia necessaria ad accendere una lampadina, far funzionare veicoli o mettere in moto una fabbrica. I combustibili fossili sono praticamente alla base di qualsiasi aspetto della nostra vita e, di conseguenza, l'emissione di gas serra provocata dalla loro combustione ha raggiunto livelli storicamente insuperati. A queste fonti fossili vanno aggiunte quelle di energia rinnovabile, si tratta di 1.211 MW di nuova potenza installata nel primo semestre 2022, (+168% rispetto allo stesso periodo del 2021), così suddivisa: 1.061 MW per il fotovoltaico (+193%), 123 MW per l'eolico (+66%) e 27 MW per l'idroelettrico (+72%).

Attualmente in Italia le fonti energetiche utilizzate si concentrano

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Idraulica	58,5	45,5	42,4	36,2	48,8	46,3	47,6	44,7
Eolica	15,2	14,8	17,7	17,7	17,7	20,2	18,8	20,8
Solare	22,3	22,9	22,1	24,4	22,7	23,7	24,9	25,0
Geotermica	5,9	6,2	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9
Bioenergie (**)	18,7	19,4	19,5	19,4	19,2	19,6	19,6	18,3
<b>Totale FER</b>	<b>120,7</b>	<b>108,9</b>	<b>108,0</b>	<b>103,9</b>	<b>114,4</b>	<b>115,8</b>	<b>116,9</b>	<b>114,7</b>
CIL - Consumo Interno Lordo (***)	321,8	327,9	325,0	331,8	331,9	330,2	310,8	327,5
<b>FER/CIL</b>	<b>37,5%</b>	<b>33,2%</b>	<b>33,2%</b>	<b>31,3%</b>	<b>34,5%</b>	<b>35,1%</b>	<b>37,6%</b>	<b>35,0%</b>

(\*) Dati preliminari

(\*\*) Biomasse solide, bioliquidi, biogas e frazione rinnovabile dei rifiuti

(\*\*\*) Il CIL è pari alla produzione lorda di energia elettrica più il saldo scambi con l'estero ed è qui considerato al netto degli apporti da pompaggio. Per l'energia elettrica, tale grandezza corrisponde alla disponibilità lorda.

Fonte: TERNA, GSE

sull'utilizzo dei derivati dal petrolio (55,3 Mln di T), del gas naturale (73 – 76 Mld di mc<sup>3</sup> di gas all'anno 2018-2021) ed in minima parte del carbone (nel 2021 l'Italia ha prodotto circa 14 Terawattora -TWh- di carbone, pari al 4,3% del fabbisogno elettrico italiano, un valore che rappresenta circa il 4,9% della produzione totale netta di energia elettrica italiana), con tutti i conseguenti problemi di inquinamento ambientale.

## Energie rinnovabili

A rigor di termini, per energia rinnovabile si intende esattamente quello che il suo stesso nome dichiara: è definibile come perpetuamente disponibile ovvero, secondo l'Amministrazione delle Informazioni Energetiche, è un'energia "virtualmente inesauribile". Ma "rinnovabile" non significa necessariamente sostenibile, come ritengono coloro che si oppongono all'impiego dell'etanolo derivato dal mais o alle grandi dighe idroelettriche. Non include, inoltre, altre fonti di energie a basse o zero emissioni che hanno sostenitori propri, come l'energia nucleare.

## Energia solare

L'energia fotovoltaica consente di trasformare l'energia radiante del sole in energia elettrica. L'energia termica solare viene utilizzata in tutto il mondo per produrre acqua calda, riscaldamento e aria condizionata.

**Nel settore agricolo, poiché il maggiore fabbisogno idrico si ha proprio in corrispondenza dei mesi di massima intensità della radiazione solare, (anche per pompaggio dell'acqua a scopi irrigui e/o di abbeveraggio in corrente alternata), l'utilizzazione dell'energia solare per il sollevamento dell'acqua a scopi irrigui è stata ed è oggetto di numerose ricerche ed applicazioni industriali. La conversione fotovoltaica dell'energia solare è la tecnologia che, ad oggi, offre più di ogni altra risultati concreti e prospettive di sviluppo. L'aspetto interessante di questo settore è che l'energia solare, viene direttamente trasformata in energia elettrica senza l'intervento di parti meccaniche in movimento e che il dispositivo ha un elevato grado di affidabilità.**

Dai tetti domestici fino a grandi impianti solari, l'energia solare sta riconfigurando i mercati dell'energia di tutto il mondo. Nel decennio che va dal 2007 al 2017 la capacità di energia installata totale proveniente da pannelli fotovoltaici è aumentata fino a un incredibile 4.300 per cento. Cina, Giappone e USA sono in testa nella conversione di energia solare.

**Grazie al 2022 record, l'anno della crisi energetica internazionale, la capacità cumulata del fotovoltaico in Europa è cresciuta del 25% in appena 12 mesi, passando da 167,5 GW a 208,9 GW (Fonte Solar Power Europe).**

## Agrivoltaico

Ben si inserisce l'integrazione del fotovoltaico nell'attività agricola (agrivoltaico), con installazioni, che permettono di continuare le colture agricole o l'allevamento e che prevedono un ruolo per gli agricoltori, che vanno ad integrare il reddito aziendale e a prevenire l'abbandono dell'attività produttiva. **Un modello che, anziché sostituire, integri la generazione fotovoltaica nella organizzazione di un'azienda agricola, in cui la produzione elettrica, la manutenzione del suolo e della vegetazione risulti integrata e concorrente al raggiungimento degli obiettivi produttivi – economici e ambientali – del proprietario/gestore dei terreni.**

Nella transizione energetica che si auspica, entro il 2030 il Piano nazionale per l'energia e clima (PNIEC), conservativamente, ipotizza una crescita di 3,5 volte del fotovoltaico, che rappresenta la fonte soggetta a maggiori potenziali di incremento, con la realizzazione di nuove superfici di pannelli per una potenza di oltre

75 GWp. Per il fotovoltaico, un fattore limitante delle installazioni è dunque, oggi, la disponibilità di superfici e tutti gli operatori "energetici" e i politici sanno che gli ambiziosi obiettivi del PNIEC non si potranno raggiungere senza una consistente quota di nuova potenza fotovoltaica costruita su terreni agricoli.

**Il Piano Strategico Nazionale (PSN)** – ovvero lo strumento nazionale di programmazione a cui la riforma della PAC 2020-2027 assegna il ruolo di definire gli obiettivi e le linee di finanziamento e incentivazione – **sviluppa canali preferenziali di sostegno agli investimenti agroecologici aziendali fra cui quelli che contemplano l'integrazione agrivoltaica attraverso le misure di secondo pilastro (i finanziamenti per lo sviluppo rurale)**, specialmente per le piccole aziende, abbinandole alle misure per la conservazione e il ripristino di ecosistemi naturali o seminaturali in ambito aziendale.

Si parla di un "agrivoltaico agroecologico" in cui l'azienda agricola utilizza le installazioni fotovoltaiche sia come investimenti produttivi, sia come strumenti di gestione territoriale finalizzati a massimizzare – e contestualmente rendere economicamente sostenibili – le funzioni che presidiano alla produzione di utilità pubbliche riconosciute (ad esempio dalla programmazione PAC) e benefici ecologici che avvantaggino la stessa conduzione agricola aziendale, in ottica di miglioramento anche qualitativo delle sue produzioni.

L'applicazione fotovoltaica a sistemi di coltivazione di foraggi, nella prospettiva della nuova riforma PAC, deve poter consentire un più coerente utilizzo delle risorse derivanti dagli aiuti comunitari, al fine di rendere sostenibili e di stabilizzare gli investimenti per assicurare l'adesione alla condizionalità rafforzata e agli ecoschemi, condizione tanto più necessaria, anche in ottica di mitigazione, in un comparto che è ritenuto responsabile di significativi impatti ambientali.

L'integrazione agrivoltaica, inoltre, può rivelarsi alleata nei processi di innovazione aziendale volti a cogliere le opportunità delle tecniche agricole conservative, dell'agricoltura di precisione, della conversione a biologico e dell'adesione a disciplinari di qualità (es. latte fieno, razze autoctone, denominazioni d'origine, ecc.), che incontrano crescente interesse da parte del mercato e dei consumatori. Nelle regioni a maggiore ed eccessiva intensità zootecnica, l'agrivoltaico sviluppato con approccio agroecologico può così favorire l'orientamento produttivo alla qualità del prodotto e al miglioramento ecologico del paesaggio agrario.



## Energia eolica

Il generatore eolico è il dispositivo che consente di trasformare l'energia ricavata dal vento in energia meccanica attraverso la rotazione delle pale eoliche e poi, per mezzo di un generatore elettrico ad esse collegato in energia elettrica che può essere immessa nella rete.



Lo sfruttamento del vento come fonte di energia è iniziato più di 7.000 anni fa. Oggi, la generazione di elettricità con turbine eoliche sta proliferando in tutto il pianeta e Cina, U.S.A. e Germania sono i principali produttori di energia eolica. Anche se la maggior parte dell'energia eolica proviene da turbine situate sulla terraferma, stanno cominciando ad apparire anche impianti situati in mare (*off shore*), in particolare nel Regno Unito e in Germania.



Si potrebbe mettere in discussione l'interferenza delle turbine eoliche a livello paesaggistico o il rumore che producono, ma l'energia eolica, i cui prezzi si stanno riducendo, sta dimostrando di essere una risorsa troppo preziosa per rinunciarvi.

**Un sistema dove il generatore eolico è integrato con un sistema fotovoltaico può provvedere al fabbisogno dell'azienda agraria, particolarmente in periodi di bassa o assente insolazione.**

## Pila a combustibile (fuel cell)

Una pila a combustibile, detta anche cella a combustibile (*fuel cell*) è un dispositivo elettrochimico in grado di convertire direttamente l'energia chimica in energia elettrica tramite un processo a temperatura costante in cui l'idrogeno viene combinato con l'ossigeno per formare acqua.

In tempi più recenti si sono avuti ulteriori sviluppi tecnologici, prima negli anni Settanta, a seguito dei programmi spaziali che hanno selezionato le celle a combustibile quali sistemi preferenziali per l'alimentazione elettrica a bordo di importanti missioni, come i programmi Gemini e Apollo e, più recentemente, in relazione alle loro potenzialità nel rinnovamento energetico (ciclo di idrogeno) e nel trasporto ecosostenibile (veicoli elettrici).

## L'idrogeno

L'idrogeno è l'elemento più abbondante nell'universo, ma allo stato puro non è disponibile nel nostro pianeta. La maggior parte dell'idrogeno "conveniente" può essere estratto da altre sostanze con procedure chimiche ed elettrolitiche, oppure può essere prodotto da altri combustibili, utilizzando sostanze ad elevato contenuto

energetico, come i combustibili fossili (reforming del metano e carbone), ma questi metodi, oltre ad esaurire risorse non rinnovabili, generano CO<sub>2</sub> in quantità maggiori rispetto a quelli convenzionali. L'idrogeno può essere prodotto anche con l'elettrolisi dell'acqua, impiegando notevoli quantità di energia elettrica prodotta da grandi impianti fotovoltaici.

L'idrogeno può essere usato come materia prima, combustibile, vettore o accumulatore di energia rinnovabile, in grado di assorbire le fluttuazioni di alimentazione elettrica da fonti come la cella fotovoltaica e/o turbine eoliche e può anche essere utilizzato in dispositivi ad alta efficienza energetica, come le turbine ad idrogeno e le celle a combustibile che sono in grado di utilizzare idrogeno producendo energia elettrica con una buona efficienza.

In teoria, l'unica emissione delle celle a idrogeno è acqua pura. Le celle a idrogeno sono più efficienti rispetto al motore a combustione interna, diesel e, in modalità di cogenerazione, (elettricità e calore) gli impianti di celle a combustibile forse raggiungeranno un'efficienza energetica pari all'80-85%. Altre tecnologie innovative, in concorrenza con le pile a combustibile ad idrogeno, dimostrano un'efficienza elettrica al 50%.

**In Europa cresce rapidamente l'interesse per l'idrogeno come soluzione per decarbonizzare i processi industriali e i comparti economici nei quali la riduzione delle emissioni di carbonio è più difficile. Tutto ciò lo rende essenziale per sostenere l'impegno dell'Unione europea di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.**

La visione strategica prevista dal *Green Deal* europeo prospetta la crescita della quota dell'idrogeno nel mix energetico europeo, oggi inferiore al 2%, fino al 13-14% entro il 2050. La priorità dell'UE è sviluppare l'idrogeno rinnovabile, usando principalmente energia eolica e solare. Il percorso individuato prevede entro il 2024 l'installazione di 6 GW di elettrolizzatori per arrivare ad un installato di 40 GW entro il 2030.

**Nel nostro Paese, per avviare lo sviluppo del mercato dell'idrogeno decarbonizzato, si prevede l'installazione di circa 5 GW di capacità di elettrolisi entro il 2030, integrata con le importazioni o con altre forme di idrogeno a basse emissioni di carbonio.** Ciò offrirà una concreta opzione di decarbonizzazione dei processi ai settori della chimica di sintesi e della raffinazione di petrolio che già oggi usano idrogeno ottenuto da fonti fossili. In ambito industriale, numerose sono oggi le sperimentazioni in corso in Europa ed in Italia, sul lato della produzione di idrogeno, dell'utilizzo puro o miscelato e del suo vettoriamento attraverso le reti esistenti.

In Italia, l'uso di idrogeno in ambito industriale è già una realtà: la domanda attuale di Idrogeno è di circa 0,5 Mil T anno. **Esso è principalmente usato nei settori della chimica di sintesi e della raffinazione di petrolio. In entrambi i casi, l'idrogeno è principalmente prodotto in loco nella sua forma "grigia", cioè dal gas naturale,** usando *Steam Methane Reformers* – SMRs. In questo processo il gas naturale, reagendo con vapore acqueo ad alta temperatura, viene separato in idrogeno (H<sub>2</sub>) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

Per produrre un kg di idrogeno servono circa 5 m<sup>3</sup> di gas. Questo processo non è a emissioni zero, le sue emissioni per kg di idrogeno grigio prodotto sono di circa 9 kg CO<sub>2</sub> / kg H<sub>2</sub>. Nel settore della chimica di sintesi l'idrogeno viene impiegato come materia prima nella produzione di prodotti chimici di base, in particolare per la produzione di ammoniaca e di fertilizzanti azotati e in quella di metanolo: in tale settore oggi si utilizzano circa 200 milioni di metri cubi di gas per la produzione di idrogeno.

L'interesse per uno sviluppo accelerato dell'idrogeno è rimarcato anche nel PNRR dove sono complessivamente 3.64 Mld € i fondi previsti nella misura e dedicati esplicitamente allo sviluppo di progettualità legate all'idrogeno.

## Energia da biomassa

Il termine biomassa letteralmente significa 'massa vivente' ed è stato inizialmente usato per indicare l'insieme degli organismi che vivono in un ecosistema. Recentemente il termine è stato usato per indicare i materiali organici residui da attività agricole o appositamente prodotti e i rifiuti urbani che, per il loro contenuto energetico, possono essere usati direttamente come fonte di energia o indirettamente attraverso processi biotecnologici.

La biomassa è l'unica fonte di energia rinnovabile che può essere convertita in energia per "combustione diretta".

È una fonte rinnovabile, ma può esaurirsi causa un eccessivo sfruttamento da parte dell'uomo tanto che troppo spesso non costituisce più una risorsa rinnovabile.

In uno studio commissionato dalle Nazioni Unite per la conferenza sull'ambiente e lo sviluppo di Rio del 1992, si valutò che, investendo risorse adeguate, le biomasse avrebbero potuto fornire entro la metà del XXI secolo il 55% dell'energia attualmente consumata. Tale obiettivo implicava, però, una disponibilità tutt'altro che assicurata di terreni, fertilizzanti ed acqua per irrigazione. I concreti programmi posti in atto per un intensivo sfruttamento delle biomasse non hanno d'altro canto dato i risultati sperati.

Si è messa in evidenza, soprattutto nei Paesi in via di sviluppo, una tendenza che pesa assai negativamente sulla **risorsa 'biomasse': il fatto è che troppo spesso essa non costituisce più una risorsa rinnovabile, per il ritmo eccessivo con cui l'ambiente che la produce viene sfruttato.**

In molte parti del mondo, la legna da ardere diviene una risorsa sempre più scarsa via via che la popolazione cresce e trasforma le foreste in terre agricole e gli alberi superstiti vengono bruciati come combustibile. La penuria di combustibile fa sì che i residui dei raccolti ed il letame animale, che altrove fornisce un valido fertilizzante, vengano bruciati nei fornelli (*Martignetti, 2005*).

Si può prevedere che alle biomasse spetti in un futuro energetico 'ecologicamente guidato' un ruolo certamente importante, a patto però di restituire loro il carattere di fonte realmente rinnovabile, attraverso un uso corretto della forestazione produttiva tradizionale, il sistematico sfruttamento degli scarti della produzione agricola, la promozione di nuove tecniche colturali. Sempre più spesso, con l'impiego di macchinari potenti, le foreste vengono rase al suolo per ricavarne terreni agricoli, riducendo drasticamente la quantità di combustibile e di energia offerti da queste "riserve naturali".

L'energia proveniente da biomassa include bio-combustibili quali etanolo e biodiesel, legno e scarti di falegnameria, biogas da discariche e rifiuti solidi urbani. Come avviene per l'energia solare, la biomassa è una fonte di energia flessibile, in grado di fornire carburante per veicoli, riscaldamenti domestici e di produrre elettricità.

## Biogas e Biometano

Il biogas è prodotto dalla fermentazione anaerobica di sostanze organiche all'interno di un fermentatore a tenuta stagna. Questo processo trasforma i materiali organici in biogas utilizzando un processo biologico complesso a circa 38-55 °C.

Più della metà del gas risultante da questo processo è costituito da metano (CH<sub>4</sub>), mentre il resto è anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).



Lo sviluppo di tecnologie legate alla produzione ed all'utilizzo del biogas è stato un elemento importante a fornire un contributo concreto al raggiungimento degli obiettivi posti a livello Europeo dalla Direttiva 2009/28/CE e dal Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione delle energie da fonti rinnovabili per il 2020.



**Ad oggi il biogas è utilizzato prevalentemente per combustione diretta in caldaia con produzione di energia termica, in motori a combustione interna (ICE) per la produzione di energia elettrica e, soprattutto, in sistemi di cogenerazione per la produzione combinata di energia termica ed elettrica (CHP).** Un'alternativa

interessante è quella della valorizzazione del biogas, trasformandolo con un processo di "upgrading" in un gas assimilabile al gas naturale (biometano), che può essere utilizzato per autotrazione o può essere immesso nella rete di distribuzione del gas.

Legato alla filiera energetica del biogas vi è, dunque, lo sviluppo di tecnologie, che consentano di raffinare il biogas prodotto localmente, rimuovendo cioè i contaminanti presenti e l'elevato contenuto di CO<sub>2</sub> (35-45%) ed aumentare così il potere calorifico.

Ad aprile 2022 sono operativi e/o in fase di avvio 30 impianti per circa 284 milioni di Sm<sup>3</sup> (*Fonte Consorzio Italiano Biogas – CIB*). **La produzione di biometano da filiera agricola, sfruttando gli scarti agricoli e i reflui zootecnici, consente da un lato di contenere le emissioni del settore agricolo, dall'altro di aumentare anche la capacità del suolo di stoccare anidride carbonica.**

**Sottoprodotto della produzione di biogas sono i digestati (solido e liquido), che possono essere a loro volta utilizzati come fertilizzante.**

Particolarmente interessante è la **produzione di biometano da rifiuti organici urbani (FORSU)**. Tale filiera consente di valorizzare la frazione organica dei rifiuti, ottenendo da essi da un lato una **forma di energia rinnovabile e dall'altro di utilizzare la CO<sub>2</sub> prodotta dalla depurazione del biogas per usi industriali, ad esempio nell'industria alimentare (che oggi è costretta ad importarla)**. Ad oggi, gli impianti di biometano da FORSU attivi sono 27, di cui 23 direttamente allacciati a rete SRG e 4 su rete di distribuzione.

I biocombustibili possono aumentare il reddito delle aziende agrarie e contribuire allo sviluppo rurale. Aree rurali svantaggiate potrebbero subire una riqualificazione in seguito allo sviluppo della produzione di biogas. **I biocombustibili possono contribuire alla riduzione delle emissioni di carbonio, tuttavia, le emissioni di gas serra derivanti dalla loro produzione rappresentano una problematica chiave che richiede molta attenzione**, poiché derivano da ogni singolo passaggio del processo produttivo (produzione trasporto e conversione della biomassa, distribuzione ed uso degli stessi). Recentemente alcuni studi hanno evidenziato come la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> potrebbe risultare inferiore alle aspettative considerando i costi energetici derivanti dalla gestione agronomica delle biomasse dedicate (se non sono scarti).

## Energia idroelettrica

Per secoli, si è sfruttata l'energia ricavata dallo scorrere dei fiumi, con il ricorso a dighe di controllo del flusso dell'acqua.

**Ad oggi l'energia idroelettrica rimane in assoluto la maggiore fonte di energia rinnovabile, i cui maggiori produttori sono Cina, Brasile, Canada, Stati Uniti e Russia.** L'energia idroelettrica in teoria è una fonte di energia pulita, ripristinabile con pioggia e neve, ma ha anche vari svantaggi.

Le grandi dighe possono distruggere gli ecosistemi fluviali e le comunità circostanti, provocando danni alla fauna e lo spostamento delle popolazioni che vi risiedono.

La generazione di corrente idroelettrica è soggetta alla formazione di fanghi che possono comprometterne la capacità e danneggiarne gli impianti.

L'energia idroelettrica, nella piena capacità, comporta egualmente problemi di emissioni sotto forma di metano che scaturisce dalla decomposizione di materiali organici all'interno dei bacini idrici.

**Le dighe non sono l'unico metodo di utilizzare l'acqua per l'energia: in tutto il mondo esistono progetti basati sui cicli delle maree che mirano a**

**catturare i ritmi naturali dell'oceano.** Si stima che i progetti di energia

marittima attualmente generino 500 MW di potenza, meno dell'uno per cento di tutte le energie rinnovabili, ma il potenziale è infinitamente superiore.



## Energia geotermica

Utilizzata per millenni in alcuni paesi per la cucina e per il riscaldamento, l'energia geotermica viene ricavata dal calore interno della Terra. In grande scala, i bacini sotterranei di vapore e acqua calda possono essere sfruttati attraverso pozzi che possono inoltrarsi per un chilometro od oltre per generare elettricità. Su scala più ridotta, alcuni edifici dispongono di pompe di calore geotermiche che sfruttano le differenze di temperatura situate vari metri sotto la superficie terrestre per riscaldamento e raffreddamento. **Contrariamente all'energia solare e a quella eolica, l'energia geotermica è sempre disponibile, ma ha effetti collaterali che vanno gestiti, come l'odore di uova marce che accompagna lo sfiato di idrogeno nell'aria aperta.**

## Diffusione in Italia delle fonti di energia rinnovabile

Relativamente alle fonti di energia rinnovabile (FER), nel 2021 queste hanno trovato ampia diffusione in Italia sia per la produzione di energia elettrica, sia per la produzione di calore, sia in forma di biocarburanti; **complessivamente, l'incidenza delle FER sui consumi finali lordi è stimata intorno al 19%**. Nel settore elettrico è stato registrato un significativo calo della fonte idroelettrica (-5,9% rispetto al 2020, principalmente a causa della diminuzione delle precipitazioni), che ha comunque contribuito alla produzione totale per il 15,7%. Sostenuto incremento, invece, per la fonte eolica (+10,8%); questa e la fonte fotovoltaica hanno raggiunto insieme la copertura del 16,1% della produzione lorda; il restante 8,5% è stato ottenuto da geotermico e bioenergie. Nel complesso, l'incidenza della quota FER sul Consumo Interno Lordo di energia elettrica (CIL) è scesa dal 37,6% al 35,0%. Nel settore termico, invece, i consumi di energia da FER sono aumentati del 5% circa rispetto al 2020, principalmente per il maggiore impiego di biomasse solide (legna da ardere, pellet: il 2021 è stato un anno mediamente più freddo del precedente). Nel settore dei trasporti, infine, è stato registrato un incremento dell'immissione in consumo di biocarburanti rispetto all'anno precedente pari a 15%.

Il sistema italiano di incentivazione delle energie rinnovabili, in particolare nel settore elettrico, ha giocato un ruolo determinante nell'ultimo decennio per la diffusione degli impianti sul territorio e per il raggiungimento di alti livelli di penetrazione delle rinnovabili nel settore elettrico. **A fine 2021 il totale degli impianti di generazione elettrica da fonti rinnovabili incentivati ha raggiunto il milione di unità, per una potenza di circa 38 GW e un'energia rinnovabile incentivata di 65 TWh.**

Per quanto riguarda l'efficienza energetica, i risparmi energetici conseguiti nel precedente ciclo di obiettivi 2014-2020 sono stati pari a un risparmio cumulato di 23.241 ktep, pari al 91% dell'obbligo stabilito dall'art. 7 della Direttiva Efficienza Energetica. Nel corso del 2021 il quadro delle politiche Comunitarie è cambiato rapidamente, stabilendo ambiziose tabelle di marcia verso l'appuntamento intermedio del 2030, in vista della neutralità climatica del 2050. L'Italia sta provvedendo ad una riformulazione delle proprie strategie e dei propri obiettivi sul risparmio energetico, adattando le proprie potenzialità ai profili del mutato scenario. Nel contesto di decarbonizzazione dell'energia, si segnala l'utilizzo della rete gas come vettore di energia rinnovabile, per mezzo di crescenti iniezioni di biometano. Si evidenzia anche la crescita del gas naturale liquido (GNL) come carburante nei trasporti pesanti che nel 2021 è stata pari a circa 230 milioni di metri cubi (+66 Mln m<sup>3</sup> rispetto al 2020).

## La ricerca CREA può fornire soluzioni

Nel 2016 il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali ha finanziato al CREA, con il coordinamento del Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari un progetto strategico denominato AGROENER.

L'obiettivo generale del progetto fa riferimento alla crescente necessità dell'Europa di ridurre la dipendenza da fonti fossili, di contribuire alla mitigazione dell'effetto dei gas climalteranti e di incentivare l'impiego delle materie prime rinnovabili. Tale approccio metodologico richiede l'individuazione di soluzioni di prodotto e di processo innovative, efficienti e ambientalmente sostenibili. Le priorità di ricerca del progetto hanno interessato: la tipologia di materia prima, il miglioramento delle tecnologie con- l'ottimizzazione dei processi di trasformazione (biogas, energia termica, energia elettrica); l'efficienza nell'uso dell'energia sia da parte delle macchine (anche attraverso l'uso di carburanti alternativi autoprodotti da rinnovabili) sia delle strutture (soprattutto quelle particolarmente energivore, come ad esempio le colture protette). Il progetto ha voluto sviluppare nuove conoscenze scientifiche e applicative e trasferirle al comparto agricolo, prevedendo un'interazione con gli attori del sistema sia per stimolare approfondimenti specifici sia per offrire spazi e ambiti formativi, dimostrativi e divulgativi.

Le fonti energetiche rinnovabili svolgono un ruolo di primo piano nell'ambito del sistema energetico italiano, essendo già maturata una esperienza ultradecennale di sostegno pubblico. Quanto ai target 2030, il quadro normativo, sia a livello comunitario che nazionale, è in piena evoluzione. La "legge europea sul clima" ha delineato un più ambizioso obiettivo di riduzione delle emissioni di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. E' dunque in corso una revisione al rialzo degli obiettivi in materia di riduzione di emissioni, energie rinnovabili e di efficienza energetica, già fissati nel 2018 dal *Clean energy package*.

Appare opportuno evidenziare che, tra le sei grandi aree di intervento dei Piani nazionali di ripresa e resilienza (PNRR), figura in primis la transizione verde. Così, i cospicui investimenti contenuti nel PNRR per accelerare e potenziare la produzione di energia elettrica da FER e lo sviluppo dell'idrogeno sono già "tarati" su obiettivi più ambiziosi di quelli delineati per il 2030 dal PNIEC.

Nel nostro Paese sono presenti almeno 1,35 milioni di impianti da fonti rinnovabili, distribuiti in tutti i Comuni italiani per una potenza complessiva di 60 GW. Parliamo di circa 7.127 Comuni in cui è presente almeno un impianto solare termico, di 7.855 Comuni in cui sono presenti impianti solari fotovoltaici, di 1.054 Comuni in cui è presente almeno un impianto eolico. Ma anche di 1.523 Comuni in cui è presente almeno un impianto idroelettrico, a cui si aggiungono i 4.101 delle bioenergie e 942 Comuni della geotermia (*Fonte Legambiente*). Numeri, sicuramente importanti, ma che appartengono nei fatti, ancora, ad un'eredità del passato, insufficienti ad affrontare le sfide che abbiamo davanti. Numeri che rischiano di farci raggiungere l'obiettivo di 70 GW previsto al 2030, prendendo la media di installazione, tra solare ed eolico, degli ultimi tre anni – pari a circa 489 MW – tra 143 anni!

Tra i principali vantaggi per il sistema Paese, ci sono quelli ambientali nella lotta contro l'emergenza climatica e nella riduzione degli inquinanti atmosferici, favorendo il processo di decarbonizzazione nei settori termico e dei trasporti. Un potenziale, che se sfruttato permetterebbe investimenti in fonti rinnovabili stimati in 13,4 Mld di euro nel periodo, con ricadute economiche sulle imprese italiane attive lungo la filiera pari a circa 2,2 Mld di euro, senza dimenticare un incremento del gettito fiscale stimato in circa 1,1 Mld di euro, la nascita di 19mila nuovi posti di lavoro e 47 Mil T di CO<sub>2</sub> evitate in atmosfera (*Fonte Legambiente*).

Una maggiore attenzione verso una reale gestione sostenibile dell'agricoltura ai fini della diminuzione dei costi energetici e degli impatti ambientali e l'introduzione di innovazione tecnologica si pongono ormai come strategie prioritarie per il sistema agricolo-alimentare.

Bisogna perciò realizzare la più ampia collaborazione tra istituzioni, agenzie, mondo scientifico e consumatori per rendere il sistema agricolo-alimentare meno energeticamente intensivo e più sostenibile riguardo le risorse naturali di energia, aria, acqua e suolo, conservando – grazie alla ricerca ed all'innovazione – il suo pieno potenziale produttivo.

# INVITO ALLA LETTURA

## Siccità e Desertificazione: alla Ricerca dell'acqua che non c'è

Di Cristina Giannetti



È tutta una questione di **Energia**: animali e piante; terra, sole, acqua e vento; esseri umani e macchine.

La vita esiste grazie a questa forza che tutto alimenta e che la nostra società ed il nostro modello di consumo hanno sempre potuto dare per scontata. La guerra in Ucraina – preceduta dalla pandemia e dai primi effetti evidenti dei cambiamenti climatici – ci ha tolto le nostre confortevoli certezze, costringendoci, qui ed ora, a colpi di bollette lievitate a dismisura, a lasciare il “porto” non più sicuro dei combustibili fossili, per spingerci nel mare aperto delle rinnovabili.

E' la finalissima – quella che abbiamo appena iniziato a giocare nel campo dell'Energia – che non possiamo permetterci di perdere. E nemmeno di pareggiare: o si vince o si va a casa. Le Istituzioni, tra *Green Deal*, transizione ecologica e PNRR si stanno già attivamente impegnando, ma la maglia numero 10 la veste soprattutto la Ricerca, che deve creare l'azione per segnare il goal decisivo di una energia sufficiente a far funzionar tutto e sicura per l'ambiente e per la salute.

Resterete stupiti in questo numero – dedicato proprio all'Energia – dalle numerose possibilità in tal senso su cui i ricercatori del CREA stanno lavorando.

L'[editoriale](#) del Presidente Carlo Gaudio offre, come di consueto, una disamina esaustiva e documentata della problematica, dai dati dell'attualità alle soluzioni prospettate dalla ricerca, soprattutto quella CREA, naturalmente. E qui, fa certamente la parte del leone per "[CREA al Centro](#)", il [CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari](#), quello, tra i 12 Centri CREA, maggiormente vocato all'efficiamento energetico: dalle macchine agli impianti, dalle colture al recupero degli scarti fino alle filiere innovative. Basterà leggere l'articolo relativo al progetto [AGROENER](#), finanziato dal MASAF e coordinato dal Centro, per comprendere la molteplicità degli ambiti di ricerca, delle attività in corso e delle innovazioni testate.



I numeri sulle [rinnovabili](#) in Italia non lasciano margine di incertezza sulla direzione da intraprendere. In verità, è da tempo che è cambiato l'approccio e, in un'ottica di economia circolare, si cerca di trasformare ciò che era considerato uno [scarto](#) del processo produttivo in un sottoprodotto in grado di produrre energia, riducendone così, al tempo stesso, il volume e il relativo impatto ambientale.

Largo quindi a scarti di ogni tipo, nobilitati, grazie anche alla ricerca CREA, a biomassa da cui trarre energia pulita e conveniente: dai residui agricoli in [campo](#) e in [serra](#) a quelli derivati dalla potatura dei [noccioli](#), degli [olivi](#) e del [verde urbano](#) fino ai [reflui zootecnici](#), utilizzati per produrre biogas e metano. Se ormai sono note le potenzialità energetiche dei rifiuti, se opportunamente trattati – come nel caso che vi presentiamo della [bioraffineria integrata](#) –, incredibilmente sorprendenti sono quelle dei [fondi di caffè](#) che, nella patria dell'espresso e del cappuccino, acquisiscono una rilevanza tutta particolare. Ma, con le adeguate soluzioni logistiche e tecnologiche, biomasse a scopi energetici si possono ottenere anche in luoghi inattesi, per esempio, nell'[alveo dei fiumi](#) e dai [boschi cedui di querce dell'Italia Centrale](#). E sempre dagli scarti nascono due risorse preziose per l'agricoltura e per il suolo come il [compost](#) e il [digestato](#), divenute ancora più strategiche con il rincaro dei fertilizzanti conseguito al conflitto russo-ucraino.

Sulla spinta della crisi energetica, grazie a nuove varietà, nuovi metodi di coltivazione, di raccolta e di trattamento, stanno tornando in auge le colture energetiche. [Atlante](#), per esempio, è un orzo ultra-precocce, appositamente pensato e messo a punto dal CREA per fare biogas, in un sistema di doppia coltura, massimizzando la resa, in Italia, è di gran lunga, la prima tra le varietà di cereali a paglia per il biogas. Ma è il pioppo – l'[albero del popolo](#), come lo chiamavano gli antichi romani – il re delle colture energetiche: i ricercatori lo hanno messo alla prova per la produzione di [pellet](#) e hanno confrontato le sue rese con quelle dei [combustibili fossili](#), sulla base di diversi scenari di cicli di taglio e di meccanizzazione della raccolta. Una performance che, con il [clone giusto e la certificazione](#), può ulteriormente migliorare sotto il profilo energetico, idrico e ambientale.

Prima che produrla, però, l'energia la si può ottimizzare: per esempio, in una struttura tradizionalmente energivora come la serra, sostituire un impianto tradizionale, basato su un



sistema di riscaldamento ad aria, con un impianto di riscaldamento basale collegato ad una [pompa di calore](#), evidenzia un interessante risparmio energetico, che non intacca il livello delle produzioni agricole, rimasto quantitativamente e qualitativamente simile a quello ottenuto con i sistemi di riscaldamento convenzionali.

Anche noi esseri umani funzioniamo grazie all'energia: il nostro carburante è il [cibo](#), che troppo spesso misuriamo (sbagliando) solo in [calorie](#) e che [sprechiamo](#) con leggerezza, danneggiando la nostra salute e l'ambiente in cui il cibo viene prodotto.

E ancora, le nostre rubriche.

[CREAIncontra](#) ha chiesto al Senatore Luca De Carlo, Presidente della 9ª Commissione permanente (Industria, commercio, turismo, agricoltura e produzione agroalimentare) del Senato di raccontare la partita dell'energia in Italia, spiegando l'impegno delle Istituzioni, il ruolo delle agroenergie e il contributo del CREA.

Il podcast "[Storie di Ricerca](#)" è incentrato sull'agrifotovoltaico, di cui analizziamo caratteristiche e prospettive, con l'impegno di farne una nuova ed importante realtà dell'agricoltura italiana.

In "[Uno sguardo al Futuro](#)", capiremo se l'idrogeno di cui si parla tanto in chiave futuribile, possa rappresentare una opzione da perseguire concretamente.

["Chiedilo al CREA"](#) risponde alla lettrice che vorrebbe sapere cosa sono le biomasse – parola ricorrente in tanti articoli di questo numero – e perché sono importanti per produrre energia.

["CREA per la scuola"](#) guarda alla necessità di sensibilizzare i ragazzi sulla transizione ecologica (che si accompagna a quella energetica) con "[La nostra Terra!](#)", la web fiction CREA, realizzata con gli alunni dell'ITA E. Sereni di Roma e lanciata recentemente su [Rai Scuola Web](#).

Per "[Presi nella rete](#)", il consueto appuntamento con la Rete Rurale, siamo andati alle origini delle politiche agrarie, facendoci raccontare lo stato dell'arte delle Rinnovabili secondo l'Annuario, lo studio realizzato da 75 anni dal CREA Politiche e Bioeconomia e che, di quelle politiche, è una delle basi più autorevoli.

["Dal CREA con sentiment\(o\)"](#), invece, ha interrogato, come di consueto, i social sul tema delle energie rinnovabili associato all'agricoltura ed è emerso che, pur essendo ancora poco trattato dai media la percezione e il feeling del pubblico on line sono positivi.

Infine, CREABreak: per farvi scoprire con i nostri ricercatori, tante altre storie di innovazione, dal [trattore](#) a guida automatica al [simulatore](#) del trattore 4.0 fino alla [serra di ultimissima generazione](#) che fanno risparmiare fertilizzanti ed energia. Senza dimenticare il progetto [Bioplat.eu](#) che riqualifica e rilancia territori marginali (abbandonati, contaminati), introducendo colture *no food* che fungono da volano per lo sviluppo di filiere locali bioenergetiche, nel pieno rispetto dell'ambiente.

Insomma, come recita la nostra copertina, è luce verde dalla Ricerca verso energie nuove, ma soprattutto pulite, da reinvestire nel Paese, in ogni senso.

Buona lettura, visione, ascolto

## Rinnovabili: la chiave per l'indipendenza energetica

Di Valerio Di Stefano



La crisi energetica, l'aumento dei prezzi del gas e dell'energia elettrica e il Green Deal europeo favoriscono sempre più la transizione verso le rinnovabili, unica alternativa realmente sostenibile per il raggiungimento dell'indipendenza energetica. In particolare, il parco agricolo e l'agro-fotovoltaico rappresentano soluzioni innovative in grado di far fronte alla crisi.

Il conflitto tra Russia e Ucraina ha evidenziato come il nostro Paese – e più in generale tutta l'Unione europea – abbia bisogno di un'indipendenza energetica, attuabile anche grazie alle nuove fonti di energia rinnovabile (FER).

Da un punto di vista economico, il gas dal 2021 al 2022 ha subito importanti incrementi, in alcuni periodi pari al 100% del valore iniziale. Questo è conseguenza diretta della forte dipendenza energetica che il nostro Paese ha nei confronti degli Stati dell'est Europa. Ad oggi, il prezzo del gas, infatti, è pari a 0,98€/Smc, in leggero aumento (+13,7%) rispetto al mese di ottobre 2022.

Discorso analogo si può fare per l'energia elettrica, che dalla fine del 2021 è aumentata del 300% a kWh.

## Prezzo materie prime

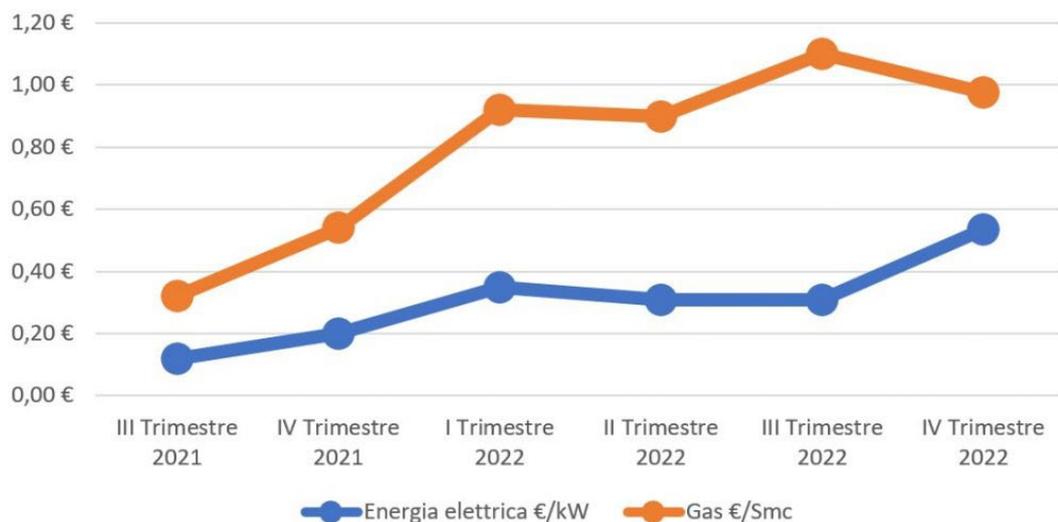


Grafico 1

Alla crisi energetica e al conseguente aumento improvviso e costante dei prezzi, si aggiungono gli obiettivi del Green Deal europeo, che prevede la produzione di almeno il 40%, entro il 2030, di energia rinnovabile sul totale annuo energetico prodotto dai singoli Stati.

Ad oggi, in Italia, la produzione di energia rinnovabile è così ripartita:

Tabella 8: Produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili in Italia - TWh

Fonte	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*
Idraulica	58,5	45,5	42,4	36,2	48,8	46,3	47,6	44,7
Eolica	15,2	14,8	17,7	17,7	17,7	20,2	18,8	20,8
Solare	22,3	22,9	22,1	24,4	22,7	23,7	24,9	25,0
Geotermica	5,9	6,2	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9
Bioenergie (**)	18,7	19,4	19,5	19,4	19,2	19,6	19,6	18,3
<b>Totale FER</b>	<b>120,7</b>	<b>108,9</b>	<b>108,0</b>	<b>103,9</b>	<b>114,4</b>	<b>115,8</b>	<b>116,9</b>	<b>114,7</b>
CIL - Consumo Interno Lordo (***)	321,8	327,9	325,0	331,8	331,9	330,2	310,8	327,5
<b>FER/CIL</b>	<b>37,5%</b>	<b>33,2%</b>	<b>33,2%</b>	<b>31,3%</b>	<b>34,5%</b>	<b>35,1%</b>	<b>37,6%</b>	<b>35,0%</b>

(\*) Dati preliminari

(\*\*) Biomasse solide, bioliquidi, biogas e frazione rinnovabile dei rifiuti

(\*\*\*) Il CIL è pari alla produzione lorda di energia elettrica più il saldo scambi con l'estero ed è qui considerato al netto degli apporti da pompaggio. Per l'energia elettrica, tale grandezza corrisponde alla disponibilità lorda.

Fonte: TERNA, GSE

- il 44,7% proviene da fonte idraulica;
- il 25% da fonte solare;
- il 20,8% da fonte eolica;
- il 18,3 da bioenergie, come biomasse solide, liquide e biogas;
- il 5,9% da fonte geotermica.

Al fine di raggiungere gli obiettivi europei e di ottenere (almeno in parte) la già citata indipendenza energetica, l'Italia, con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), ha introdotto soluzioni innovative che permettono di fronteggiare l'attuale crisi.

Più nel dettaglio, i due principali interventi previsti dal PNRR sono il **parco agrisolare** e l'**agro-fotovoltaico**.

Con il termine **agrisolare** si intendono tutti gli interventi relativi all'acquisto e posa in opera di pannelli fotovoltaici sui tetti di fabbricati strumentali all'attività delle imprese beneficiarie, senza comportare consumo di suolo. Basti pensare che, attualmente, in Italia ci sono oltre **3 milioni di fabbricati agricoli**, ripartiti in abitazioni, ricoveri e altri fabbricati: molti di questi sono idonei per l'installazione di pannelli fotovoltaici (tabella 1).

Tipologia di fabbricato	Numeri in Italia
Abitazioni	1.102.558
Ricoveri	1.084.038
Altri fabbricati	1.376.304
Tot.	3.562.900

**Tabella 1**

L'obiettivo fissato dal PNRR prima, e dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (MASAF) poi, è di produrre, attraverso questa misura, almeno 375 MW di nuovi impianti solari fotovoltaici. Ad oggi, in seguito al bando emanato a fine settembre 2022, il MASAF ha ammesso 5253 aziende agricole e zootecniche italiane al finanziamento per il parco agrisolare. Queste aziende, dunque, contribuiranno al



raggiungimento del target dei 375 MW di energia fotovoltaica in agricoltura.

Invece, con il termine **agro-fotovoltaico** o **agrivoltaico**, si intende una tecnologia innovativa caratterizzata da un utilizzo ibrido dei terreni, tra produzione agricola e produzione di energia elettrica, grazie all'installazione, sugli stessi terreni coltivati o adibiti ad allevamento, di pannelli fotovoltaici sopraelevati (*Colantoni A., Di Stefano V., et al*). Tale tecnologia, dunque, permette di creare una sinergia tra agricoltura e produzione di energia elettrica, senza comportare alcun consumo di suolo.

Da un'interpretazione normativa e da un'analisi della letteratura in materia, l'altezza minima dei pannelli è pari a **2,4m** con una distanza tra le file pari ad almeno **6m**: tali misure permetterebbero una corretta coltivazione del suolo, garantendo il passaggio delle macchine. Esistono altresì, in alcuni Paesi europei, esperimenti di pannelli posti dai 3m ai 6m di altezza.

La produzione di energia rinnovabile, nel corso degli anni, si è però più volte scontrata con il settore agro-forestale, con particolare riferimento alle problematiche connesse al **consumo di suolo** e al **danneggiamento del paesaggio**, suscitando discussioni sugli impianti FER.

Se, in merito alla prima problematica, le Autorità competenti si sono espresse affermando che né l'agricoltura né l'agro-fotovoltaico comportano consumo di suolo (*ex multis* TAR Puglia – Lecce, Sez. II, sentenza n. 248/2022), per quanto riguarda, invece, il danneggiamento del paesaggio, la dottrina e la giurisprudenza si sono scontrate in più di un'occasione: al momento, l'orientamento maggioritario (vedasi Consiglio di Stato – Sez. IV, sentenza n. 2983/2021) è quello di far prevalere l'interesse alla produzione di energia rinnovabile rispetto a quello della tutela del paesaggio.

In conclusione, senza le nuove fonti di energia rinnovabile, l'indipendenza energetica appare lontana. Il settore agricolo, come si è sinteticamente dimostrato, è in grado di offrire valide soluzioni nel settore delle rinnovabili senza compromettere la coltivazione del suolo. Tuttavia, per far sì che esso possa svolgere un ruolo fondamentale nel processo di transizione energetica, è necessario che le istituzioni dedichino maggiore attenzione a questa tematica, procedendo all'individuazione di un **iter amministrativo e autorizzativo** omogeneo e all'individuazione delle **aree idonee e non idonee** in cui poter installare gli impianti FER.

Alle tecnologie FER citate, si aggiungono le **agroenergie e le bioenergie**, in grado di contribuire al raggiungimento degli obiettivi nazionali ed europei in materia di energia rinnovabile.

## Green Deal

Il **Green Deal europeo** è un insieme di iniziative politiche proposte dalla Commissione europea, con l'obiettivo di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 in Europa. L'intenzione è quella di aggiornare ogni legge in vigore in materia di clima e, inoltre, di introdurre nuove norme sull'economia circolare, sulla ristrutturazione degli edifici, sulla biodiversità, sull'agricoltura e sull'innovazione.

Il piano include, inoltre, possibili tasse sul carbonio per i Paesi che non riducono le loro emissioni di gas ad effetto serra alla stessa velocità degli altri. Il programma comprende anche:

un piano d'azione per l'economia circolare;

un controllo e un'eventuale revisione (ove necessario) di tutti gli strumenti politici pertinenti relativi al clima, compreso il Sistema di scambio di quote di emissione;

la strategia "Dal produttore al consumatore" e uno spostamento dell'attenzione dalla **compliance** alla **performance** (che premierà gli agricoltori per la gestione e lo stoccaggio del carbonio nel suolo, per una migliore gestione dei nutrienti, per la riduzione delle emissioni...);

una revisione della Direttiva sulla tassazione dei prodotti energetici che esamina da vicino le sovvenzioni ai combustibili fossili e le esenzioni fiscali (trasporto aereo, trasporto marittimo);

una strategia di mobilità sostenibile e intelligente e un piano forestale dell'UE. Quest'ultimo avrà come obiettivi fondamentali il rimboschimento, la tutela e il recupero delle foreste in Europa.

## Piano Nazionale Ripresa e Resilienza

Il **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** è il piano approvato nel 2021 dall'Italia per rilanciarne l'economia dopo la pandemia dovuta al COVID-19, al fine di permettere la transizione verde e digitale del Paese.

Il PNRR è parte del programma dell'Unione europea Next Generation EU: esso consiste in un fondo da 750 miliardi di euro per la ripresa europea. All'Italia sono stati assegnati 191,5 miliardi di cui 70 miliardi – il 36,5% – in sovvenzioni a fondo perduto e 121 miliardi – il 63,5% – in prestiti.



# @CREAEnergia: sfruttare le biomasse per la transizione energetica

Di Carnevale / Paris / Palma / Vincenti / Gallucci



La transizione energetica e, conseguentemente, quella verde comportano un ripensamento radicale dei metodi di produzione dell'energia, in particolare dell'approccio alle materie prime e agli scarti prodotti. Ed è proprio questa la direzione delle bioenergie, ossia l'energia ottenuta dalla combustione della biomassa che, rispetto ai combustibili fossili, ha il grande vantaggio di essere carbon neutral, poiché la CO<sub>2</sub> prodotta durante i processi di conversione energetica, è largamente compensata dalla CO<sub>2</sub> assorbita durante il suo ciclo vitale.

La grande differenza col passato nella gestione delle filiere agroindustriali, è rappresentata nella strategia dell'approccio alle materie prime e agli scarti prodotti. Storicamente una *materia prima* era una risorsa da cui, tramite processi industriali, che portavano inevitabilmente alla produzione di *scarti*, si otteneva un *bene* in grado di soddisfare il bisogno del consumatore. Oggi si punta a cambiare approccio e si cerca di trasformare ciò che era considerato uno scarto in un sottoprodotto, con un suo valore sul mercato e/o nel settore energetico, riducendo così lo scarto vero e proprio e il relativo impatto ambientale. Questo concetto prende il nome di *Circular Economy* ed è un approccio virtuoso che ogni filiera industriale deve seguire, compresa quella agroalimentare. **In quest'ottica, gli scarti della filiera agroindustriale possono essere considerati sottoprodotti utili per l'estrazione di molecole di interesse commerciale, per la produzione di biomateriali, la sintesi di prodotti biochimici e soprattutto per la produzione di bioenergie.**

Negli ultimi decenni, si è assistito ad un incremento dei sistemi di produzione e trasformazione dell'energia con lo scopo di sostituire, in parte, l'utilizzo delle fonti fossili e di sfruttare le fonti "rinnovabili" che, se gestite opportunamente, hanno un minore impatto ambientale. In una prospettiva di economia circolare, l'uso sostenibile di biomasse residuali, sottoprodotti e scarti provenienti dai comparti agroforestali e agroindustriali, risponde al continuo aumento dei livelli di inquinamento atmosferico, dovuto ai combustibili fossili. A differenza dei combustibili fossili, infatti, **le biomasse hanno il grande vantaggio di essere carbon neu-**

**tra/poiché la CO<sub>2</sub> prodotta durante i processi di conversione energetica è largamente compensata dalla CO<sub>2</sub> assorbita dalla biomassa durante il suo ciclo vitale.** Anche se, tuttavia, l'utilizzo della biomassa per la produzione energetica copre ancora una piccola frazione del fabbisogno globale, come mostrato nella figura seguente.

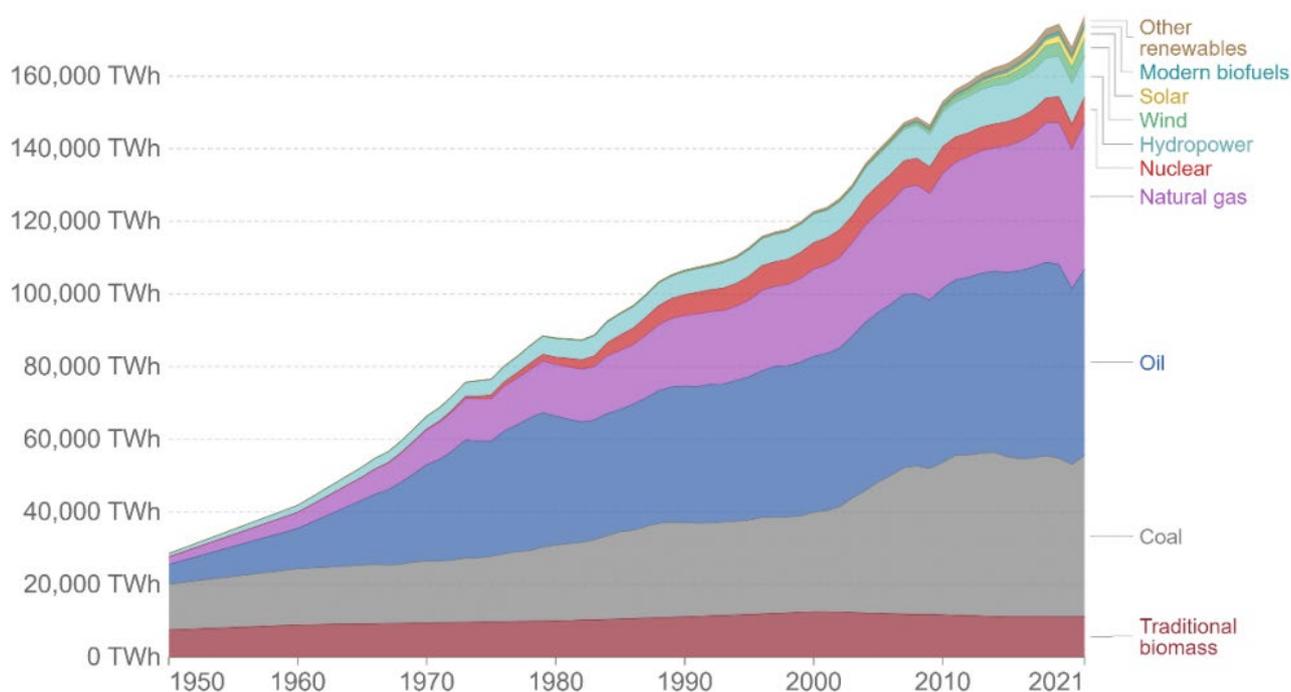


Foto 2 – Consumi energetici globali, differenziati per le diverse fonti energetiche, espressi in TWh dal 1950 al 2021. Fonte: <https://ourworldindata.org/energy>

## Bioenergia

Con il termine bioenergia si intende l'energia ottenuta dalla valorizzazione della biomassa.

Nello specifico con il termine agroenergie si considerano solo quelle prodotte nel settore agroforestale, ad esempio l'energia ottenuta da biomasse lignocellulosiche (potature, cippato), dalla fermentazione di scarti organici della filiera zootecnica o da biocarburanti (biodiesel e bioetanolo).

Nel piano di transizione energetica, le bioenergie hanno un ruolo fondamentale e strategico, in quanto sono alla base dei sistemi di valorizzazione ed efficientamento delle filiere agroindustriali.

Le filiere e i distretti energetici sono, infatti, dotati di impianti di conversione che adottano soluzioni innovative per la neutralizzazione degli impatti e la riduzione della dipendenza dalle importazioni di materie prime ed energia.

Come mostrano le ultime statistiche presentate dal GSE (Gestore Servizi Energetici), complessivamente gli impianti qualificati e in esercizio al 31 dicembre 2021 risultano 3.960, (74%) eolici, (13%) idroelettrici e impianti a bioenergie (11%). Nello specifico, nel settore delle bioenergie si rilevano 1.264 impianti a biogas, seguiti da 445 a bioliquidi e 187 a biomasse solide.

Il centro dimostrativo presso il CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT) di Monterotondo, rappresenta un esempio di microfiliera energetica basata su sistemi di conversione delle biomasse agrofore-

stali e degli scarti agroalimentari e industriali, per la produzione di energia termica, biogas, biometano, syngas e biochar.

Nello specifico nell'ambito del progetto AGROENER le attività di ricerca condotte presso il Laboratorio Attività Sperimentali Energie Rinnovabili da Biomasse (LASER-B) hanno riguardato lo studio dei processi di conversione energetica delle biomasse e il monitoraggio delle relative emissioni in atmosfera. In concreto, sono state eseguite analisi di caratterizzazione chimico-fisica su diverse matrici per valutarne le applicazioni in ambito energetico. Successivamente, sono state condotte prove di combustione e gassificazione di biomasse residuali e materiali di scarto (potature, miscele di pellet, scarti di lavorazione agroindustriali e agroforestali), per ottimizzare i processi aumentando il rendimento degli impianti. Durante le prove, sono state monitorate le emissioni nell'effluente gassoso, per valutare l'impatto sull'atmosfera, l'efficienza dei sistemi di abbattimento delle polveri e la presenza di indicatori (zuccheri) della combustione di biomasse attraverso metodi di campionamento innovativi. Inoltre, i prodotti ottenuti dalle trasformazioni (ceneri, syngas e biochar), sono stati analizzati per sperimentare applicazioni sostenibili in campo energetico e agronomico al fine di garantire la circolarità del sistema.

## Biomassa

Con il termine biomassa si intende "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani". (Direttiva 2009/28/CE e D.Lgs. 28/2011)

La biomassa è considerata una delle principali risorse energetiche rinnovabili grazie alla sua disponibilità sotto forma di residui colturali, rifiuti organici e colture specifiche e ai suoi possibili utilizzi nei processi termochimici e biochimici.

Alle biomasse appartengono:

- I sottoprodotti delle produzioni erbacee, arboree e delle lavorazioni agroindustriali;
- I sottoprodotti delle operazioni forestali, per la gestione dei boschi e per la produzione di legname e lavorazioni del legno o altro (residui dei tagli dell'erba, delle foglie, etc.);
- Le colture (arboree ed erbacee) destinate specificatamente alla produzione di biocarburanti e biocombustibili;
- I reflui zootecnici destinati alla produzione di biogas;
- La frazione organica dei rifiuti urbani;
- I residui inutilizzabili di produzioni destinate all'alimentazione umana o animale (pule dei cereali, canna da zucchero ecc).

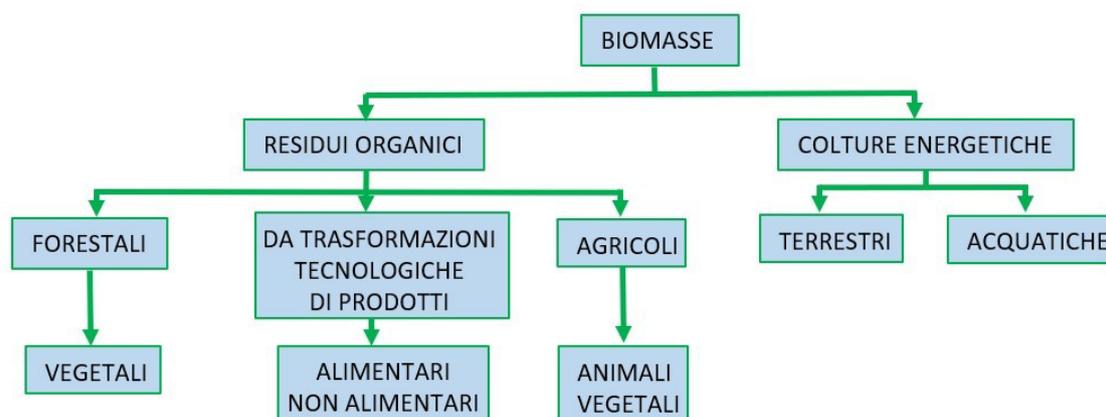


Foto 3 – Schema delle tipologie di biomasse e loro provenienza

È bene considerare che metodi di smaltimento della biomassa inappropriati, sfortunatamente assai diffusi e radicati nella tradizione agricola, come ad esempio la combustione delle potature a bordo campo, portano a fenomeni di rilascio incontrollato in atmosfera di grandi quantità di macro e microinquinanti. Così come l'accumulo di potature porta al rischio di incendi nelle stagioni estive. Questi fenomeni di *open burning* impattano in maniera estremamente negativa sull'atmosfera, producendo inquinanti e gas climalteranti. Questo concetto avvalorava quanto utile sia un utilizzo della biomassa nei processi di conversione energetica, poiché non solo un sottoprodotto diventa una fonte energetica, ma viene anche impiegato in un processo che ne evita uno smaltimento improprio e dannoso per l'uomo e l'ambiente.

# Atlante, l'orzo per il biogas: fast and furious

Di Tondelli / Faccini



**ATLANTE**, selezionato dal CREA Genomica e Bioinformatica, è una varietà innovativa, pensata appositamente per essere integrata alla produzione di mais, sia per fare biogas sia per l'alimentazione animale. Si tratta, infatti, di un orzo ultra-precoce, diventato leader del mercato dei prodotti da biomassa, proprio per la sua velocità di crescita, risultando la settima varietà d'orzo più certificata in Italia, interamente dedicata alla produzione di biomassa, in grado di massimizzare la resa di energia per ettaro.

Con circa 2000 impianti concentrati principalmente nella Pianura Padana, l'Italia è oggi il secondo produttore di biogas del Vecchio Continente. Il principale carburante di questi impianti è il mais insilato che, grazie alle rese elevate, alla buona conservabilità e all'efficienza in termini di biogas prodotto, costituisce circa l'80% delle materie prime rinnovabili utilizzate.

Per aumentare la disponibilità di biomassa da destinare alla produzione di biogas, un numero crescente di aziende agricole nel nord Italia seminano mais in secondo raccolto, dopo una coltura di un cereale autunno vernino, anch'esso destinato a foraggio o biogas. Questa soluzione, tra l'altro, rispetta il nuovo Piano Strategico Nazionale PAC 2023-2027, che stabilisce, a partire dal 1° Gennaio 2023, l'obbligo di rotazione su tutte le superfici a seminativo.

Tuttavia, adottare la pratica della doppia coltura richiede cereali autunno vernini a ciclo precoce, che consentono di anticipare cioè la semina del mais, favorendone il pieno sviluppo in termini di biomassa. In questo senso, orzo e triticale.



## L'orzo

L'orzo (*Hordeum vulgare*), una delle prime piante addomesticate dall'uomo oltre 10.000 anni fa, è oggi il quarto cereale al mondo per produzione. Grazie alla sua maggiore rusticità e resistenza a stress ambientali, viene spesso coltivato in aree marginali, dove le rese dei frumenti sono inferiori. La maggior parte dell'orzo prodotto nel mondo è destinato all'alimentazione animale, ma la pianta è economicamente importante ai fini della produzione di malto per birra e whiskey.

Il triticale (*Triticosecale*) è un ibrido creato dall'uomo nella seconda metà dell'Ottocento dall'incrocio tra frumento e segale e, per questo motivo, unisce le buone attitudini panificatorie del primo alle caratteristiche di rusticità, adattabilità e resistenza agli stress della seconda. Inizialmente utilizzato come cereale da granella per l'alimentazione zootecnica e umana, è sempre più importante per la produzione di biomassa ad uso zootecnico o bioenergetico.

rappresentano la migliore opzione, in quanto raggiungono la fase di sviluppo ideale per la raccolta e l'insilaggio (la cosiddetta "maturazione latte", che avviene quando le cariossidi ancora verdi raggiungono il massimo volume e sono ripiene di un liquido lattiginoso) prima dei frumenti e generalmente già entro fine maggio. Ma per massimizzare ulteriormente la produzione annuale di biomassa si può fare ancora di più: si può sfruttare la diversità genetica di questi cereali precoci per sviluppare varietà ultra-precoci.

## Cosa sta facendo il CREA?

Il centro di ricerca Genomica e Bioinformatica del CREA da oltre 30 anni si occupa di miglioramento genetico dell'orzo e ha sviluppato più di 40 diverse varietà, che oggi vengono coltivate sul 20% della superficie destinata alla coltura in Italia. Una di queste varietà, denominata Atlante, è stata selezionata proprio per la sua straordinaria precocità, tanto che nella maggior parte dei casi nella Pianura Padana raggiunge la fase di maturazione latte e quindi libera il campo già nella prima decade di Maggio. Questo avviene senza gravi perdite produttive, soprattutto perché Atlante, oltre ad essere precoce, si caratterizza per una elevata produzione di biomassa. Si tratta, quindi, di una **varietà innovativa, pensata appositamente per la produzione di insilato per fare biogas (o per l'alimentazione animale), in un sistema di doppia coltura. Atlante massimizza, dunque, la produzione di energia per ettaro, e il suo successo nel mercato dei cereali da biomassa è testimoniato dal fatto che nel 2021 è stata complessivamente la settima varietà d'orzo più certificata in Italia, e, di gran lunga, la prima tra le varietà di cereali a paglia per il biogas.**

In parallelo, il **centro lavora anche su triticale** per la selezione di varietà molto precoci da utilizzare in alternativa agli orzi. Anche in questo caso sono stati prodotti risultati importanti, ad esempio il triticale **Flash** che, come suggerisce il nome, ha un ciclo produttivo particolarmente rapido.



Anche la ricerca di base può contribuire all'obiettivo strategico di aumentare la biomassa delle specie cerealicole, e, di conseguenza, di accrescere l'energia stoccata sotto forma di fusti, foglie e soprattutto cariossidi. Negli ultimi anni l'attenzione si è focalizzata in particolare su come ottimizzare la fotosintesi clorofilliana, il processo alla base dell'immagazzinamento dell'energia solare nel regno vegetale. Il CREA-GB partecipa al consorzio del progetto BEST-CROP

## BEST-CROP: Boosting photosynthetic To deliver novel CROPs for the circular bioeconomy

**Finanziamento:** 6 milioni di Euro

**Ente finanziatore:** Unione Europea, nell'ambito del bando Horizon Europe – CIRCBIO (Circular economy and bioeconomy sectors)

**Durata:** 2023- 2028

**Consorzio:** 18 partners europei pubblici e privati, coordinati dal Prof. Pesaresi dell'Università di Milano

**Obiettivi:** ottimizzare la fotosintesi e la produzione di biomassa e migliorare la composizione della paglia di orzo per facilitarne la trasformazione in composti ad alto valore aggiunto, in un'ottica di economia circolare.

**Recentemente ammesso a finanziamento dall'Unione Europea, che ambisce ad incrementare del 15-20% l'efficienza del processo fotosintetico in orzo.**

# @CREA biogas con gli scarti zootecnici e agroindustriali

Di Chiariotti / Rossi / Santangelo



La produzione di biogas è una delle principali filiere agro-energetiche italiane. Attraverso la Digestione Anaerobica (DA) la sostanza organica presente in biomasse di diversa origine viene trasformata in un biogas ad elevato contenuto energetico. Il processo di DA consente di valorizzare gli scarti agricoli, quali i residui colturali e dell'industria alimentare oppure i reflui zootecnici, offrendo interessanti opportunità in termini di produzione di calore e di energia, e di potenziale riduzione di gas a effetto serra.

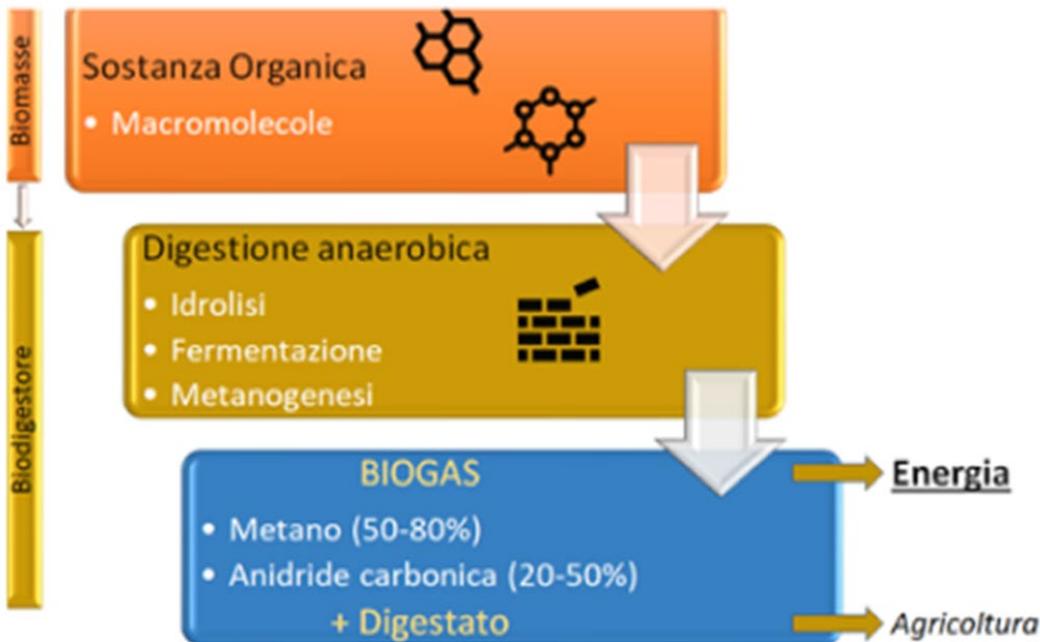
Nel progetto AGROENER, in un'ottica di economia circolare, è stata studiata la codigestione di due matrici di scarto per la produzione di biogas: la prima costituita da buccette e semi di pomodoro, per la seconda, invece, si tratta di liquame di bufalo.

## Cosa è il biogas?

La produzione di biogas rappresenta una delle principali filiere agro-energetiche italiane. Il sistema si basa sul principio della **Digestione Anaerobica (DA)** operata da batteri e svolta in biodigestori di grandi dimensioni, mantenuti in condizioni di anaerobiosi (assenza di ossigeno) e temperature comprese fra i 30-40°C (sistemi

mesofili) o 40-55°C (sistemi termofili). Attraverso la DA la sostanza organica presente in biomasse di diversa origine viene trasformata in un biogas ad elevato contenuto energetico.

Sostanzialmente, durante il processo di DA le macromolecole presenti nella matrice organica vengono via via frammentate nei componenti elementari, arrivando alla produzione di una miscela gassosa e di un sottoprodotto (digestato) di consistenza fluida con caratteristiche chimico-fisiche di interesse per utilizzazioni agronomiche.



**Il biogas è una miscela composta essenzialmente da metano (50-70%) e anidride carbonica (30-50%), in cui sono presenti tracce di azoto (1-5%) e di solfuro di idrogeno (0,1-0,5%) con un potere calorifico di 19-22 MJ/Nm<sup>3</sup> (Fonte ENAMA).**

Il biogas prodotto può essere utilizzato sia grezzo che raffinato (*upgrading*) con diverse modalità:

combustione diretta in caldaia (produzione di energia termica)

cogenerazione, ossia produzione combinata di energia termica ed elettrica

produzione di biometano per immissione nella rete del gas o per autotrazione.

Per ognuno degli usi elencati il biogas prodotto ha bisogno di alcuni pretrattamenti: deumidificazione e desolfurazione per la combustione e cogenerazione; eliminazione dell'anidride carbonica (*upgrading*) in modo

da ottenere un gas con oltre il 95% di metano, nel caso in cui sia destinato alla produzione di biometano.



**Il processo di DA consente di valorizzare gli scarti agricoli, quali i residui colturali e dell'industria alimentare oppure reflui zootecnici, offrendo**

**interessanti opportunità in termini di produzione di calore e di energia e di potenziale riduzione di gas a effetto serra.**

Studiata originariamente al fine di ridurre l'impatto ambientale dei liquami, la DA è stata estesa anche ad altre biomasse residuali (co-digestione), al fine di migliorare l'efficienza degli impianti, favorire politiche ambientali per la riduzione della richiesta di energia da combustibili fossili e ridurre i costi di smaltimento.

## Digestato

Il prodotto in uscita dai fermentatori (**digestato**) **è ancora ricco di materiale organico e di elementi nutritivi e può, pertanto, essere convenientemente utilizzato come fertilizzante.** Il digestato è un materiale omogeneo, ma con un tenore di umidità più elevato rispetto ai substrati di partenza a seguito della degradazione batterica avvenuta nel reattore. Dal punto di vista della composizione, la sostanza organica rimasta è più stabile e varia dal 2 al 10% in funzione delle matrici impiegate. Il contenuto di macro e microelementi rimane stabile rispetto al materiale di partenza, con variazioni che interessano la forma dell'elemento, come nel caso dell'azoto che passa dalla forma organica a quella ammoniacale, più facilmente assimilabile dalle piante. La conoscenza della composizione e delle condizioni di utilizzo del digestato prodotto dai diversi substrati di fermentazione agricoli ed agroindustriali è una condizione essenziale per il suo impiego in agricoltura.

Il [Decreto Legge 21 marzo 2022, n. 21](#), entrato in vigore il 22 marzo 2022 – recante misure urgenti per contrastare gli effetti economici e umanitari della [crisi ucraina](#) - ha stabilito all'articolo 21 novità in tema di digestato equiparato. Sinteticamente, è stato stabilito che i **Piani di Utilizzazione Agronomica** prevedono la sostituzione dei fertilizzanti chimici di sintesi con il digestato equiparato. Inoltre, si definisce digestato equiparato quando lo stesso è ottenuto dalla digestione anaerobica di sostanze e materiali da soli o in miscela tra loro. Contestualmente, è stata abrogata la definizione di digestato equiparato contenuta nel precedente DM del 25 febbraio 2016.

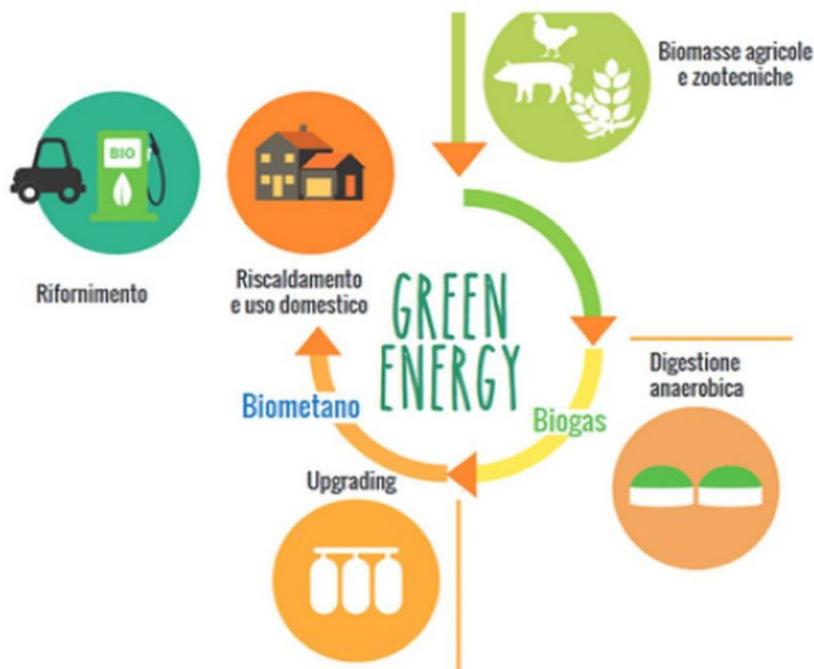
## Il biogas in Italia ed Europa

L'Europa è oggi il maggior produttore di biogas: il numero di impianti di biogas è triplicato nell'arco di dieci anni (2009-2019) passando da 6.300 a quasi 19.000 impianti, dislocati soprattutto in Germania, Italia, Francia, Regno Unito (Gugliotta e Repetto, 2022, <https://www.mercatoelettrico.org/Newsletter/20220117Newsletter.pdf>).

**Nel settore biogas l'Italia si colloca al secondo posto in Europa e al quarto posto al mondo** dopo Germania, Cina e Stati Uniti, con circa 2200 impianti operativi, di cui, poco più di 1730, producono biogas agricolo (78%), ossia biogas derivante da codigestione di effluenti zootecnici con scarti agricoli (residui agricoli ed agroindustriali, colture energetiche) (Fonte GSE). La loro distribuzione è concentrata per l'84% nelle regioni settentrionali.

Circa il 10% di biogas in Europa viene convertito in biometano e immesso in rete. L'Italia a questo riguardo è ancora all'inizio: infatti, ad aprile 2022 sono operativi e/o in fase di avvio 30 impianti per circa 284 milioni di Sm<sup>3</sup> (Fonte Consorzio Italiano Biogas – CIB).

# Valorizzazione degli Scarti Agricoli nel progetto AGROENER



La filiera del biogas e del biometano può fornire un contributo alla valorizzazione di effluenti zootecnici, residui agricoli e sottoprodotti agroindustriali, con importanti ricadute anche sugli aspetti agro-ecologici di stoccaggio del carbonio, riduzione dei concimi di sintesi, miglioramento del bilancio dei gas serra.

In un'ottica di applicazione dei principi di economia circolare, nell'ambito del progetto Agroener finanziato dal Mipaaf (box) è stata studiata la **codigestione di due matrici di scarto quali buccette e semi di pomodoro e il liquame di bufalo**.

La coltivazione del pomodoro da industria e l'allevamento bufalino sono produzioni tipiche italiane diffuse nel sud Italia. Entrambe producono però notevoli quantità di residui il cui smaltimento presenta profili critici in termini di impatto ambientale ed economico. La biomassa residua dell'industria di trasformazione del pomodoro (45.2 Mil T a livello mondiale nel 2022, dati IMARC) rappresenta circa il 2-5% dell'intero processo produttivo, corrispondente a migliaia di tonnellate di residui (bucce e semi).

La specie bufalina è rappresentata in Italia da 2580 allevamenti e 425018 capi (BDN, 2021), con la maggior parte della produzione concentrata nelle province di Caserta e Salerno. In base alla Direttiva 91/676/CEE, relativa all'inquinamento delle acque provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole, le deiezioni possono rappresentare un problema per lo smaltimento, soprattutto in allevamenti intensivi.

**Entrambe le materie prime possono essere recuperate e sfruttate adeguatamente con tecnologie di conversione, quali la digestione anaerobica (DA) per la riduzione della massa e la produzione di energie rinnovabili sotto forma di biogas.**

Il lavoro svolto all'interno del **progetto AGROENER** ha studiato la codigestione anaerobica di liquame di bufala e sansa di pomodoro per la produzione di biogas in condizioni di mesofilia (39°C) e di termofilia (50°C). La ricerca ha richiesto tre anni di attività, consentendo di raccogliere utili informazioni sulla codigestione delle due biomasse di scarto. **I dati ottenuti hanno confermato la maggiore resa di biometano determinata nelle condizioni termofile. Il valore più alto è stato ottenuto dove era presente la maggiore quantità di scarti di pomodoro.** Ciò indicherebbe che, a parità di dimensioni del digestore, è possibile riciclare una maggiore quantità di rifiuti in condizioni termofile nell'unità di tempo, oppure che la stessa quantità di materia prima possa essere digerita in un impianto più piccolo, riducendo il costo dell'impianto stesso. È necessario considerare il giusto compromesso tra un maggiore recupero di scarti e un aumento dei costi energetici del processo.

## Prospettive

Secondo quanto riportato nel report *Biomethane production potentials in the EU* (luglio, 2022) si stima un potenziale di produzione di 41,8 miliardi di m<sup>3</sup> di biometano per la digestione anaerobica nel 2030 che aumenta a 98 nel 2050. Le principali materie prime interessate al processo nel 2030 sarebbero le deiezioni animali (32%), i residui agricoli (24%) e le colture di secondo raccolto (21%). Al contrario, nel 2050 prevarrebbero le colture di secondo raccolto (47%), con un contributo significativo del letame (19%) e dei residui agricoli (17%).

**Il potenziale di sviluppo della filiera biogas/biometano in Italia nel breve/medio termine è consistente:** stime del CIB identificano un potenziale produttivo al 2030 di 8-10 miliardi di m<sup>3</sup> di biometano, pari a circa **l'11-13% del consumo attuale di gas naturale in Italia** e superiore all'attuale produzione nazionale.

Nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), inoltre, è stato recentemente emanato un nuovo decreto in tema di incentivi per la produzione del biometano sostenibile, finanziato attraverso una dotazione di 1,7 miliardi di euro per il consolidamento della produzione interna.

# @CREA Energia (ma anche biochar), con gli scarti di potatura

Di Andrea Copetta



Le biomasse, quali gli scarti di potatura, possono essere impiegate per la produzione di energia rinnovabile e di biochar e sono uno strumento importante e necessario per soddisfare la domanda di energia a livello globale.

Nell'ambito del Progetto ALPIMED INNOV è stata valutata e sperimentata dal CREA la potenzialità di utilizzare le biomasse derivanti dalle potature di scarto delle aziende agricole del settore ornamentale sia per riscaldare serre e magazzini sia per produrre biochar da impiegare come ammendante e come combustibile per produrre altra energia termica.

## Il progetto ALPIMED INNOV

Il progetto ALPIMED INNOV "Innovazione nelle Alpi del Mediterraneo" iniziato nel 2018 e terminato a ottobre del 2022, finanziato dall'Unione Europea tramite il programma INTERREG Alcotra di coesione tra Francia e Italia, aveva lo scopo di rafforzare l'innovazione nell'economia di montagna e favorire lo sviluppo del territorio transfrontaliero (Francia – Italia). Era coordinato dalla Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Cuneo e aveva altri sette partner tra cui la Camera di Commercio Riviera di Liguria di cui il CREA – Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo sede di Sanremo, era soggetto attuatore per lo sviluppo delle tematiche relative all'efficientamento energetico e all'utilizzo delle risorse idriche.

Nell'ambito di Alpimed Innov, i **residui della potatura sono stati indentificati come un prodotto di scarto rinnovabile da valorizzare e, per il loro utilizzo, sono stati "cippati" ovvero ridotti in scaglie grossolane di dimensioni uniformi** (circa 0,5 di diametro e lunghi 2-3 cm). Il processo di gassificazione del cippato, derivante dagli scarti di potatura essiccati, ha dimostrato un'efficiente ed affidabile applicabilità anche nella produzione continuativa di energia termica (senza il rilascio di fumi) impiegabile, ad esempio, per il riscaldamento di magazzini, piccoli ambienti, essiccatoi o serre.

La serra permette di proteggere fisicamente le colture dai fenomeni atmosferici naturali (pioggia, vento e neve) e dagli animali e di creare condizioni climatiche che consentono di ottenere produzioni fuori stagione e dalla resa maggiore. La coltura in serra implica un'efficienza superiore nell'uso dell'acqua rispetto a quella di pieno campo, sia per il microclima che si ottiene nella serra (maggiore umidità, minore radiazione solare e assenza di vento), sia per il possibile uso di sistemi di irrigazione più efficienti, come ad esempio l'irrigazione a goccia o la coltivazione idroponica. Inoltre, la serra consente un uso più razionale e limitato di fitofarmaci, disinfettanti e fertilizzanti.

Nel settore delle serre vi è oggi una larga disponibilità di caldaie. Esse coprono un ampio range di potenza, da poche decine ad alcune centinaia di chilowatt e presentano un elevato sviluppo tecnologico, che con le moderne caldaie a fiamma inversa raggiunge il 90% di rendimento. La tecnologia dei generatori di calore a biomassa è in forte evoluzione su tutti gli aspetti della regolazione (accumuli, elettronica di controllo) e della riduzione della formazione di sostanze inquinanti e pericolose per la salute umana come il monossido di carbonio e gli ioni solfato, nitrato e ammonio.

Sempre grazie ad ALPIMED INNOV, è stato selezionato **un prototipo di gasogeno, ovvero un dispositivo in grado di produrre gas a partire da una biomassa solida, che non necessita di corrente elettrica per il suo funzionamento e può essere utilizzato per produrre energia termica per combustione della biomassa, in quanto, grazie alle alte temperature raggiunte, i fumi derivanti da combustione da cippato sono sicuri**. Inoltre, in aggiunta all'energia termica, il gasogeno **può anche fornire biochar**: basta bloccare il processo di combustione quando le scintille iniziano ad uscire dalla sua base.

## Il biochar

Il biochar è un materiale carbonioso ottenuto per combustione incompleta di una biomassa, nel nostro caso le biomasse vegetali. Recentemente, è stato raccomandato come possibile risposta all'impoverimento del suolo, grazie alla sua capacità di migliorare la fertilità del terreno e le rese delle colture. L'idea di questo suo utilizzo nasce dall'osservazione degli incendi naturali, che hanno un ruolo chiave nel riciclaggio del carbonio dalla materia organica al suolo.

Può essere utilizzato come un ammendante del suolo (una sorta di fertilizzante naturale) e, una volta miscelato, ha diverse capacità: può aumentare la capacità di ritenzione idrica, migliorare la disponibilità di calcio (Ca), magnesio (Mg), zinco (Zn) e fosforo (P) del suolo e aumentare il rapporto C/N (Carbonio/Azoto) nel terreno. E' anche recalcitrante alla degradazione microbica e consente il sequestro a lungo termine di carbonio nel suolo. Il carbonio



Foto 1. Gasogeno in funzione

prelevato dall'atmosfera e dalla biosfera può essere rilasciato nel substrato di coltivazione molto lentamente per tempi molto lunghi, anche secoli, migliorando la fertilità del suolo stesso. Oltre agli effetti benefici diretti del biochar sulla concentrazione dei nutrienti e sulla crescita delle piante, alcuni studi hanno dimostrato anche la creazione di **condizioni ambientali sfavorevoli per i microrganismi patogeni e un impatto positivo sulle simbiosi radicali** (micorrize e comunità batteriche associate all'apparato radicale), associazioni particolari che contribuiscono a migliorare la resistenza delle piante agli organismi patogeni e l'assorbimento di elementi nutritivi (in particolare fosfato) e acqua anche dalla profondità del suolo, dove le radici delle piante non sono in grado di arrivare.

Nell'ambito del progetto, quindi, sono stati utilizzati **scarti di potatura derivanti da vari arbusti da siepe quali alloro, lentisco, ligustro e rosmarino per la produzione sia di energia sia di biochar, quest'ultimo da utilizzare anche come substrato di coltivazione additivo e sostituto della torba nella coltura in vaso o può essere incluso come componente nei substrati di coltivazione.**



**Foto 2.** Cippato

Il processo di combustione (o pirolisi) e i suoi parametri, come la temperatura finale, la pressione, la velocità di riscaldamento e la durata, influenzano notevolmente la qualità del biochar, nonché l'origine della materia prima da cui viene prodotto: infatti, a seconda dei diversi potenziali materiali (es. rifiuti organici urbani oppure ossa degli animali) da cui partire, il prodotto finale avrà differenti proprietà quali l'area superficiale, la presenza di micropori, la distribuzione delle dimensioni dei pori, la densità apparente, la capacità di fertilizzazione, la ritenzione idrica e la resistenza alla penetrazione.

**In Alpimed INNOV, inoltre, è stato riscontrato che il biochar può essere ulteriormente utilizzato per la produzione di energia con capacità termiche maggiori rispetto al cippato di legno, sia utilizzato in purezza sia miscelato al cippato in parti uguali.**

Utilizzi ulteriori del processo di combustione delle biomasse vegetali possono essere quelli della cosiddetta concimazione carbonica delle serre. Infatti, rilasciando nella serra i gas prodotti (principalmente anidride carbonica e vapore acqueo), il gasogeno può essere utilizzato per la concimazione verde che consiste nell'aumentare la concentrazione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) all'interno della serra. L'aumento di CO<sub>2</sub> in serra aumenta l'efficienza del processo fotosintetico (il quale consuma CO<sub>2</sub> e produce ossigeno) e questo fattore spesso comporta un aumento dello sviluppo delle piante, della loro produttività e una riduzione del ciclo colturale.

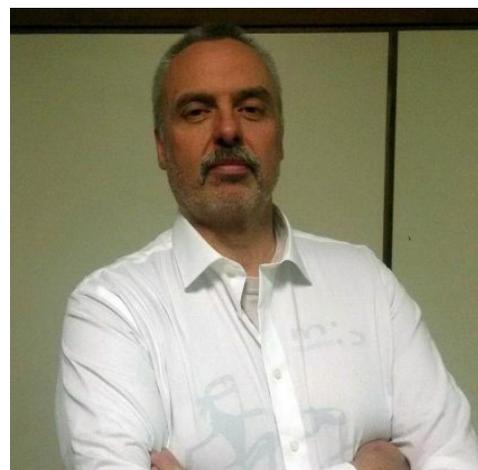
# @CREA Energia con il digestato: intervista a Giuseppe Corti, Direttore CREA Agricoltura e Ambiente

Di Micaela Conterio



Tema di grande attualità di cui si sente molto parlare, ma su cui esiste ancora molta incertezza e disinformazione, in particolare sul suo uso in agricoltura. Risultato del processo di digestione anaerobica, di una serie cioè di reazioni biochimiche che modificano la composizione della sostanza organica originale (effluenti zootecnici, biomasse vegetali, sottoprodotti di origine animale e agroindustriale), è al centro di un intenso e acceso dibattito: **sono maggiori i benefici o piuttosto i danni?**

Innanzitutto ha un alto valore fertilizzante, essendo ricco di sostanza organica e nutrienti (azoto e fosforo), e può essere usato in sostituzione di fertilizzanti di sintesi, contribuendo attivamente, quindi, alla riduzione delle emissioni di gas serra. Ma può, però, risultare dannoso per il terreno, se non adeguatamente compostato, perché mantiene una condizione di anossia (cioè mancanza di



ossigeno) che può danneggiare il pool di microrganismi presenti nel suolo. Senza trascurare che, per le aziende che lo producono, rappresenta un onere in termini di costi di stoccaggio e di smaltimento e, conseguentemente, di sostenibilità economica.

Solido e/o liquido: digestato sì o digestato no? Cerchiamo, quindi, di fare chiarezza con **Giuseppe Corti, Direttore CREA Agricoltura e Ambiente.**

## 1. Cos'è il digestato?

Il digestato altro non è che il residuo della digestione anaerobia degli scarti vegetali dell'agricoltura, cui viene aggiunta una determinata quantità di letame o di pollina (le deiezioni degli allevamenti di volatili) o di reflui zootecnici, che servono per dare avvio alla digestione anaerobica e per renderla più rapida. La presenza di deiezioni zootecniche, in aggiunta ai residui vegetali, è funzionale proprio a velocizzare il processo, che altrimenti sarebbe decisamente molto più lento.

## 2. Perché se ne parla tanto?

Se ne parla tanto perché, oltre ad essere una questione economica, oggi è sempre più anche e soprattutto una questione ambientale. Utilizzare insieme agli scarti vegetali, anche il letame, la pollina e/o deiezioni varie ci consente, infatti, di ottenere quei residui che possono essere impiegati all'interno dei digestori per produrre come risultato finale il metano. Avvalersene, però, non è semplicissimo, perché questo gas è un po' sporco e andrebbe, quindi, raffinato e, soprattutto emana cattivo odore, inibendone l'utilizzo nelle abitazioni.

Il sistema funziona, però, fintantoché produciamo impianti per la digestione di adeguate dimensioni. Se invece, come del resto è accaduto in molte zone dell'Italia, le dimensioni dei digestori sono eccessive, a quel punto non riusciamo ad alimentarli con i soli scarti provenienti dalle aziende agricole circostanti, ma ci troviamo nella situazione in cui, paradossalmente, siamo costretti a coltivare la terra per poterli far funzionare. In questo modo, abbiamo tradito quello che era lo scopo principale per cui sono nati, ossia l'uso di scarti a fini energetici. Così, invece, si coltiva per alimentare il digestore.

## 3. Perché è così importante ai fini energetici?

L'attuale congiuntura geopolitica e il conseguente aumento dei prezzi delle materie prime hanno reso ancora più evidente la dipendenza dell'Italia dall'estero per l'approvvigionamento energetico (l'80% dell'energia consumata dal Paese proviene dall'estero). Avere, quindi, la possibilità di produrre autonomamente energia è fondamentale, perché, anche se non riusciremo ad eliminare del tutto la nostra dipendenza dall'estero, potremmo sicuramente ridurla. È quindi necessario produrre energia, ma con accuratezza e intelligenza.

E qui sorgono problemi, ambientali e agricoli. I suoli sono da sempre stati utilizzati per produrre cibo e fibre. Oggi, invece, rischiamo di vederli utilizzati per produrre biomasse, spesso mais raccolto allo stato ceroso, che serve ad alimentare i digestori, insieme alle deiezioni animali. Bisogna considerare, innanzitutto, che le deiezioni rappresentano solitamente il 10% circa della massa utilizzata nei digestori, mentre la restante parte è costituita da biomassa vegetale. Ne serve veramente tanta, dunque.

Sarebbe stato meglio avere impianti più piccoli in grado di essere soddisfatti con gli scarti – o poco più – di una singola azienda o di qualche azienda consorziata, piuttosto che avere pochi impianti giganti, che poi rendono difficile recuperare i volumi di biomassa sufficiente per la loro alimentazione. E, soprattutto, per evitare che l'impianto risulti economicamente svantaggioso, cosa che costringe appunto a coltivare mais allo stato ceroso per alimentarlo e per produrre una determinata quantità di gas, il più delle volte utilizzata all'interno dell'azienda stessa, per alimentare motori destinati alla produzione di energia elettrica. Un

problema è comunque rappresentato anche dalle dimensioni troppo piccole dell'impianto: in questo caso il rischio è che venga meno l'economicità dell'investimento o quella della produzione di energia elettrica.

In un Paese come il nostro, con aziende piccole e piccolissime, trovare la giusta dimensione del digestore, in modo da non creare problemi ambientali ed etici e, allo stesso tempo, conservare l'economicità del sistema, compresa la remunerazione del capitale investito, può costituire un problema non da poco, da risolvere in maniera scientifica e non empirica.

## **4. Perché è importante per l'ambiente?**

È molto importante per l'ambiente sotto diversi punti di vista. Si pensa sempre che le deiezioni zootecniche siano un toccasana per i suoli e, per certi aspetti, innegabilmente lo sono: basti pensare all'accumulo di sostanza organica e microbica. Ma negli allevamenti si fa spesso ricorso agli antibiotici che, di fatto, passano attraverso il tratto digestivo degli animali e li ritroviamo nelle deiezioni prima e nei suoli poi, per essere assorbiti dalle piante e ingeriti dall'uomo. Come è stato comprovato dalla ricerca scientifica, questo porta, sull'uomo, alla resistenza proprio verso i microrganismi-target dell'antibiotico.

Diversamente, se il digestato che scaturisce dal digestore alimentato a biomassa e deiezioni viene poi sottoposto a un processo di compostaggio, si ha l'abbattimento degli antibiotici che erano presenti. In questo modo, il compost così ottenuto risulta essere sano, privo di antibiotici e in grado di ridare vitalità alle popolazioni microbiche del suolo.

La produzione di digestato, quindi, è importante non solo per la trasformazione e l'uso di scarti del comparto agricolo e agroalimentare, ma anche per l'azione di sanificazione delle deiezioni zootecniche, risultando vantaggiosa non solo per l'ambiente, ma anche per la salute umana. Per l'ambiente, infine, comporta un duplice vantaggio: da un lato l'uso di compost derivante da digestato è un ottimo prodotto, che favorisce la presenza di biodiversità nel suolo e la sua conseguente fertilità. Dall'altro, concorrendo all'incremento di fertilità, riduce la necessità di input chimici e di prodotti fitoiatrici, che servono a proteggere le piante da malattie e patogeni.

## **5. È possibile stimare la riduzione delle emissioni di gas serra e l'impronta carbonica?**

Certo che è possibile. Inserendo nel digestore biomassa vegetale e deiezioni zootecniche, la quantità di materia che viene realmente consumata dai microrganismi anaerobi è veramente minima ed è solo una parte di quella quantità ad essere trasformata in metano. Va notato che, rispetto all'anidride carbonica, il metano ha effetto serra 27 volte maggiore e sembrerebbe, quindi, essere più negativo e più impattante andare a produrre metano; ma, al contrario, siccome il metano viene recuperato per bruciarlo, durante la combustione si trasforma in anidride carbonica, riportando l'effetto del gas serra a quello dell'anidride carbonica prodotta per combustione. Pertanto, la produzione di metano da digestore anaerobio non è maggiormente responsabile dell'effetto serra perché, alla fine del processo, l'emissione è di anidride carbonica che si sarebbe comunque prodotta spontaneamente con la naturale degradazione della sostanza organica.

Da sottolineare che il digestato, se sottoposto a un compostaggio adeguato, va a costituire una sostanza organica stabile, che ha tempi di permanenza nel suolo, che vanno da alcuni anni ad alcune decine di anni. Si tratta, quindi, di un vantaggio per l'ambiente perché andiamo ad aggiungere al suolo una quantità di sostanza organica destinata a rimanerci per alcuni anni, che di fatto rappresenta uno stoccaggio di carbonio, seppur per un periodo limitato di tempo.

## 6. Qual è il bilancio costi-benefici per le aziende?

È innegabile che la costruzione del digestore rappresenti un costo non indifferente, ma se si riesce a ben calibrare le dimensioni dell'impianto sulla base della grandezza dell'azienda o delle aziende consorziate a questo scopo (le comunità energetiche potrebbero partire anche da qui) e sulla base dei sistemi colturali utilizzati, l'impianto diventa un investimento redditizio, oltre a rappresentare un vantaggio, seppur piccolo, per la bilancia energetica nazionale. Se invece, come spiegavo precedentemente, si esagera con le dimensioni e si è costretti a coltivare per mantenerlo, allora la faccenda cambia notevolmente, perché l'unica fonte di reddito è quella derivante dalla vendita del metano e dalla vendita dell'energia prodotta dalla combustione del metano.

## 7. Il CREA ci sta lavorando?

Il CREA sta programmando all'interno di un'azienda del Centro Agricoltura e Ambiente l'installazione di un impianto per la produzione di digestato e, quindi, di metano e, allo stesso tempo e nella stessa azienda, quella di un altro impianto che con l'uso di scarti dell'attività agricola e degli sfalci prodotti lungo le strade o dalle patate – d'accordo con le municipalità – produca, oltre al metano, anche alcol etilico. Si tratta di due processi completamente diversi, perché nel primo caso è una digestione anaerobica, mentre nel caso dell'alcol etilico di digestione semi-aerobica. Siamo di fronte a due prodotti completamente diversi: il metano, usato o venduto per produrre energia elettrica, e l'alcol per ottenere idrogeno, un altro gas destinato alla produzione di energia o come combustibile per macchine agricole. Il tutto con un supporto energetico fornito da pannelli fotovoltaici posti sul tetto dell'azienda stessa. Un sistema di questo tipo, a tutto tondo, rende il 40% in più dell'energia immessa per mantenerlo: è un investimento importante con ricadute positive per l'azienda, che produrrà sia il gas per rifornimento delle macchine agricole, ma anche alcol etilico, che ha un suo mercato.

# @CREA Energia con il pioppo/1, l'albero del popolo

Di Nervo / Bergante / Chiarabaglio



Scopriamo con il CREA Foreste e Legno le tante potenzialità del pioppo, “l'albero del popolo dei Romani”. Tra le tante utilità, approfondiremo in particolare quella energetica e vedremo tutto quello che la ricerca ha messo a punto per valorizzarne la produttività e la resistenza a stress biotici e abiotici e per ridurre l'impatto ambientale.

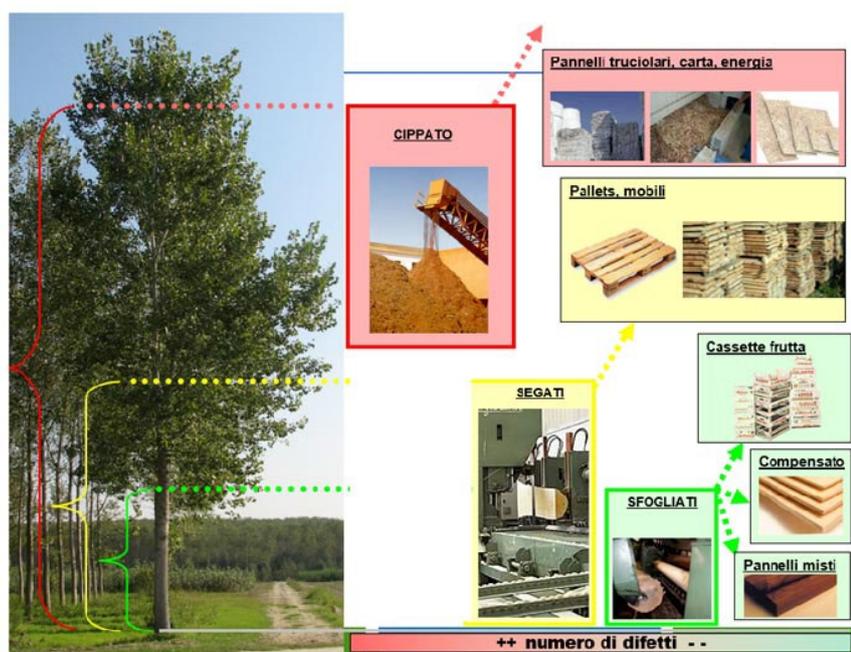
Così l'avevano chiamato i Romani che ne conoscevano bene tutti i pregi ed i possibili utilizzi. Con vicende alterne ha attraversato i secoli, ma solo agli inizi del '900 il pioppo, in quanto specie legnosa a rapida crescita, è stato oggetto di intense attività di miglioramento genetico, basate su un'accurata scelta dei genitori da incrociare per ottenere cloni sempre più performanti.

In Italia la coltivazione del pioppo interessa oggi circa 50.000 ha, prevalentemente distribuiti in Pianura Padana lungo l'asta fluviale del Po, su terreni agrari. Il legno prodotto è destinato a diversi **impieghi sia industriali che energetici** con un prevalente utilizzo per la produzione di pannelli di compensato per il settore dell'arredo, interni di camper, caravan e navi. A tale comparto vengono solitamente destinati gli assortimenti migliori che, di fatto, assicurano anche una maggior remunerazione ai pioppicoltori. Altre utilizzazioni fanno riferimento al settore degli imballaggi tra cui le cassette per ortaggi, frutta e formaggi, oltre alla produzione di pallet, altri tipi di pannelli a base legno, pasta di cellulosa per l'industria cartaria e cippato per il settore

bioenergetico. Un certo interesse è anche rivolto all'utilizzo in componenti migliorate dal punto di vista tecnologico usate in bioedilizia come le travi lamellari e le pareti in pannelli coibentati e fonoassorbenti.

Le numerose specie di pioppo (*Populus* spp.), come ad esempio *P. nigra* L., *P. deltoides* Bartr., *P. alba* L., *P. canadensis* Moench (e tante, tante altre) si sono sviluppate naturalmente nelle zone temperate dell'emisfero boreale, dall'America alla Cina, ma oggi la loro coltivazione si spinge anche ad altre zone nell'emisfero Australe, in particolare in Argentina. **Il pioppo è da sempre apprezzato per alcune caratteristiche peculiari come la rapidità di crescita, la facilità di radicazione e propagazione, una discreta adattabilità a differenti condizioni ambientali e le caratteristiche tecnologiche del legno quali leggerezza e colore chiaro. In soli 9-10 anni cloni selezionati di pioppo possono fornire quantitativi di legname paragonabili a quelli prodotti in 30-40 anni da altre specie arboree da legno come querce, castagni e noci.** Dopo un periodo di contrazione delle superfici coltivate, a causa dei prezzi di mercato del legno relativamente bassi e del maggior interesse economico per colture agrarie annuali come cereali e foraggere, negli ultimi anni si è invertita la tendenza a seguito della maggior richiesta di legname sia a livello nazionale che internazionale e del conseguente aumento dei prezzi ritornati ad essere competitivi ed interessanti anche per i pioppicoltori.

Inoltre, l'adozione di sistemi di coltivazione sempre più sostenibili, messi a punto a seguito di intense attività di ricerca e sperimentazione e basati **sia sull'utilizzo di cloni resistenti alle principali avversità biotiche (malattie ed insetti) ed abiotiche (siccità, in particolare) sia su pratiche e modelli colturali più rispettose dell'ambiente** e coerenti con i disciplinari di produzione sviluppati in numerosi Paesi tra cui l'Italia, ha consentito di evidenziare la particolare rilevanza ambientale della pioppicoltura rispetto alle colture agrarie annuali ad elevata intensità, ed i vantaggi derivanti dai molteplici 'servizi ecosistemici' forniti alla collettività. **Oltre ad un elevato assorbimento di anidride carbonica stoccata all'interno del legno in maniera prolungata, l'elevata rapidità di crescita della pianta e lo sviluppo degli apparati radicali possono risultare favorevoli nelle tecniche di fitodepurazione di acque inquinate, nella protezione dei suoli e nella prevenzione del dissesto idrogeologico, contribuendo al benessere dell'ambiente anche per gli aspetti legati al mantenimento della biodiversità e del paesaggio.**



Prendendo in esame le diverse modalità di coltivazione del pioppo va rilevato che dal sistema tradizionale di conduzione del pioppeto, con turno di taglio generalmente decennale, è possibile ottenere legname da destinare alle diverse possibilità di utilizzazione precedentemente descritte. Infatti, comunemente, si dice che il pioppo è un po' come il maiale, non si butta via niente (Figura 1). Tuttavia, esistono anche coltivazioni appositamente dedicate a produrre legno principalmente per scopi energetici; la Tabella 1 schematizza le caratteristiche dei modelli di seguito descritti.

**Figura 1.** “Il pioppo è un po' come il maiale, non si butta via niente”. Possibili assortimenti legnosi che si possono ottenere da una pianta di pioppo adulta coltivata in pioppeto.

	Pioppeto	SRC
Specie	Pioppo	Pioppo, salice, robinia, eucalipto...
Densità di impianto	250-300 p ha-1	1100-12000 p ha-1
Taglio	Decimo anno, non ripetibile	Secondo, quarto, quinto anno, ripetibile
Obiettivo	Legno di qualità	Quantità
Prodotto principale	Legno per pannelli, segati	Cippato, segati

**Tabella 1.** Caratteristiche principali dei modelli colturali applicati a pioppo.

## Coltivazione tradizionale: il pioppeto

La coltivazione tradizionale (Figura 2) prevede (nel nostro Paese) di piantare le piante di pioppo (pioppelle) a distanza di circa 6 metri tra le file e sulla fila (6 × 6); queste verranno coltivate per circa 10 anni con l'intento di ottenere legno di qualità per produrre sfogliato per pannelli di compensato (Figura 3), segati e altro materiale per imballaggi di legno, mentre con le ramaglie sarà possibile produrre cippato per energia.

**Figura 2.** Aspetto di una coltivazione tradizionale di pioppo (pioppeto) a maturità.



## I pannelli di compensato prodotti con pioppo sono utilizzati per costruire mobili.

Sono formati da più fogli di legno ottenuti per sfogliatura del tronco (non per segazione, né per trancia, vedete il link) che vengono incollati, uno sull'altro, con le fibre del legno disposte in posizione perpendicolare. Questo perché le caratteristiche tecnologiche di ogni legno, pioppo compreso, non sono uguali in tutte le direzioni (si dice che il legno è 'anisotropo') e, alternando le direzioni nella costruzione del pannello, si 'compensano' le differenze di comportamento tecnologico. Il numero di fogli incollati è sempre dispari e variabile. Le due facce esterne del pannello sono quelle di maggior pregio, non hanno difetti, e saranno presumibilmente ricoperte con trancia di altri legni (nei mobili di maggior pregio) oppure con stampe di vario tipo.

**Figura 3.** Pannelli di compensato di pioppo di differente spessore. Lo spessore può dipendere sia dallo spessore dei singoli fogli, sia dal numero di fogli incollati.



Per produrre legno di buona qualità le cure colturali al pioppeto possono essere molteplici e diversificate nel tempo; dalla potatura nei primi anni dopo l'impianto al controllo periodico delle malerbe infestanti e delle

malattie parassitarie, all'irrigazione e nutrizione. Quanto queste cure possano essere ridotte senza intaccare la qualità del prodotto è da sempre oggetto di studio.

**Da molti anni in Italia viene coltivato in piantagioni tradizionali prevalentemente un solo clone; si tratta del clone di pioppo denominato 'I-214', selezionato da Giovanni Jacometti nel 1929.**

## Clone

**Clone** significa che tutte le piante coltivate di 'I-214' sono esemplari propagati della stessa pianta, ottenuta negli anni '20 e mantenuta vegetativamente fino ad oggi per garantirne l'identità e le stesse caratteristiche genetiche.

Clonare un pioppo, una volta ottenuta una pianta con caratteristiche ottimali, è semplicissimo: basta tagliare un ramo o una porzione di fusto, piantarla nel terreno e aspettare che faccia nuove radici e germogli. Così la coltivazione specializzata generalmente non si fa a partire da semi ma da talee o pioppelle, cioè fusti privi di radici di uno o due anni. I cloni disponibili sono molti, circa 80, ma in pratica pochi sono quelli coltivati (a titolo di esempio 'San Martino', 'Lux', 'AF8', 'Diva', 'Tucano', 'Villafranca').

Si tratta di un clone di pioppo molto valido per la buona capacità di crescita ed adattabilità a differenti condizioni ambientali, ma che richiede interventi per il controllo e la difesa da pericolose malattie crittogamiche ed insetti.

Tra le principali innovazioni verificate negli ultimi 30 anni in questo settore, anche grazie alle numerose attività di ricerca e alla collaborazione tra i diversi attori della filiera, vanno certamente evidenziati i risultati ottenuti dal miglioramento genetico, che ha permesso la costituzione di nuovi cloni di pioppo più produttivi di 'I-214' e resistenti a molte malattie fungine oltre all'afide lanigero. Tutto ciò senza ricorrere a manipolazioni genetiche non autorizzate, quindi "no OGM" (Organismi Geneticamente Modificati), la cui coltivazione nel nostro Paese non è permessa.

**Le caratteristiche genetiche di questi cloni migliorati erano già presenti nel patrimonio genetico delle varie specie di pioppo e sono state valorizzate selezionando i genitori da utilizzare per ottenere una nuova serie di cloni chiamati a 'Maggior Sostenibilità Ambientale' (MSA), proprio perché possono essere coltivati riducendo al minimo o evitando i trattamenti chimici.**

Utilizzando questi cloni è più semplice adottare i protocolli di certificazione forestale recentemente messi a punto per una coltivazione a minor intensità, quindi più "amica" dell'ambiente. **I protocolli maggiormente utilizzati a livello internazionale fanno riferimento al Forest Stewardship Council (FSC) e al Programme for Endorsement of Forest Certification (PEFC);** la certificazione è volontaria per il coltivatore/proprietario e permette di dimostrare che il proprio prodotto legnoso è stato ottenuto con un maggior rispetto dell'ambiente. Avrete sicuramente più volte visto queste sigle FSC o PEFC, soprattutto su prodotti in carta come borse, quaderni, imballaggi, ecc. Alcuni pioppicoltori hanno aderito volontariamente alla certificazione e da qualche mese, in certi comprensori pioppicoli è possibile vendere il pioppeto certificato ad un prezzo un po' superiore rispetto al non certificato; questo è veramente molto importante in quanto il mercato sta riconoscendo al coltivatore il suo servizio ambientale.

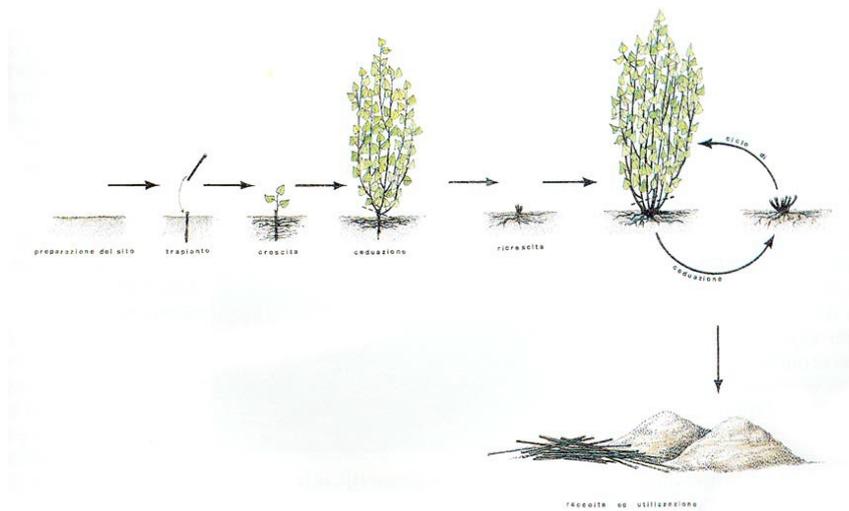
Un ettaro di pioppeto contiene solitamente 277 piante e produce mediamente 220 m<sup>3</sup> di legno pari a circa 1500 quintali di legno verde.

Un clone di pioppo coltivato, al decimo anno, pronto per l'abbattimento, ha un volume di circa 1 m<sup>3</sup>. Se è stato coltivato bene, circa il 40 % di questo volume verrà destinato alla produzione di pannelli di compensato.

## Coltivazione per biomassa: le SRC

Se però il punto è produrre grandi quantità di cippato, anche di scarsa qualità (tanto lo devo bruciare!) ed in poco tempo, conviene cambiare metodo culturale.

Negli anni '90 è stata introdotta in Italia l'**arboricoltura a ciclo breve** (Figura 4) o **Short Rotation Coppice (SRC) in inglese**. Con **due differenti modelli** applicati a specie a rapida crescita come **pioppo, salice, robinia ed eucalipto** è possibile (raggiungere il fine produttivo) ottimizzare le rese produttive in funzione degli ambienti di coltivazione.



**Figura 4.** Schema colturale dell'arboricoltura a ciclo breve

Il **modello 'biennale' o a densità elevatissima** (Figura 5) prevede di coltivare in media **10.000 piante per ettaro** (277 sono nel pioppeto!); qui le piante ovviamente non possono crescere molto, vengono raccolte ogni 2 anni e tritate; poi le ceppaie sono in grado di produrre nuovi polloni e ricominciare; con questo modello si fa solo legno da tritare per produrre

pannelli truciolari o biomasse lignocellulosiche per produrre energia nelle centrali termiche o termoelettriche.

L'**altro modello, chiamato 'quinquennale'** (Figura 6) prevede di coltivare circa **1.500 piante per ettaro, per 5 anni circa**. Questo modello assomiglia più ad una piantagione come un pioppeto, ma al quinto anno si raccoglie ed il legno può essere tritato o, in base alle dimensioni, usato per segati da imballaggio o carta. Anche in questo caso le ceppaie potranno produrre nuovi polloni.



**Figura 5.** Aspetto di una coltivazione SRC con modello biennale

**Figura 6.** Aspetto di una coltivazione SRC con modello quinquennale



Ci sono **cloni di pioppo selezionati per essere coltivati con questi modelli** (per i quali si possono anche usare altre specie, come il salice o la robinia). La differenza con gli altri cloni è però minima: sono piuttosto rustici, hanno una crescita molto rapida in fase giovanile (nei primi 4 anni solitamente) e non sono stati **valutati** per il portamento della pianta e la qualità del legno, ma piuttosto per la loro **abilità a sopportare la ceduzione**. Alcuni sono **MSA, cioè resistenti alle principali malattie del pioppo**, ed in futuro lo saranno probabilmente tutti, salvo l'avvento di nuovi insetti o malattie.

Questo **modello per produrre biomassa è in genere usato anche per fitodepurazione, cioè per 'stabilizzare', 'estrarre' o 'distruggere' inquinanti nel terreno, (oppure per coltivare un terreno inquinato non più utilizzabile per produrre cibo) e nelle acque. Il modello è valido in quanto il pioppo e il salice funzionano bene per assorbire inquinanti ed il legno asportato può essere utilizzato per produrre energia permettendo così di valorizzare un terreno mentre lo si depura.**

# @CREA Energia (ma anche risparmia) con il Pioppo/2: energia pulita da coltivare

Di Chiarabaglio / Bergante



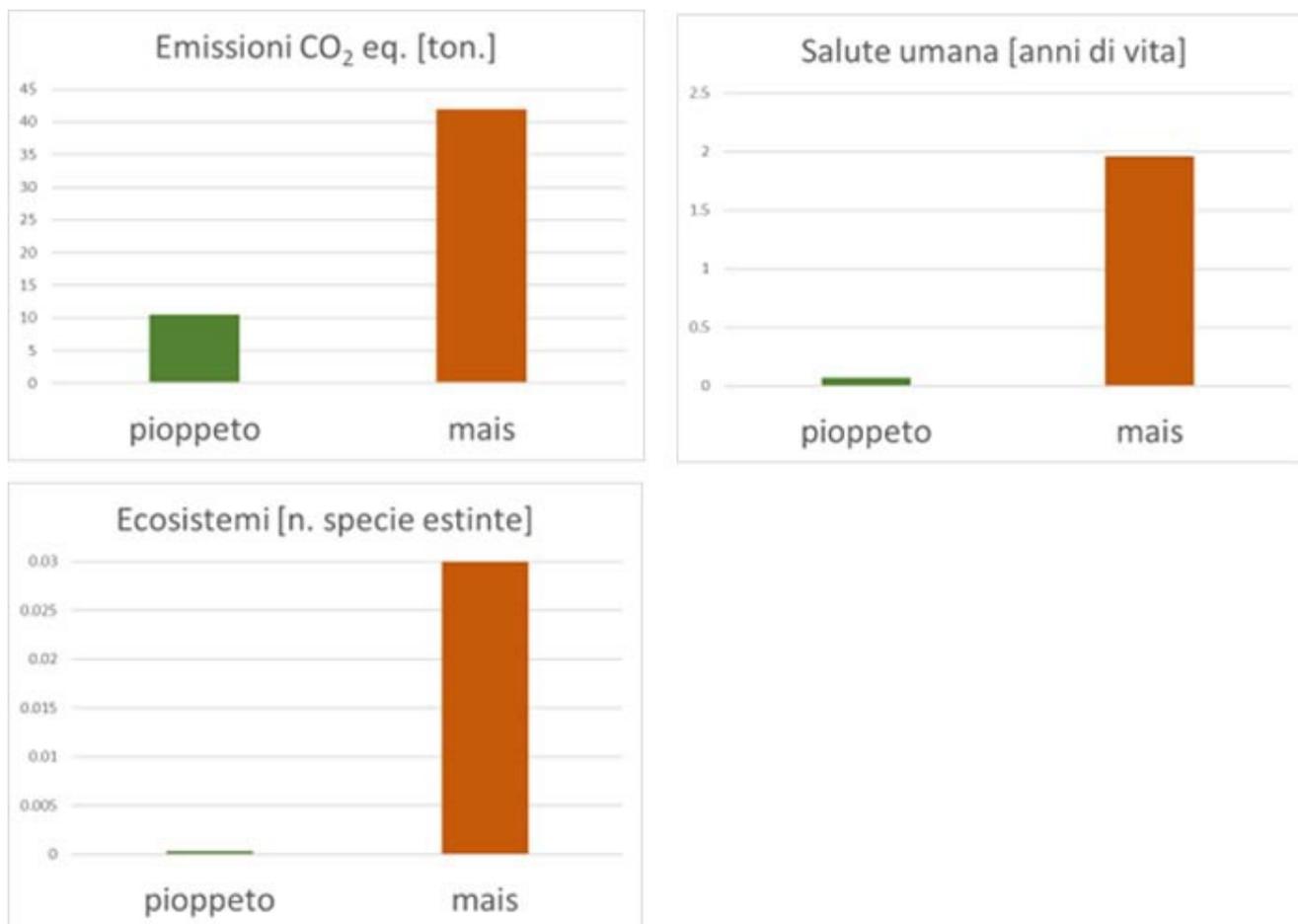
Rispetto ad una coltura agricola tradizionale, il pioppo ha un minore impatto sull'ambiente e richiede meno energia. Una performance che, in particolare sotto il profilo idrico, può essere ulteriormente migliorata con l'introduzione dei cloni MSA e della certificazione. L'esperienza del CREA Foreste e Legno

Coltivare pioppo fornisce (tra le altre cose) energia rinnovabile e fa bene all'ambiente! Certo, se paragoniamo gli effetti benefici di un pioppeto rispetto ad un bosco, non c'è storia, meglio il bosco. Ma se dobbiamo coltivare e produrre, anche a fini energetici, rispetto ad altre coltivazioni agricole, il pioppo permette di ridurre l'impatto sull'ambiente. E, grazie all'analisi del ciclo di vita (LCA), lo possiamo dimostrare con numeri e grafici. In questo articolo mettiamo a confronto prima un pioppeto con le colture agricole più diffuse e poi tre differenti metodi di coltivazione del pioppo, studiando in ogni situazione l'impatto sull'ambiente.

## Pioppo versus mais

L'analisi del ciclo di vita (LCA) è stata utilizzata per effettuare valutazioni dell'impatto della coltivazione del pioppo a confronto con altre colture agricole, in particolare con il mais. Le coltivazioni sono state analizzate dall'impianto/semina, alla raccolta e l'unità di misura comune è stata l'ettaro di coltura. Riguardo a questa analisi sono stati scelti tre indicatori: le emissioni di gas climalteranti (CO<sub>2</sub>eq), l'impatto sulla salute umana e sugli ecosistemi.

Per quanto riguarda le **emissioni gas serra**, la pioppicoltura tradizionale risulta **4 volte meno impattante rispetto alla coltivazione del mais**. Gli **effetti sulla salute umana** (impatto di prodotti chimici inquinanti ad esempio) sono ben **28 volte più critici per il mais**; per quanto riguarda la **sfera degli ecosistemi, la maiscoltura provoca un danno stimato 100 volte superiore rispetto al pioppo** (Figura 1).



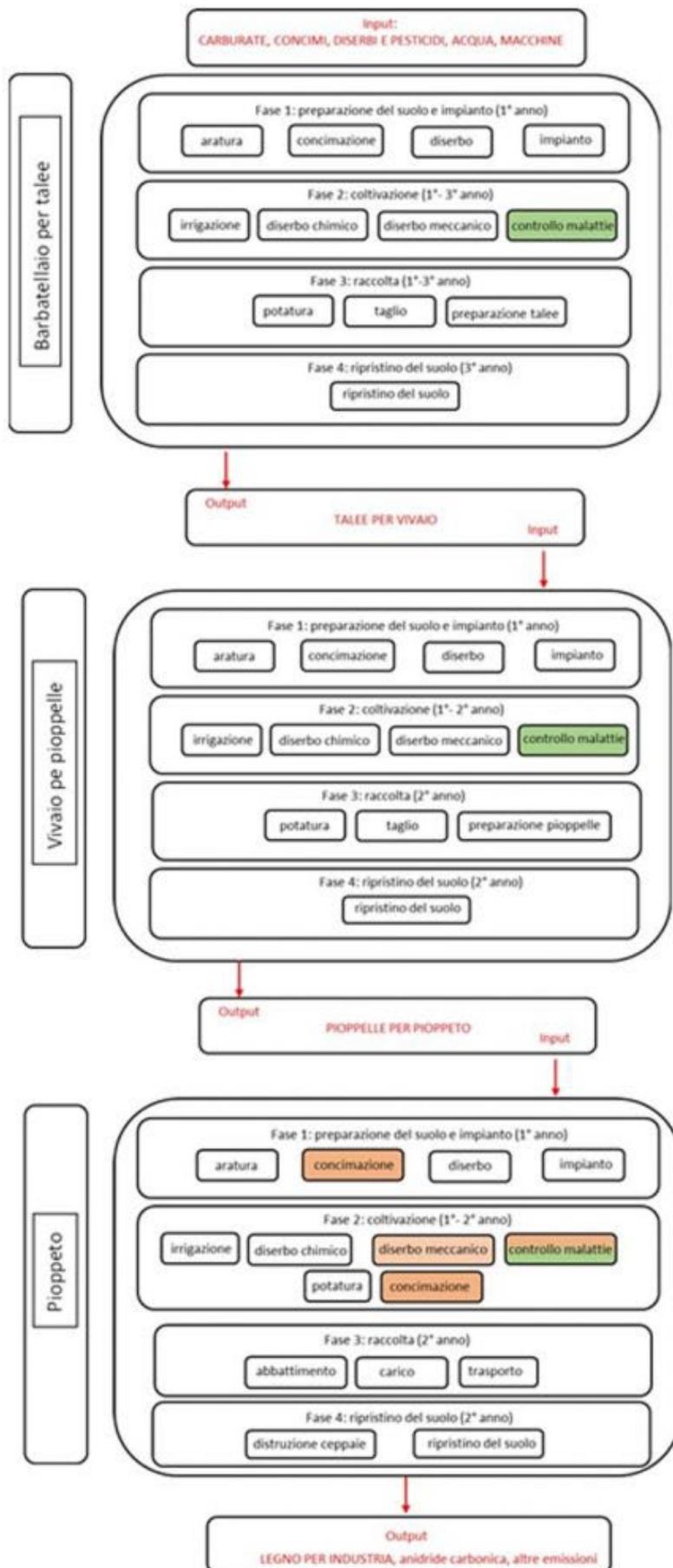
**Figura 1.** Differenti impatti della coltivazione tradizionale del pioppo, confrontati con gli impatti derivati dalla coltivazione di mais.

La pioppicoltura, quindi, **rispetto al mais, incide molto meno** sugli indicatori relativi ai cambiamenti climatici (emissioni di gas ad effetto serra), alla salute umana e ai danni ambientali. Ciò deriva dalle **tecniche di coltivazione** che risultano **meno impattanti**, soprattutto per quanto riguarda l'impiego dei prodotti fitosanitari che sono piuttosto contenuti rispetto alle coltivazioni agrarie annuali e che, in ogni caso, sono distribuiti su un turno di coltivazione di 10 anni, mentre le colture annuali agrarie necessitano di trattamenti in ogni ciclo colturale.

## Confronto tra differenti metodi colturali per il pioppo

Una volta stabilito che coltivare pioppo presenta vantaggi dal punto di vista ambientale rispetto ad altre colture, ci siamo poi chiesti quale possa essere il reale risparmio ambientale ottenuto passando da una coltura tradizionale con il clone 'I-214' a quella con un clone a Maggior Sostenibilità Ambientale (MSA) e a quella certificata PEFC (*Programme for Endorsement of Forest Certification*) con un clone MSA.

Per la nostra LCA abbiamo quindi confrontato un pioppeto coltivato con 'I-214' e metodo tradizionale (arature, controllo delle infestanti, trattamenti chimici), un pioppeto coltivato con clone MSA chiamato 'Diva' e metodo tradizionale ed un pioppeto coltivato con 'Diva' e metodo certificato PEFC. Per ogni tipologia di pioppeto, di durata decennale, abbiamo introdotto anche due anni di coltivazione di vivaio e tre anni di coltivazione di barbatellaio, cioè delle coltivazioni necessarie a produrre le piantine da coltivare. La durata complessiva della coltura considerata dalla culla (barbatellaio) alla tomba (piante adulte pronte all'abbattimento) è stata quindi di 15 anni. In Figura 2 è riportato il ciclo colturale completo e sono evidenziate con i colori le fasi che subiscono cambiamenti in base ai modelli considerati.



**Figura 2.** Schema e input colturali dal barbatellaio, per produzione di talee, al pioppeto. In verde le operazioni ridotte grazie a cloni MSA, in arancio le operazioni ridotte con il protocollo di certificazione PEFC

Come unità di misura abbiamo scelto 1 ha di coltivazione. Tra i vari impatti ambientali abbiamo considerato:

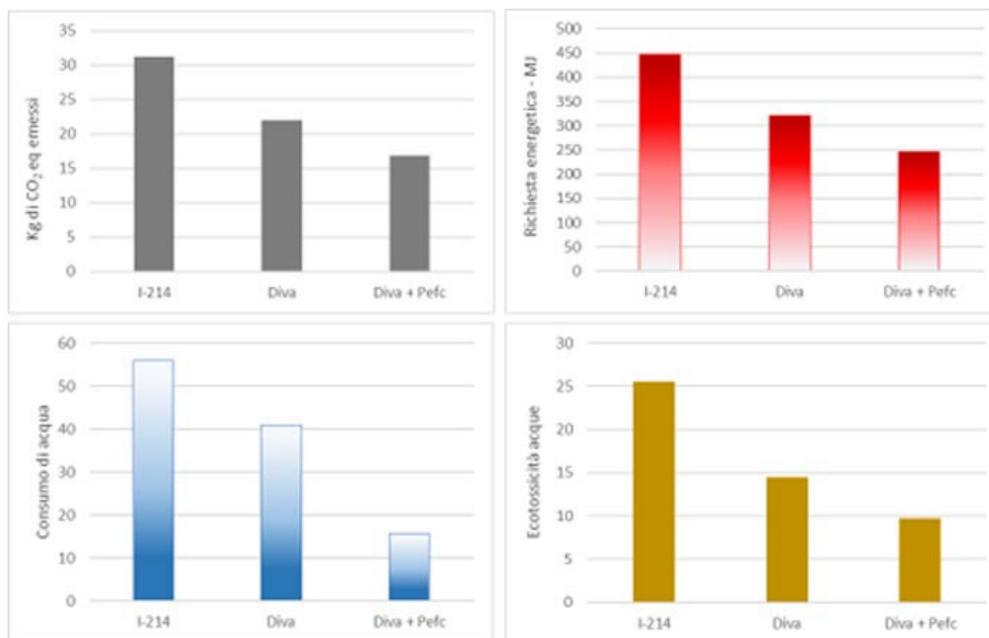
- emissioni in atmosfera di gas serra (CO<sub>2</sub>eq.), facendoli equivalere tutti all'anidride carbonica, cioè moltiplicandone la quantità per il rispettivo *Global Warming Potential (GWP)*, il potere di surriscaldamento dell'atmosfera, che è diverso per ogni gas;

- assorbimento di energia (in MegaJoule – MJ) richiesto per la coltivazione;

- grado di ecotossicità per le acque (superficiali o sotterranee indifferentemente) espresso come indice in CTUe;

- consumo di acqua (m<sup>3</sup>), acqua utilizzata per coltivare.

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera abbiamo inoltre effettuato un bilancio con la quantità di CO<sub>2</sub> assorbita dalle piante durante la loro crescita. Durante la fotosintesi, le piante assorbono anidride carbonica che utilizzano per produrre zuccheri (e, a cascata, altre molecole utili) per la loro crescita. Il carbonio, presente nell'anidride carbonica viene inglobato nei tessuti legnosi di radici, fusto e rami, partecipando alla crescita della pianta. Se bruciamo questo legno la CO<sub>2</sub> inglobata viene riemessa in atmosfera, ma se lo usiamo per costruire mobili, la CO<sub>2</sub> rimarrà stabilmente inglobata e non tornerà in atmosfera. È possibile stimare quanta CO<sub>2</sub> è stata inglobata da una pianta attraverso il peso (possiamo conoscere il peso di fusto e rami, ma non quello delle radici che spesso nei calcoli è scartato, quindi la stima è per difetto).



**Figura 3.** Impatti ambientali per 1 ettaro di coltivazione; 'I.214'= modello tradizionale intensivo, 'Diva'= modello tradizionale intensivo con cloni MSA, 'Diva+Pefc'= modello certificato con cloni MSA

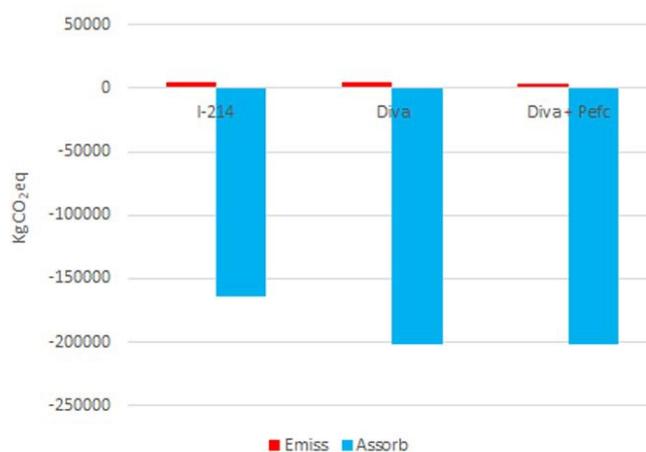
**Il pioppeto tradizionale con 'I-214' registra sempre i valori più alti, sia per emissioni di gas serra, che per consumo energetico, consumo e inquinamento delle**

**acque.** Questo è prevalentemente dovuto al maggior numero di trattamenti necessari e di interventi di controllo delle infestanti. **L'utilizzo di un clone MSA riduce di molto questi impatti e ciò è dovuto in parte alla limitazione dei trattamenti ed in parte alla maggior produzione del clone.** Questi nuovi cloni infatti possono produrre, nello stesso tempo, fino al 15% in più rispetto ad 'I-214' utilizzando le stesse risorse. **L'applicazione del protocollo PEFC permette un ulteriore risparmio, soprattutto sul consumo di acqua,** poiché oltre a limitare alcuni interventi prevede espressamente la coltivazione del pioppo in aree con disponibilità idrica naturale adeguata.

## In conclusione

Come abbiamo visto all'inizio, tutti questi modelli sono comunque vantaggiosi rispetto ad una coltura agraria tradizionale. Il pioppo è un grande assorbitore di CO<sub>2</sub>. Per i tre modelli, abbiamo calcolato emissioni ed assorbimenti totali dovuti alla coltivazione di 1 ha di pioppeto (Figura 4). Come si può notare gli assorbimenti di anidride carbonica in tutti i casi, sono stati circa 30 volte superiori alle emissioni prodotte per la coltivazione.

**Figura 4.** Rapporto tra emissioni ed assorbimenti di anidride carbonica nei pioppeti di 1 ha coltivati con i tre differenti metodi.



Da una parte quindi abbiamo dimostrato **che coltivare pioppo permette di risparmiare notevoli impatti sull'ambiente e notevoli quantità di energia e che l'introduzione dei cloni MSA e della certificazione possono ulteriormente ridurre questi impatti;** dall'altra parte abbiamo dimostrato che, per quanto possano essere elevate le emissioni di anidride carbonica legate alla coltivazione del pioppo, le piante, attraverso la crescita, saranno in grado di assorbirne quantità dalle 30 alle 40 volte maggiori.

Questi dati sono stati raccolti ed elaborati nell'ambito di una preziosa tesi di laurea condotta in collaborazione con il Politecnico di Torino. Per chi fosse interessato ad approfondire l'argomento la tesi è disponibile al link:

<https://webthesis.biblio.polito.it/view/creators/Deidda=3AAndrea=3A=3A.default.html>

# @CREA Energia con gli scarti delle potature

Di Bergante / Acampora / Civitavecchia



Gli scarti agricoli – principalmente le potature, le paglie ed i residui della lavorazione di prodotti agricoli (gusci e noccioli per esempio) – potrebbero essere fondamentali come fonte energetica per lo sviluppo di filiere energetiche locali, perché permettono di ottenere materiale lignocellulosico da impianti dedicati alle produzioni alimentari o foraggere senza impegnare ulteriori terreni e senza richiedere ulteriori emissioni di CO<sub>2</sub> per la sua coltivazione. La possibilità di avviare questo materiale alla pellettizzazione permette di migliorarne le qualità ed introdurlo nella filiera commerciale. Scopriamo come viene effettuata questa attività, sia dal CREA Foreste e Legno sia dal CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari

## Un po' di storia recente

Nei primi anni 2000 in Italia la ricerca sulle biomasse per energia era particolarmente attiva. Presso il CREA, molti gruppi di ricerca stavano lavorando sulla valutazione di specie arboree ed erbacee con elevate produzioni, su modelli colturali ottimali e sullo sviluppo della meccanizzazione.

Quando le prime grandi centrali termoelettriche a cippato (legno ridotto in scaglie, con dimensioni variabili da alcuni millimetri a qualche centimetro) iniziarono a funzionare, risultò chiaro a tutti, ciò di cui ricercatori, politici ed agricoltori stavano discutendo da tempo: per alimentare costantemente le centrali a cippato era necessario investire vaste aree agricole per la coltivazione dedicata di specie legnose. Non si poteva sperare

di ottenere tutto il materiale dai boschi, per cui si dovevano coltivare appositamente alberi da abbattere e tritare per ottenere legno. Questo aveva – ed ha tutt’ora – molti risvolti positivi, tra cui l’impiego di manodopera nelle zone rurali, l’assorbimento di anidride carbonica, la maggior salvaguardia del suolo, ma allo stesso tempo richiedeva di sottrarre molta terra alle produzioni alimentari e foraggiere. Dedicare i terreni marginali, poco produttivi alle biomasse non era, e non è oggi, una soluzione; tanto più che nel 2014 è stato emanato il “pacchetto clima energia 2030”, attraverso il quale l’UE intende raggiungere specifici obiettivi di risparmio energetico ed utilizzo di fonti rinnovabili. Con la recente crisi energetica legata alla guerra è inoltre aumentata la sensibilità verso una maggior autonomia energetica dall’utilizzo di fonti fossili esauribili e dai loro fornitori. Già in passato, per rispondere a queste necessità, alcuni gruppi di ricerca avevano iniziato a rivalutare ciò che prima era considerato ‘scarto’ agricolo, ovvero principalmente le potature, le paglie ed i residui della lavorazione dei prodotti (gusci e noccioli per esempio) come fonte energetica. Usualmente questo materiale viene eliminato attraverso la combustione diretta a cielo aperto, operazione tra l’altro vietata. Per vari motivi, tra cui la difficoltà di programmare e collezionare le forniture e per le caratteristiche disomogenee (e poco performanti) del materiale, alcuni scarti agricoli sono ancora oggi spesso solo una fonte ‘domestica’ di energia e faticano ad entrare nel circuito delle grandi forniture. Alcune ricerche, effettuate nel recente passato, hanno tuttavia dimostrato che questi materiali potrebbero essere fondamentali nel caso di sviluppo di filiere energetiche locali.

Di seguito riportiamo i risultati di due importanti esperienze condotte da due differenti centri del CREA: Foreste e Legno (FL) ed Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (IT) volte a ottimizzare il recupero di questi ‘scarti’.

La ricerca del CREADal 2006 il centro FL ha partecipato ad una ricerca con il compito di quantificare i residui delle potature dei nocciolati presenti nella zona delle Langhe (prevalentemente impegnati a rifornire le vicine Ferrero e Novi, con la varietà di nocciola ‘Tonda Gentile delle Langhe’) ma anche di studiare una logistica ottimale per la raccolta e il conferimento del materiale legnoso. Alcuni anni più tardi IT ha condotto un’esperienza simile sui nocciolati del Centro Italia, nel Viterbese, finalizzata a valutare la produzione di pellet di legno di nocciolo, come mezzo per migliorare la qualità del combustibile e renderlo più facilmente commercializzabile.

Le attività di FL sono state condotte con i finanziamenti di Regione Piemonte, grazie al progetto di durata triennale ‘Pota&Ricicla’.

## ‘Pota&Ricicla’

“Ecosostenibilità della potatura meccanica del nocciolo e convenienza al recupero delle biomasse prodotte”.

Il gruppo di lavoro era composto dal capofila Regione Piemonte, settore Sviluppo Agricolo, da Piemonte Asprocor, poi confluito nel CReSO – Consorzio di Ricerca Sperimentazione e Divulgazione per l’Ortofrutticoltura piemontese, dall’Istituto di Frutticoltura dell’Università Cattolica di Agraria del Sacro Cuore (Piacenza), e dalla sede FL di Casale Monferrato.

La finalità della ricerca era legata alla valutazione di differenti metodi di potatura, tra cui potatura manuale (tradizionale) e meccanizzata, con l’ausilio di trattore e attrezzature appositamente progettate, all’effetto sulla qualità e quantità dei frutti e sul quantitativo e tipologia di biomassa ricavabile per scopi energetici. Si trattava, in sostanza di conoscere il peso ottenibile di legna da ardere per ogni ettaro di nocciolato, ricavabile con le diverse potature e come, in base alle caratteristiche delle potature, questa legna poteva essere raccolta ed utilizzata. Quest’ultima valutazione era affidata al CREA e qui se ne presentano i risultati.

La seconda esperienza, nata nell’ambito del progetto ‘Agroener’, è stata condotta in provincia di Viterbo ed incentrata sulla possibilità di convertire la biomassa residuale in pellet. Lo scopo era quello di valorizzare

materiali legnosi di basso valore commerciale, realizzando un prodotto di maggiore interesse commerciale e merceologicamente superiore, sia in termini qualitativi che energetici.

## AGROENER

Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia" (D.D. n. 26329/2016) è finanziato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (Masaf, ex Mipaaf) e coordinato dal CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari. Ha durata di 7 anni e mezzo: inizio 09/06/2016 – fine 31/12/2023.

Il progetto si articola all'interno del comparto delle agrobioenergie, sviluppando tematiche riguardanti:

l'efficienza energetica di macchine ed impianti;

l'utilizzo delle biomasse solide (sottoprodotti agroforestali);

il recupero dei sottoprodotti agroindustriali per la filiera del biogas;

l'utilizzo di colture dedicate come matrice per l'estrazione di biocombustibili e/o biolubrificanti nei cicli produttivi delle bioraffinerie integrate;

azioni di dimostrazione e trasferimento delle conoscenze in merito allo sviluppo di impianti di microgenerazione con analisi della sostenibilità e delle principali criticità.

Tutte le informazioni possono essere trovate al seguente link: <https://agroener.crea.gov.it/>



Figura 1. Filare di nocciolo nel viterbese, allevato a cespuglio.

Come prima cosa sono stati individuati quattro campi di nocciole (corileti) commerciali maturi per le prove di potatura e raccolta, in località: Diano D'Alba (CN), Sinio (CN), La Morra (CN) e Calamandrana (AT), selezionati in base a differenze pedoclimatiche, in modo da rappresentare differenti possibili realtà colturali del nocciolo in Piemonte. Un quinto corileto, oggetto delle prove in Centro Italia, si aggiunge all'elenco. Tutti i corileti erano allevati a cespuglio (Figura 1), (l'alternativa è l'allevamento ad alberello che prevede una potatura iniziale intensa finalizzata a selezionare un solo fusto principale). In tabella 1 sono riportate le caratteristiche dei corileti considerati.

Sito	Giacitura campo	Altitudine (m s.l.m.)	Età dell'impianto (anni)	Spaziatura tra le piante (m)
Sinio (CN)	Leggera pendenza	551	18	5 × 5
Diano D'Alba (CN)	Pianura	239	13	6 × 5
La Morra (CN)	Leggera pendenza	421	15	4 × 7
Calamandrana (CN)	Pianura	140	6	5 × 6
Viterbo	Pianura	330	30	5 × 5

Tabella 1. Sito e caratteristiche principali dei nocioleti considerati nelle prove.

Sui nocioleti dell'albese sono state applicate le seguenti potature:

- Potatura manuale;
- Potatura meccanizzata (Figura 2)
- Nessuna potatura (detta anche 'controllo');

mentre sul nocioleto del viterbese è stata eseguita solo la potatura manuale. In Tabella 2 è riportato un quadro riassuntivo delle prove.

Tabella 2. Quadro riassuntivo dei peri

Epoca di intervento	Tipo di potatura	Sito
Primavera		Sinio
		Diano D'Alba
		Sinio
Diano D'Alba		
Civita Castellana		
Autunno		La Morra
		Calamandrana
		La Morra
Calamandrana		

## POTATURA

La potatura nei nocioleti è un intervento importante, finalizzato ad eliminare fusti e rami vecchi o secchi, riequilibrare la forma delle piante, favorire l'illuminazione della parte interna del cespuglio in modo da ottimizzare la fruttificazione.

La potatura manuale è più efficace, in quanto l'operatore può valutare attentamente ciascuna pianta, intervenire di conseguenza e asportare anche intere branche centrali della ceppaia; questo intervento tuttavia richiede manodopera specializzata, tempi e costi elevati. La potatura meccanizzata consente più che altro di riequilibrare la chioma sia lateralmente che in altezza (i filari maturi assumono l'aspetto di una grande siepe), evitando fenomeni di competizione e favorendo l'illuminazione all'interno dei filari; è un metodo meno efficace ma più rapido e meno costoso (le attrezzature possono essere disponibili a livello consortile). [Figura 2. Potatura meccanizzata del nocciolo nelle langhe](#)



## Peso delle potature

Vediamo adesso, in seguito alle differenti situazioni (siti, età dei nocioleti e metodo di potatura) quali sono stati i quantitativi di legname raccolti.

## LINK UTILI

Le statistiche regionali (Piemonte) riportano per il 2022 circa 27.500 ha a nocciolo; bisogna tuttavia considerare che non tutti sono in fase di maturità e hanno bisogno di potatura.

Anagrafe agricola del Piemonte – dati di sintesi | Servizioonline (regione.piemonte.it)

Come si può notare in figura 3, i quantitativi estratti sono stati variabili in seguito a molti fattori tra cui età del nocciolo, spaziatura tra le piante ed ovviamente, metodo di potatura. Con la potatura manuale, asportando intere branche, si sono ottenuti i quantitativi più alti. Considerando i dati riportati all'ettaro i valori più alti sono stati tra le 6 e le 8,2 t ha<sup>-1</sup> di sostanza secca, la media di 4,2 t ha<sup>-1</sup>.

**Figura 4. Esito di potatura manuale. Potature andanate sulla fila per poter essere raccolte ed imballate.**

Successivamente alla stima delle produzioni si è proseguito ad effettuare prove di raccolta ed imballaggio; a questo scopo sono state testate macchine imballatrici prese in prestito dalla viticoltura. Per l'imballaggio meccanizzato è purtroppo necessario 'andanare' manualmente le potature (le potature sparse a terra sono state, quindi, ordinate con rastrello in un'unica fila per essere raccolte), poiché non sono disponibili macchine dedicate a questo lavoro (Figura 3). Le imballatrici hanno raccolto più agevolmente il materiale ottenuto dalla potatura meccanica (Figura 4), perché più piccolo, corto ed uniforme, cioè più simile a quello ottenuto nei vigneti. Per alcune branche molto grosse, ottenute dalla potatura manuale, non è stato possibile proseguire l'imballaggio. Nelle prove sono state apprezzate in particolare le macchine che hanno prodotto balle di piccole dimensioni (di circa 20 o 30 kg), facilmente movimentabili a mano.



## Qualità del legno e prove di pellettizzazione.

**Figura 5. Prove di imballaggio delle potature meccaniche.**

I materiali raccolti nei corileti sono stati analizzati per alcuni fattori come contenuto di umidità, densità basale e potere calorifico. Vediamo i risultati e la loro influenza sulla possibilità di pellettizzare il materiale.

Il contenuto di umidità sui campioni di legno è stato calcolato tra il 40% (nelle potature più piccole) ed il 52% (nei tronchetti ottenuti con la potatura manuale). Il legno avviato alle prove di pellettizzazione aveva invece una umidità media del 46,2%. La densità basale (un dato che stima quanto legno secco è contenuto nel volume della pianta) è stata di 0,48 g cm<sup>-3</sup>, un valore molto simile a quello dei legni comunemente utilizzati per produrre pellet (pino, abete). Il potere calorifico



inferiore misurato è risultato di 17,2 MJ/Kg (1 kg di questo materiale, se bruciato, produce 17,2 Mega Joule di energia che può essere tutto calore oppure calore ed elettricità – è una quantità piuttosto costante per tutti i legni pressoché secchi). Questi dati sembrano essere abbastanza costanti per il nocciolo, in quanto valori del tutto simili si riscontrarono nelle prove effettuate nel Viterbese. Qui, i residui di potatura sono stati sottoposti ad un processo di essiccazione e raffinazione utilizzando un tritatore 'BL-100'; il contenuto di umidità rilevato sul materiale legnoso raffinato, dopo questo procedimento, era pari all'11%; poi si è proseguito con la pellettizzazione: il pellet ottenuto presentava una riduzione dell'umidità di circa il 21% nel caso del nocciolo (umidità finale dell'8,68%). In Tabella 3 sono riportate le caratteristiche principali del pellet di nocciolo ottenuto nelle prove.

## PELLET

Con la pellettizzazione la biomassa raffinata viene sottoposta a forti pressioni ed aumento di temperatura. Questo procedimento favorisce la coesione delle particelle, dovuta alla parziale fusione della lignina, e un'ulteriore riduzione del contenuto di umidità del materiale.

Per poter essere commercializzato, il pellet deve rispondere a precise caratteristiche previste dalle normative vigenti circa la determinazione delle specifiche e della classificazione dei biocombustibili solidi. Alcune norme stabiliscono i metodi di misura del contenuto di umidità (UNI EN ISO 18134-1: 2015), della massa volumica (UNI-EN ISO 17828: 2016), delle dimensioni morfologiche (UNI-EN ISO 17829: 2016), del contenuto in ceneri e della fusibilità delle stesse (UNI EN ISO 18122: 2016; UNI CEN/TS 15370-1), del potere calorifico (UNI EN ISO 18125: 2018) ed infine della durabilità meccanica (EN ISO 17831-1).

**Tabella 3.** Caratteristiche morfologiche e tecniche del pellet ottenuto dalle potature di nocciolo eseguite nel Viterbese.

Il pellet ottenuto (Figura 6), oltre a rappresentare un generale miglioramento della qualità del legno di potatura, rispondeva a tutte le prerogative previste per la classe A1, tranne che per il contenuto di ceneri e per la massa volumica dalla normativa vigente, problematiche facilmente risolvibili con la miscelazione con legno di altre specie.

**Figura 6.** Pellet di legno di nocciolo ottenuto dalle potature

L'utilizzo degli scarti agricoli permette infatti di ottenere materiale lignocellulosico da impianti dedicati alle produzioni alimentari o foraggere senza impegnare ulteriori terreni e senza richiedere ulteriori emissioni di CO<sub>2</sub> per la sua coltivazione. La possibilità di avviare questo materiale alla pellettizzazione permette di migliorarne le qualità ed introdurlo nella filiera commerciale. Oggi le potature di



nocciolo sono ancora una fonte domestica di energia, ma il tema torna ad essere importante sia per l'ampio sviluppo della coricoltura in Italia, avvenuto negli ultimi anni in seguito all'aumento del valore del prodotto, sia per la necessità di renderci il più possibile indipendenti dalle fonti fossili. Come abbiamo visto gli ostacoli da superare sono minimi, in quanto le macchine per la potatura e la possibilità di pellettizzare sono già una realtà, mentre rimangono da valutare con maggior attenzione la raccolta ed il conferimento del materiale.

morfologiche	Lunghezza (mm)	10,47±2,67
	Diametro (mm)	6,2±0,12
	Massa volumica (kg/m <sup>3</sup> )	581,3±2,89
	Durabilità (%)	98,05±0,47
tecniche	Potere calorifico (MJ/kg)	17,21±0,28
	Ceneri (%)	3,08±0,62
	Fusibilità ceneri (°C)	1.448,6±2,19

# Risparmia Energia: anche in serra

Di Marco Fedrizzi



Nel progetto AGROENER “Energia dall’agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia”, i ricercatori del CREA hanno valutato il consumo energetico complessivo di un impianto di riscaldamento basale collegato ad una pompa di calore, come sistema alternativo per le colture in serra rispetto ad un impianto tradizionale, basato su un sistema di riscaldamento ad aria. I risultati del confronto evidenziano un risparmio energetico a fronte, però, di produzioni agricole qualitativamente e qualitativamente simili a quelle ottenute con i tradizionali sistemi di riscaldamento.

## Diffusione delle colture protette

Tra le nazioni europee, le maggiori produzioni sono concentrate nei Paesi Bassi, in Italia, Germania, Spagna, Francia, Polonia, Danimarca e Belgio. In Italia la produzione lorda vendibile del settore florovivaistico ha un valore pari a 1,6 miliardi di euro. Dall’ultimo Censimento generale dell’Agricoltura, svolto dall’ISTAT nel 2010, risulta che le aziende agricole attive nel settore sono circa 21500, delle quali circa 2/3 producono fiori mentre le restanti coltivano piante e arbusti.

Il 66% di esse è situata nelle regioni del centro-nord. La superficie complessiva utilizzata nel settore è di circa 29000 ha, con una dimensione media aziendale di 2,1 ha nel vivaismo e di 0,9 ha nella floricoltura. In termini economici, il comparto florovivaistico in Italia supera il 5% del valore complessivo della produzione agricola nazionale ed è costituito per metà dalle produzioni di fiori e piante in vaso e per l’altra metà dagli altri prodotti del vivaismo (alberi, piante e arbusti). Le produzioni di fiori recisi e specie da fronda si concentrano in Campania, Puglia, Liguria, Sicilia, Toscana e Lazio, mentre le altre produzioni sono più diffuse a livello nazionale, pur riscontrando alcune particolari specializzazioni, come nei casi della Liguria per le piante aromatiche e altre piante da esterno; la Lombardia per acidofile, latifoglie e conifere; la Toscana per conifere, specie arboree a

foglia caduca, alberi da frutta e arbusti ornamentali; il Lazio per alcune specie di piante mediterranee e la Sicilia per la produzione di agrumi ornamentali, piante grasse e palme.

## Consumi energetici per la gestione delle serre

Il consumo annuale di energia delle colture protette nell'area del bacino del Mediterraneo si attesta ad un valore medio di 60 – 80 kWh/m<sup>2</sup>, mentre nell'Europa centro settentrionale si arriva a 460 – 930 kWh/m<sup>2</sup>. Consumi di questo livello si possono ritrovare anche in serre floricole presenti in alcune aree dell'Italia settentrionale. In riferimento a una superficie complessiva di 6000 ha di

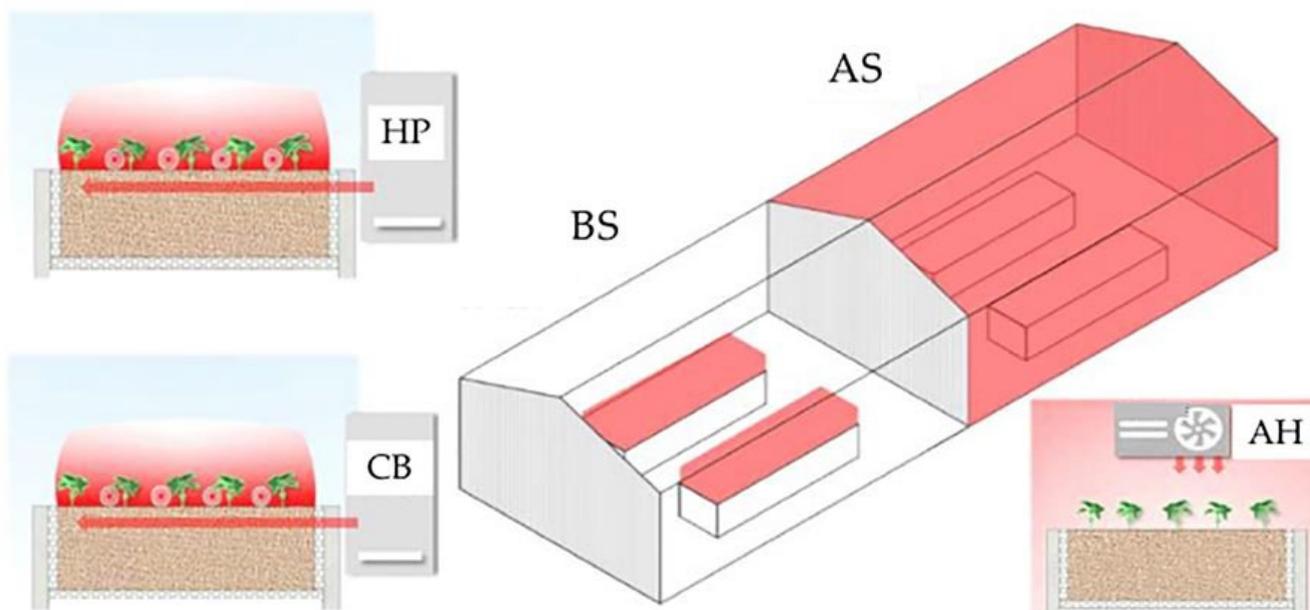
serre riscaldate durante l'inverno in Italia, il consumo energetico per il loro riscaldamento si stima che corrisponda a 706.786 tep (tonnellate equivalenti di petrolio).

Questi livelli di consumo determinano un'incidenza media del 30 – 40 % sui costi di produzione in ambiente protetto.

Allo scopo di valutare delle tecnologie di risparmio energetico nelle colture protette, nella serra sperimentale del CREA Orticoltura e Florovivaismo di Pescia, nell'ambito del Progetto AGROENER, si sono effettuate prove di rilievo dei consumi energetici di tre impianti sperimentali di riscaldamento posti a confronto tra loro: 1. Un impianto di riscaldamento basale collegato ad una caldaia a condensazione alimentata con GPL (BS+CB); 2. Un impianto di riscaldamento basale collegato ad una pompa di calore del tipo acqua – aria ad alimentazione elettrica (BS+HP); 3. Un generatore di calore di tipo aria-aria alimentato a gasolio (AS+AH), che rappresenta una soluzione molto diffusa nel settore serricolo (figura 1). I primi due impianti si trovavano in una metà della serra termicamente isolata dall'altra metà nella quale era presente il solo generatore di calore. Nello schema seguente sono rappresentate le zone della serra di prova e la disposizione degli impianti di riscaldamento posti a confronto.

### AGROENER

A seguito della crescente domanda di innovazione finalizzata al contenimento della spesa energetica e della riduzione delle emissioni inquinanti in agricoltura, nel 2016 il Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha finanziato al CREA lo sviluppo del progetto "Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia", acronimo "AGROENER", che si articola all'interno del comparto delle agro-bio-energie. Tra le tematiche di ricerca finanziate dal progetto, una è finalizzata alla valutazione della sostenibilità economica e ambientale degli impianti di generazione di calore che sfruttano fonti di energia alternative al gasolio ed al GPL utilizzati nel settore della serricoltura, con particolare riferimento agli impianti di riscaldamento a pompa di calore. L'innovazione riguarda l'introduzione della tecnologia delle pompe di calore che, nonostante il crescente interesse in ambito civile, non presenta ancora diffusione nell'applicazione alle serre. Nel corso dei sei anni di durata del progetto, la ricerca condotta presso la sede del Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo (CREA-OF) di Pescia (PT) è stata sviluppata, con la collaborazione dei ricercatori Daniele Massa, Gianluca Burchi, Sonia Cacini, Carlo Bisaglia, Maurizio Cutini, Massimo Brambilla, Corrado Costa, Simone Figorilli, Francesca Antonucci e Mauro Pagano. Utilizzando le strutture presenti in una delle serre del Centro, attraverso varie prove sperimentali è stato possibile valutare il consumo energetico complessivo di un impianto di riscaldamento basale collegato ad una pompa di calore come sistema alternativo per la coltivazione di colture con canopy ridotta come il basilico, rispetto ad un impianto tradizionale, basato su un sistema di riscaldamento ad aria.



**Figura 1.** Suddivisione schematica delle tre zone della serra prova: zona con riscaldamento basale collegato alla pompa di calore (BS+HP), zona con riscaldamento basale collegato alla caldaia a GPL (BS+CB), zona con riscaldamento dell'intero volume ottenuto con un generatore di calore alimentato a gasolio (AS+AH).

Nel corso della stagione invernale, all'interno dei bancali di coltivazione presenti nelle tre zone è stata trapiantata una coltura di basilico per ottenere un riscontro sull'accrescimento delle piante e sulla loro produttività. I dati relativi al consumo energetico (tabella 1) sono stati riferiti alle superfici effettivamente occupate dalla coltura e al peso fresco delle produzioni ottenute alla fine del ciclo colturale.

Impianto di riscaldamento utilizzato	Energia consumata per grammo di prodotto fresco raccolto (kWh/g)
riscaldamento basale con pompa di calore elettrica (bs+hp)	0,08
riscaldamento basale con caldaia alimentata con gpl (bs+cb)	0,15
generatore di calore a gasolio (as+ah)	0,15

**Tabella 1.** Sintesi dei dati relativi ai consumi energetici rilevati nel corso del ciclo colturale invernale del basilico.

Dai risultati esposti in tabella, si nota come il consumo di energia per unità di prodotto fresco raccolto del sistema BS+CB sia risultato simile a quello del sistema AS+AH (0,15 kWh/g). Il sistema di riscaldamento con pompa di calore BS+HP ha fatto invece registrare un consumo energetico di 0,08 kWh/g, ottenendo perciò un risparmio energetico pari al 44% rispetto agli altri due sistemi.

Appare così dimostrata l'adattabilità delle pompe di calore alle condizioni climatiche della zona e la loro potenziale efficienza, confermando così la possibilità di utilizzarle in agricoltura, anche

come semplice installazione in una serra già esistente, pur mantenendo la possibilità di ottenere produzioni agricole qualitativamente e qualitativamente confrontabili rispetto ai tradizionali sistemi di riscaldamento.

È opportuno considerare che in alcune modalità colturali, o in caso di coltivazione di altre specie, gli impianti di riscaldamento basale o a pavimento oppure alimentati da sorgenti termiche a temperatura moderata possono produrre una limitazione nella resa termica dell'impianto radiante e potrebbero perciò risultare insufficienti a coprire tutte le esigenze di riscaldamento nei periodi invernali più freddi.

È importante considerare che, anche se la pompa di calore potesse essere utilizzata per impianti in serra e risultasse più efficiente rispetto ad altri generatori di calore convenzionali, ciò non si tradurrebbe automaticamente anche in un risparmio economico, perché la spesa dipende dal costo unitario dell'energia elettrica o del combustibile (GPL, metano o gasolio) e dalla tariffa fissa del fornitore. La valutazione ambientale del layout dell'impianto a pompa di calore, utilizzando energia dalla rete elettrica, non consente comunque una valutazione ambientale univoca.

È in ogni caso interessante in questi termini considerare anche l'approccio del Consiglio europeo per un'economia efficiente dal punto di vista energetico, espresso recentemente attraverso la pubblicazione di un documento sul concetto di "sufficienza energetica", basato sul riconoscimento che le politiche di efficienza energetica da sole non bastano a invertire la crescente domanda di servizi energetici costosi dal punto di vista ambientale.

La definizione più semplice di "sufficienza" è "una quantità di qualcosa che è sufficiente per uno scopo particolare".

Quando ci si riferisce all'energia, definita come la capacità di fare lavoro, e all'efficienza energetica, intesa come la misura del rapporto tra output e input di energia, diventa chiaro che la sufficienza energetica diventa un'idea di ordine superiore, secondo cui gli impianti o processi produttivi "sufficienti" sono quelli che portano, per definizione, al minor fabbisogno energetico in termini assoluti.

I risultati raggiunti si conformano a questo recente concetto in quanto l'analisi energetica delle tre opzioni di riscaldamento sperimentali ha mostrato che tutte forniscono una serra con un adeguato riscaldamento della zona radicale nel periodo invernale.

Da un lato, questi risparmi sottolineano il ruolo chiave che la tecnologia delle pompe di calore svolge nel supportare la sostenibilità energetica delle coltivazioni in serra orticola e floricola; dall'altro, aprono problemi di estensione dell'applicabilità della pompa di calore in agricoltura, anche senza il suo accoppiamento con soluzioni geotermiche o fotovoltaiche.

La fonte dell'energia elettrica deve, tuttavia, essere considerata in quanto influenza l'efficienza complessiva del sistema.

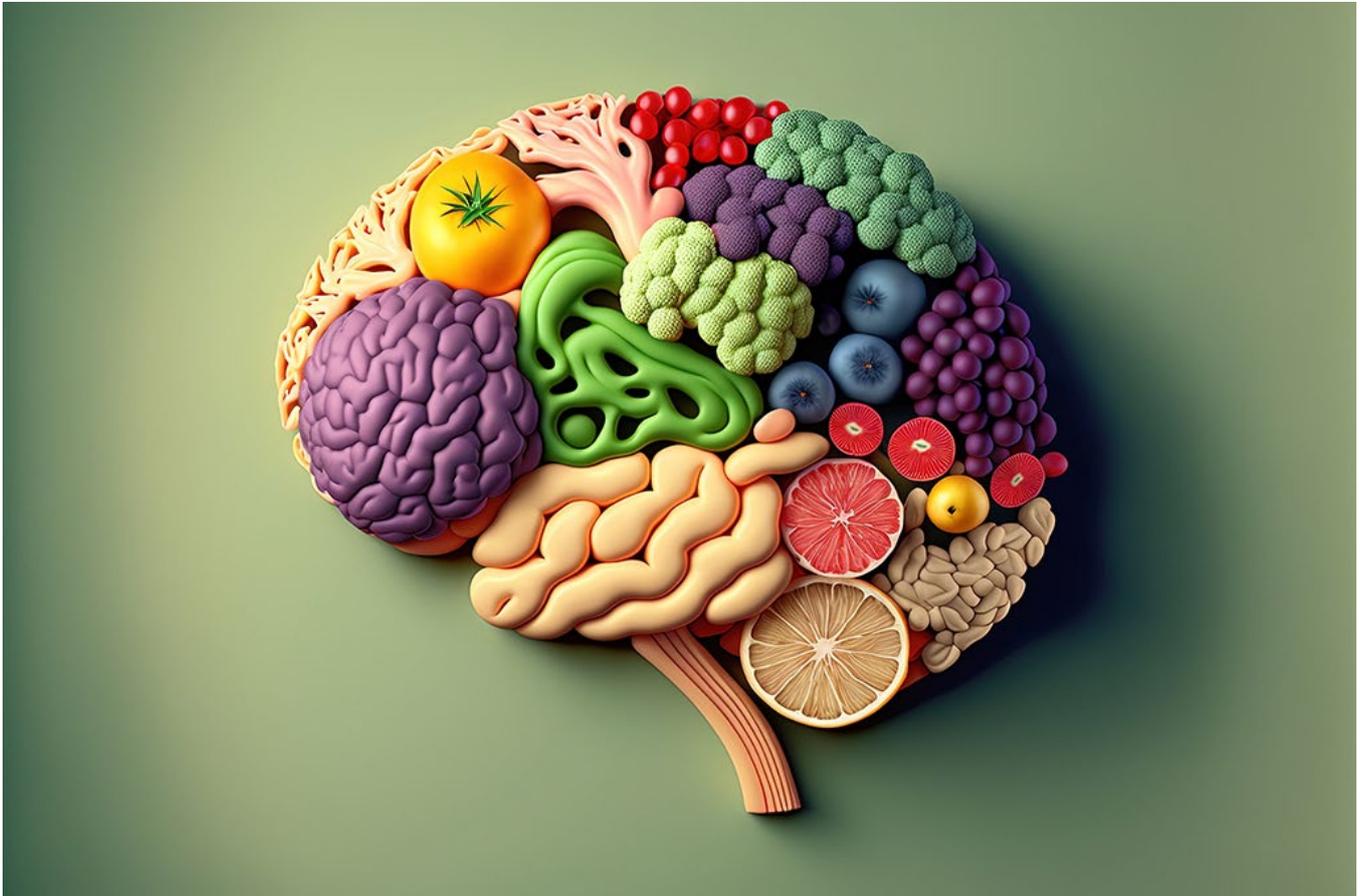
L'insieme dei risultati ottenuti nel corso dello sviluppo del progetto AGROENER indica come sia utile sperimentare tecnologie di nuovo inserimento nel settore primario allo scopo di perseguire i vantaggi che ne derivano dall'uso.

I risultati di queste attività potranno contribuire allo sviluppo di ulteriori ricerche per l'approfondimento della conoscenza e dei limiti tecnici degli impianti innovativi in riferimento all'energia utilizzata dagli impianti ed alla loro efficienza energetica.

# #LANOSTRAENERGIA

## #lanostraenergia: il cibo/1

Di Angela Polito



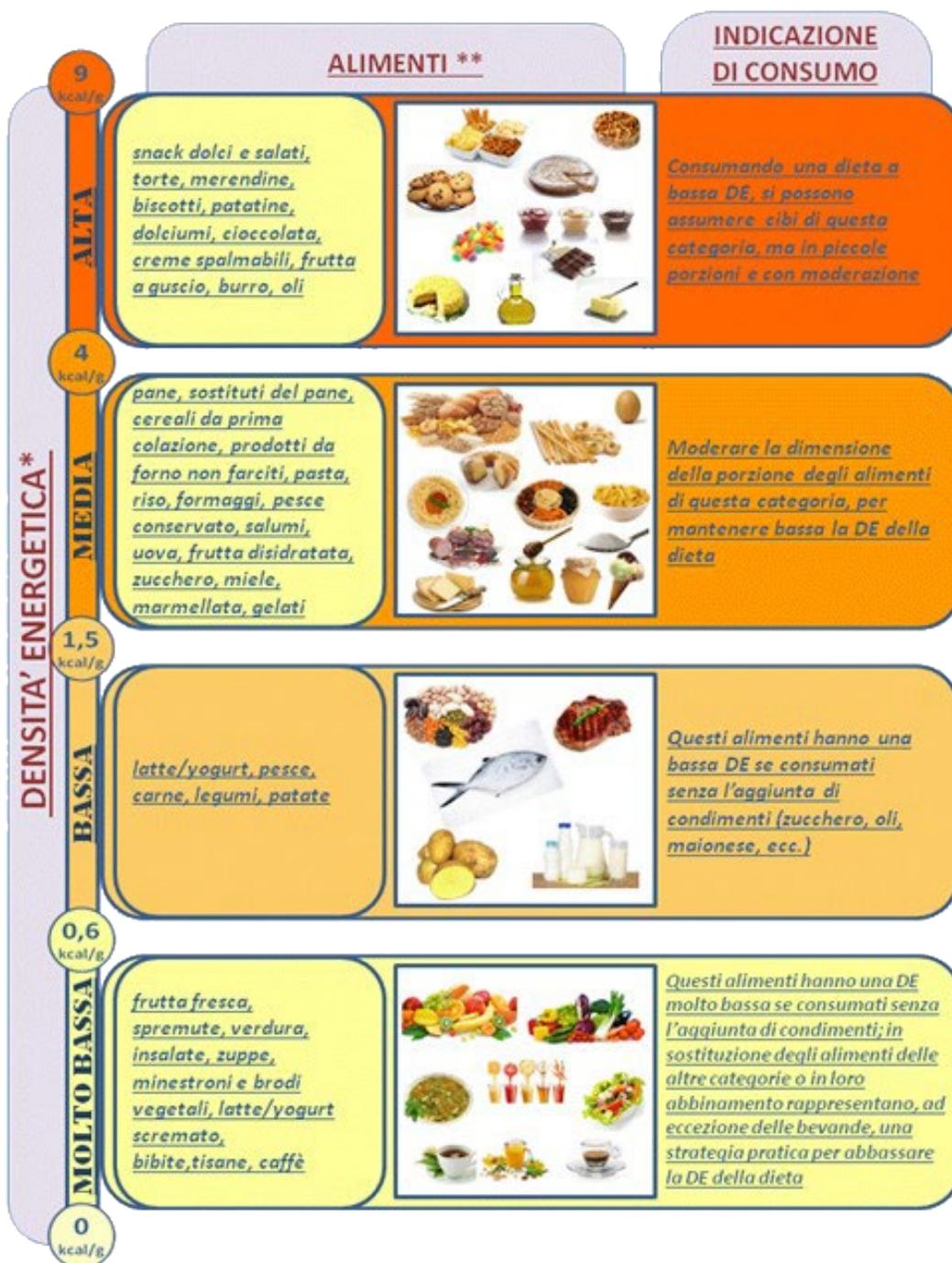
Dall'energia degli alimenti al fabbisogno energetico dell'uomo.

Qual è il corretto rapporto tra l'energia proveniente dal cibo e il nostro fabbisogno e dispendio energetico? Qual è la relazione tra peso corporeo e bilancio energetico e tra il funzionamento regolare del nostro metabolismo e una corretta attività fisica? Ne parla Angela Polito, dirigente di ricerca del CREA Alimenti e Nutrizione.

### Energia e apporto alimentare

L'energia è l'essenza della vita e senza non potremmo sopravvivere. Tutti i processi vitali di un organismo sono, infatti, legati a trasformazioni di energia. Abbiamo bisogno di energia per tutti i processi fisiologici basilari del corpo umano e per svolgere ogni tipo di attività legata al lavoro o al tempo libero. Tra gli organi, quello con la maggiore richiesta energetica è il cervello. Anche i muscoli richiedono energia, come ad esempio il muscolo cardiaco che provvede all'irrorazione di tutti i tessuti o i muscoli scheletrici che permettono la postura, l'equilibrio e il movimento. Da un punto di vista strettamente energetico **il corpo umano è una macchina che "brucia" l'energia chimica contenuta negli alimenti. Le sostanze presenti negli alimenti che**

**possono fornire energia sono principalmente i macronutrienti (carboidrati, grassi e proteine) e l'alcol.** Tutti gli alimenti e bevande apportano calorie (vedi box), ma a parità di peso la quantità di calorie varia in base alla proporzione dei macronutrienti, dell'alcol, delle fibre e dell'acqua presenti: i grassi hanno il più alto contenuto di energia (circa 9 kcal/gr), seguiti dall'alcol (7 kcal/gr), mentre le proteine e i carboidrati forniscono una quantità di energia inferiore (circa 4 kcal/gr). Per questo gli alimenti con un alto contenuto di grassi hanno in genere una maggiore densità di energia (DE: definita come la quantità di energia disponibile per unità di peso), rispetto a quelli che contengono più acqua o fibre. In particolare, l'acqua è responsabile della maggior parte della variabilità nella DE degli alimenti in quanto contribuisce in maniera significativa al loro peso, ma non al loro contenuto di energia. Tuttavia, alcuni alimenti contenenti molta acqua possono avere DE diversa: ad esempio, le zuppe a base di brodo di verdure di solito hanno una bassa densità di energia, mentre alcune bibite o gli alcolici possono avere una densità energetica più alta. Anche la fibra influenza il peso dei cibi, ma apporta poche calorie (2 kcal/gr). Pertanto, una dieta con bassa DE tende ad includere alimenti più ricchi di



acqua, come frutta e verdure, ha più fibre e meno grassi rispetto ad altri tipi di diete. Alimenti a bassa DE hanno spesso un alto contenuto di vitamine, minerali e di altri componenti bioattivi, al contrario, alimenti trasformati ad alta DE hanno spesso un basso contenuto di micronutrienti

**Figura 1.** Classificazione degli alimenti in base alla Densità Energetica (DE) e indicazioni di consumo.

Nelle [tabelle di composizione degli alimenti](#) è riportato il valore energetico dei singoli alimenti ed ognuno può calcolare quanta parte dell'energia totale che introduce con la dieta abituale è dovuta ai grassi, quanta ai carboidrati, alle proteine o all'alcol.

## L'energia

L'energia viene misurata in termini di calorie (cal): 1 caloria è la quantità di energia necessaria per innalzare la temperatura di 1 ml di acqua di 1 °C (da 14.5 a 15.5 °C). In nutrizione si è sempre utilizzato il multiplo della caloria, la chilocaloria (kcal) pari a 1000 calorie. L'unità di riferimento internazionale è il kilojoule (kj) espressa come lavoro: il joule è definito come il lavoro ottenuto quando la forza di 1 newton, applicata ad un corpo, sposta questo di 1 metro nella direzione della forza. La chilocaloria è ancora ampiamente utilizzata; ad esempio, compare sulle etichette dei prodotti alimentari affiancata spesso al kilojoule. La relazione tra kilocalorie e kilojoules è: 1 kcal = 4,184 kj.

## Dispendio energetico

L'energia che introduciamo attraverso gli alimenti viene usata per il **metabolismo di base** (55-70%), per la **termogenesi indotta dagli alimenti** (circa 10%) e per l'**attività fisica** (20-40%). Il metabolismo di base (MB) viene definito come la quota di energia consumata dall'individuo in condizioni di riposo. Questo significa che anche quando si dorme o si è sdraiati senza fare nulla si consuma energia (per far funzionare il cuore, per respirare, per l'attività cerebrale, e per tutte le attività biologiche di base, senza le quali la vita non è possibile). Il metabolismo di base non è uguale per tutti varia con l'età (è elevato nel bambino e va riducendosi nel corso degli anni), con il peso, la composizione corporea (intesa come massa magra e massa grassa) ed è diverso nei due sessi. La termogenesi indotta dagli alimenti rappresenta la spesa energetica per la digestione, l'assorbimento e la trasformazione metabolica e varia in funzione della qualità e del tipo di macronutrienti (proteine, carboidrati, grassi) contenuti negli alimenti. È più elevata per le proteine (20-30%) e più bassa per i carboidrati (5-10%) e ancora minore per i grassi (2-5%). Il dispendio energetico da attività fisica rappresenta una percentuale assai variabile del dispendio energetico totale ed è l'energia spesa per tutti i movimenti legati al lavoro, allo sport o a qualsiasi altra attività diversa dallo stare sdraiati. Leggere, ascoltare musica o guardare la televisione da seduti comporta una spesa energetica di poco superiore a quella del metabolismo basale; camminare, invece, la fa aumentare di molto, camminare velocemente o correre ancora di più.

**Bilancio energetico e peso corporeo. Il bilancio energetico è la differenza tra l'energia introdotta con gli alimenti e l'energia che viene "spesa" per vivere e per compiere tutte le attività quotidiane.** Come tutti i bilanci, può trovarsi in pareggio, in passivo o in attivo. Se il bilancio è in **pareggio** non si acquista e non si perde peso; se è **in passivo** e quindi si introduce meno energia di quanta se ne consuma, si perde peso; se è **in attivo**, cioè si introduce più energia di quanta se ne consuma, **l'eccesso viene depositato nel corpo sotto forma di grasso, soprattutto a livello del tessuto adiposo, con un aumento di peso. Questo determina a lungo termine eccesso ponderale ed obesità che rappresentano un rischio per la salute, soprattutto per l'insorgenza di alcune malattie, quali malattie cardiovascolari, diabete, ipertensione, alcuni tipi di cancro ed altre malattie croniche. Tanto maggiore è l'eccesso di peso dovuto al grasso, tanto maggiore è il rischio.** Alcuni tipi di distribuzione del grasso corporeo sono poi associati a un rischio più elevato. Infatti, il tessuto adiposo localizzato nella regione addominale è associato a un più elevato rischio per la salute rispetto a quello localizzato sui fianchi e sulle cosce. Problema non meno grave quello della **magrezza**; infatti, quando le riserve di grasso sono eccessivamente ridotte e non si introduce sufficiente energia con il cibo, **l'organismo, per far fronte alle necessità, è obbligato ad intaccare la massa magra (muscoli e organi interni): molte funzioni metaboliche ed endocrine vengono compromesse, aumenta il rischio di irregolarità mestruali fino alla perdita del ciclo, di infertilità, di osteoporosi e diminuisce anche la resistenza alle malattie infettive.**

## Le linee guida per una sana alimentazione

Le linee guida per una sana alimentazione indicano che in caso di sovrappeso è importante ridurre le “entrate” energetiche, mangiando meno e preferendo cibi a basso contenuto calorico e che saziano di più, come frutta e verdura. Bisogna evitare le diete molto drastiche del tipo “fai da te”, quasi sempre squilibrate come apporto nutritivo che, se seguite per periodi prolungati, possono essere dannose per la salute. Una buona dieta dimagrante deve sempre includere tutti gli alimenti, in maniera quanto più possibile equilibrata. È però necessario anche aumentare le “uscite” energetiche, svolgendo una maggiore attività fisica, anche con attività molto semplici quali camminare, salire e scendere le scale, svolgere piccoli lavori domestici.

## Il fabbisogno energetico

Il fabbisogno energetico (FE) di un individuo è definito come la “quantità di energia di origine alimentare necessaria a compensare il dispendio energetico”, così da mantenere le dimensioni, la composizione corporea ed un auspicabile e necessario livello di attività fisica conforme ad un buono stato di salute a lungo termine”. Non esiste un unico FE valido per tutti gli individui, ciascuno ha il proprio che, durante il corso della vita, può variare sensibilmente. Si calcola sommando il dispendio energetico dell’individuo a riposo (il metabolismo basale) e quello nel corso delle attività (DE-AF). Il metabolismo di base di ogni individuo può essere misurato con precisione o può essere stimato sulla base del peso corporeo utilizzando equazioni specifiche per sesso ed età (tabella 1).

Età (anni)	METABOLISMO BASALE (stima in kcal/die)	
	Uomini	Donne
<3	$59,51 \times Pc - 30,4$	$58,31 \times Pc - 31,1$
3-9	$22,71 \times Pc + 504,3$	$20,32 \times Pc + 485,9$
10-17	$17,69 \times Pc + 658,2$	$13,38 \times Pc + 692,6$
18-29	$15,06 \times Pc + 692,2$	$14,82 \times Pc + 486,6$
30-59	$11,47 \times Pc + 873,1$	$8,13 \times Pc + 845,6$
>60	$11,71 \times Pc + 587,7$	$9,08 \times Pc + 658,8$

**Tabella 1.** Equazioni di predizione del Metabolismo di base (MB kcal/die a partire dal peso corporeo (Pc in kg)

Si passa poi ad esaminare le varie attività quotidiane, si attribuisce a ciascuna classe il proprio costo energetico e infine si sommano i valori. Un esempio di calcolo del fabbisogno energetico è riportato nella tabella 2.

Attività	Classe di attività	Ore	Minuti	kcal/min	kcal/die
Dormire	Metabolismo basale	8	480	0,9	432
Cura della persona	Leggera	1	60	2	120
Lavoro di ufficio	Sedentaria	8	480	1,3	624
Spostamenti con auto e ascensore, leggere, mangiare, guardare la televisione ecc	Sedentaria	5			
Lavori domestici	Leggera	2	120	2,9	348
TOTALE			1440		1959

**Tabella 2.** Esempio di Spesa Energetica giornaliera (Per una donna di 30 anni alta 1.60 che pesa 55 kg; livello di attività fisica 1.5)

Rappresenta il FE corrispondente ad un Livello di attività fisica (LAF) sedentario. Il LAF è un indicatore di comune utilizzo per il DE-AF ed è una grandezza adimensionale che si calcola dal rapporto tra il Dispendio energetico totale (DET) ed il metabolismo di base (DET/MB). Generalizzando, un LAF di circa 1.4-1.6 corrisponde ad un profilo di attività fisica sedentario, di 1.75 moderatamente attivo e oltre 2 ad uno stile di vita con attività fisiche impegnative. Come suggeriscono le Linee Guida per una sana alimentazione è possibile aumentare un LAF sedentario modificando di poco le proprie abitudini. Per esempio, nella giornata tipo riportata nella tabella 2 delle 5 ore dedicate ad attività sedentarie si potrebbero dedicare 2 ore al camminare, salire le scale ed altre piccole attività non sedentarie. Non solo si aumenterebbe il dispendio energetico, ma si apporterebbero benefici anche in termini di salute. Nella Tabella 2 sono riportati esempi di attività classificati per varie categorie di intensità.

**Camminare 30 minuti al giorno per cinque giorni a settimana può dimezzare il rischio di diabete di tipo 2 e di malattie cardiache, ridurre lo stress, il colesterolo e la pressione.**

## Riferimenti

[Tabella di composizione degli alimenti – Tabella di composizione degli alimenti – CREA](#)

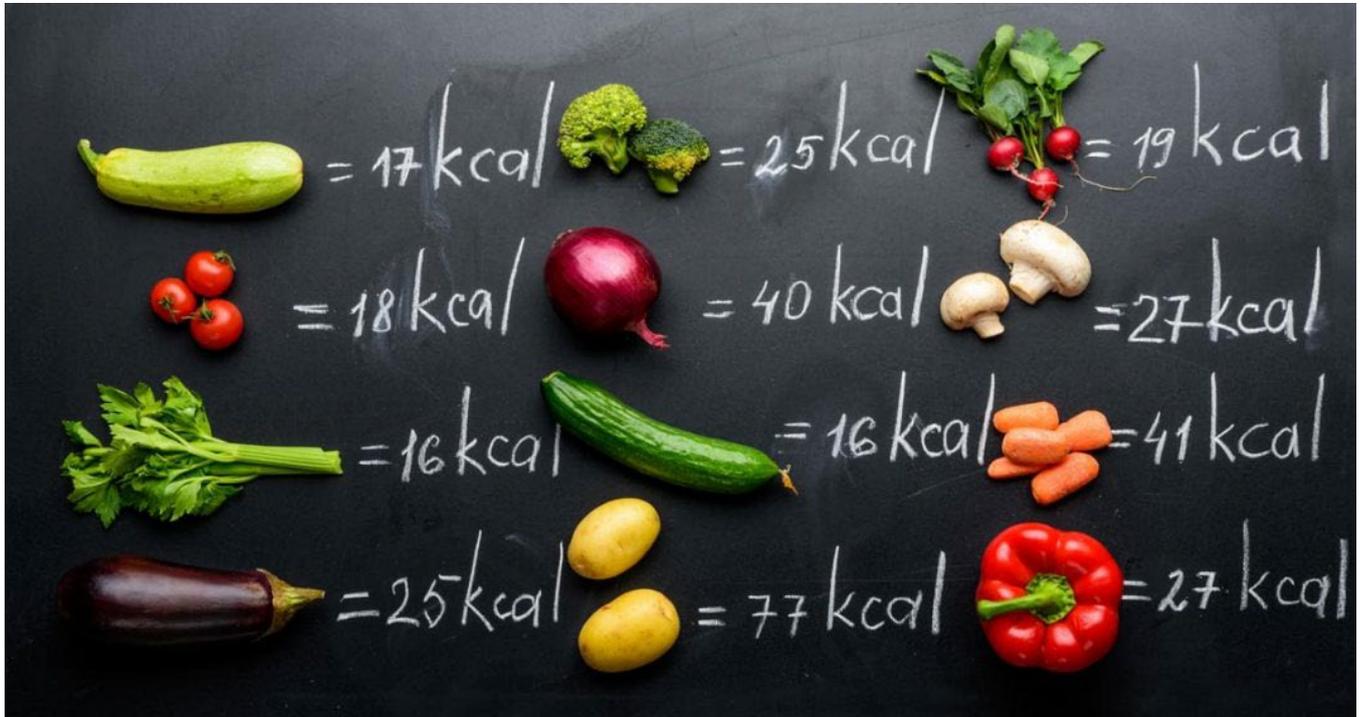
[Linee guida per una sana alimentazione 2018 – Linee guida per una sana alimentazione 2018 – Alimenti e Nutrizione – CREA](#)

<https://sinu.it/tabelle-larn-2014/>

[Dossier LG 2017\\_CAP1.pdf](#)

# #lanostraenergia: il cibo/2 Non è tutta colpa delle calorie

Di Stefania Ruggeri



Quando facciamo la spesa o cuciniamo o mangiamo, siamo ossessionati dalle calorie fornite dagli alimenti, eppure, le calorie non sono tutte uguali e non tutte fanno ingrassare nello stesso modo. Infatti, tagliare le calorie non è sempre sufficiente per dimagrire o mantenere il proprio peso e per rimanere in buona salute, ma è fondamentale la tipologia di alimenti che scegliamo. Scopriamo quali.

La cosa di cui ci preoccupiamo sicuramente di più quando leggiamo l'etichetta nutrizionale di un alimento o quando ci viene prescritta una dieta sono le calorie. Tra tutti, quel numeretto stampigliato sul retro della confezione ci guida nella scelta e dimenticando i nutrienti (forse diamo un'occhiata solo ai carboidrati), mettiamo nel carrello senza esitazione il prodotto che contiene meno calorie, contenti di aver fatto la cosa giusta.

Ci hanno da sempre raccontato che più calorie ingeriamo e più ingrassiamo e in linea di massima questo è un concetto vero. Ma oggi la scienza della nutrizione ci racconta una storia nuova e ancora più interessante e cioè che le calorie non sono tutte uguali e che non tutte le calorie fanno ingrassare nello stesso modo.

Insomma, non è tutta colpa solo delle calorie.

Le calorie sono state per lungo tempo uno dei pilastri più importanti della scienza dell'alimentazione, scienza piuttosto recente che vanta le sue prime scoperte con il fisiologo Ancel Keys: sì, proprio il padre della nostra Dieta Mediterranea.

Sono il carburante del nostro organismo e ci permettono tutte le attività quotidiane, la crescita quando siamo bambini e poi la rigenerazione cellulare ma possiamo scegliere la benzina giusta di cui rifornirci per la nostra salute: i *nutrient dense food*.

Purtroppo, **la mania del calcolo delle calorie è molto frequente**, soprattutto **tra le adolescenti**, (come ci spiegano molti studi) che sono ferratissime sull'argomento ma, per chi soffre di disturbi del comportamento alimentare, diventa una vera e propria ossessione. In un periodo della mia vita di ricercatrice in cui mi sono dedicata agli studi clinici, una giovane paziente affetta da anoressia, mi chiese quante calorie avesse un'ostia. Fui colpita dalla sua domanda e cercando in rete trovai il valore delle calorie di questo alimento sacro, pari a 3: praticamente quasi nulla. Ma per lei anche questo piccolo valore era rilevante e la domenica successiva saltò la comunione.

Il taglio delle calorie non interessa solo gli adolescenti ma è un tema per tutte le età: molto spesso mi è capitato di ascoltare chiacchiere tra amiche in cui si affermava che le donne over cinquanta non possono superare le 1200 calorie al giorno, "*perché altrimenti dopo la menopausa si ingrassa*". Quindi siamo abituati a pensare che, riguardo le calorie, è importante soprattutto la quantità, ma come alcuni di voi forse avranno già testato, tagliare le calorie non è sempre sufficiente per dimagrire, per mantenere il proprio peso e rimanere in buona salute.

## Fondamentale è la tipologia di alimenti che scegliamo.

**Gli americani**, che sono sempre più bravi di noi a semplificare i concetti, alcuni anni fa **hanno classificato gli alimenti in due categorie**: gli alimenti con calorie vuote o *empty calories foods* e gli alimenti "pieni di nutrienti", **i nutrient dense foods**.



Secondo la definizione, gli alimenti con calorie vuote sono: le bevande zuccherate, i dolci, i junk food e i cibi del fast food, gli energy e gli sport drink e tutte le bevande alcoliche in generale, cioè tutti gli alimenti che

contengono molti zuccheri, grassi saturi e che hanno per questo un alto contenuto calorico, ma proprio perché contengono pochissime vitamine e composti bioattivi le loro calorie vengono chiamate vuote perché prive di un nutriente "buono".

Spesso queste calorie sono "invisibili" e impercettibili perché il consumo di alcuni alimenti che le contengono – come, per esempio, le bevande gassate – non ci sazia e anzi, dopo un po', questi cibi ricchi di zuccheri ci fanno avvertire nuovamente la fame e così il nostro cervello, il nostro organismo richiede altro cibo.

Se le nostre calorie giornaliere provengono in buona parte dal consumo di questi alimenti, non avremo alcun beneficio, non ci arricchiremo di nutrienti importanti e composti benefici e, purtroppo, ingrasseremo perché l'eccesso di zuccheri nel tempo ci porterà all'insulino-resistenza, aumenterà la così detta *low-grade inflammation*, ossia lo stato infiammatorio latente e il rischio di patologie a carattere cronico-degenerativo.



I **nutrient dense foods** sono invece per noi fonti di nutrienti importanti, come omega 3, vitamine, sali minerali, composti bioattivi tra cui la fibra, che preservano la nostra salute e ci proteggono dal rischio di molte patologie. **Frutta e verdura, primi nella top ten di questi cibi, a seguire il pesce e poi altri alimenti come cereali integrali, legumi e frutta secca**, cibi di cui non avere paura perché anche se il loro contenuto calorico ci può spaventare, le loro calorie sono calorie "buone". Il concetto di "pieno" in questo caso è solo un vantaggio per la nostra salute.

# #lanostraenergia: il cibo/3 Lo spreco

Di Scognamiglio / Rossi



Lo spreco di cibo è spreco di energia, visto che questo incide per il 3% del consumo energetico del nostro Paese, ma è anche, sotto il profilo nutrizionale, spreco metabolico. Basti pensare che il quantitativo di alimenti gettati corrisponde a 633 kcal, un quantitativo non piccolo se consideriamo che costituisce circa un terzo del fabbisogno medio di un individuo adulto.

Ridurre lo spreco domestico di cibo e scegliere una dieta basata su prodotti di origine vegetale sono passaggi necessari per minimizzare l'utilizzo delle risorse energetiche e naturali e le conseguenti impronte carbonica, idrica ed ecologica.

La sostenibilità in senso moderno entra anche nel nostro rapporto con l'alimentazione, intesa come garanzia di cibo a sufficienza alle generazioni future e al tempo stesso minimizzazione dell'impatto ambientale. Per raggiungere questo obiettivo sarà necessario prediligere produzioni alimentari più sostenibili e cambiare le nostre abitudini a tavola. **Spreco alimentare vuol dire anche spreco di energia. È noto, infatti, come le scelte alimentari incidano sul consumo di acqua, l'utilizzo delle terre, la produzione di gas climalteranti e naturalmente sullo spreco di energia necessaria a produrre il cibo in eccesso che non verrà consumato tanto è vero che sempre di più oggi parliamo di impronta energetica del cibo che viene sprecato.** Stime fatte dalla Università di Bologna in collaborazione con l'Ente per le nuove tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA) hanno permesso di calcolare che **in Italia il 3% del consumo energetico dipende dallo spreco alimentare. Per dare a questo valore una dimensione di grandezza lo si può paragonare al consumo**

**energetico di oltre un milione e mezzo di italiani o all'85% del fabbisogno di energia del comparto industriale in Emilia Romagna.**



Anche la riduzione dello spreco alimentare rientra tra gli Obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 dell'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU). Secondo il **Food Waste Index Report 2021**, nel 2019 in tutto il mondo sono state sprecate **931 milioni di tonnellate di cibo, equivalenti al 17% circa del totale disponibile per la popolazione mondiale**. La maggior parte di questi rifiuti alimentari è risultata provenire dall'ambiente domestico (11%), in particolar modo dai single, che gettano mediamente il 50% in più di cibo rispetto alle famiglie numerose, segue la ristorazione e, ultimo, il commercio.

In Italia, **gli unici dati nazionali rappresentativi sullo spreco delle famiglie italiane sono quelli prodotti dall'Osservatorio sulle eccedenze, recuperi e sprechi alimentari (OERSA)**. OERSA ha effettuato indagini nel 2018, nel 2020 e nel 2021.

## OERSA

**Osservatorio sulle eccedenze, recuperi e sprechi alimentari (OERSA)** istituito presso il CREA Alimenti e Nutrizione ha l'obiettivo di ricercare, elaborare e tenere aggiornati i dati statistici quantitativi ed economici sulle eccedenze, sui recuperi e sugli sprechi di cibo in tutte le fasi della filiera agroalimentare al fine di disporre di statistiche ufficiali affidabili. OERSA contribuisce a far circolare conoscenza scientifica, regolamenti, policy e a incoraggiare l'affermazione di nuovi modelli di produzione e consumo per prevenire la generazione di eccedenze alimentari, svolgendo un ruolo virtuoso e proattivo per raggiungere uno degli obiettivi chiave dell'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile 2030, ridurre lo spreco alimentare. OERSA ha finora raccolto dati nazionali sullo spreco domestico delle famiglie italiane, nel 2018, 2020, 2021. Ha effettuato una indagine sullo spreco nel settore primario e durante la pandemia. Ha raccolto dati di correlazione tra lo spreco alimentare e aderenza alla dieta mediterranea e alle raccomandazioni nutrizionali. OERSA coordina due progetti europei sullo spreco: uno sulla istituzione di un sistema di sorveglianza sullo spreco domestico in Italia, l'altro sul monitoraggio dello spreco nella ristorazione scolastica.

Nel 2021 si confermano in parte i risultati delle precedenti annualità in cui è emerso che lo spreco domestico è causato dalla difficoltà nel pianificare la spesa, che porta ad effettuare acquisti d'impulso e in eccesso e dall'incapacità di riconoscere con sicurezza se un alimento è ancora buono da mangiare attraverso una lettura corretta delle etichette nutrizionali. Tuttavia, il riutilizzo degli avanzi è una buona pratica comunemente riportata. Inoltre, analizzando le relazioni tra attitudini allo spreco e raccomandazioni nutrizionali si evidenzia **che chi previene lo spreco conosce e segue maggiormente le raccomandazioni nutrizionali. Infatti, è più capace di programmare la spesa (39%), sa riconoscere meglio le quantità da cucinare (40%), evita gli acquisti impulsivi (35%) e sa riutilizzare gli avanzi (35%)**. È interessante sottolineare che la metà degli intervistati (49%) con la più alta aderenza alle raccomandazioni nutrizionali ha anche ricevuto una buona educazione sullo spreco alimentare e ha avuto buoni esempi in casa.



Nel 2021 le famiglie hanno dichiarato di avere gettato mediamente 495 g di alimenti a settimana. Di questi la maggior parte hanno riguardato le verdure fresche (13%), la frutta fresca (14%) e il pane (18%), seguiti da tutti gli altri alimenti con percentuali variabili e comunque non superiori all'8%. **Abbiamo detto che sprecare alimenti vuol dire sprecare l'energia che è servita a produrli; in termini nutrizionali spreco alimentare vuol dire spreco di energia metabolica ossia spreco di calorie. Sulla base dei dati raccolti il quantitativo di alimenti gettati corrisponde a una quota di energia metabolica persa pari a 633 kcal. Un quantitativo non piccolo se consideriamo che costituisce circa un terzo del fabbisogno medio di un individuo adulto.**

L'interpretazione dello spreco alimentare, in termini di calorie non assunte, va ad aggiungersi a quelle più note come l'impronta del carbonio o l'impronta idrica che rappresentano esse stesse uno spreco di energia perché i gas climalteranti alterano il clima e c'è bisogno di più energia per contrastare queste alterazioni. Gli alimenti

sprecanti in Italia (495 g) determinano una quota di emissione di gas climalteranti assolutamente evitabile, che corrisponde a 1,26 Kg di CO<sub>2</sub> equivalenti immessi nell'atmosfera. Inoltre, per produrre il mezzo kilo di alimenti che abbiamo buttato via si sono impiegati circa 665 litri d'acqua che di fatto sono stati persi per la loro produzione con una erosione inutile delle già scarse risorse idriche. E proprio la scarsità delle risorse idriche è collegata allo spreco di energia necessaria a massimizzare la poca acqua disponibile attraverso impianti e strutture che di fatto sono energivore. **I numeri dello spreco alimentare italiano da cui derivano le stime di spreco di energia in termini di calorie, CO<sub>2</sub> e acqua ottenuti con calcoli articolati, servono a evidenziare come lo spreco non sia**



**solo cibo che finisce nella pattumiera ma molto di più, contribuendo a sensibilizzare chi, spesso con troppa disinvoltura, è abituato a buttare via il cibo.**

**Quale soluzione per il futuro: scegliere più alimenti di origine vegetale e sprecare meno**

L'analisi dell'impatto ambientale dei diversi modelli alimentari, da quelli a forte componente vegetale a quelli con elevati contenuti di carne, risulta molto importante sia in termini di emissione di CO<sub>2</sub> (impronta del carbonio) che di consumo di risorse idriche (impronta idrica) e di utilizzo del suolo (impronta ecologica) tutti elementi che impattano fortemente sullo spreco di energia.

**Mangiare meno scegliendo più alimenti di origine vegetale è una soluzione che coniuga il risparmio dello spreco di energia metabolica (calorie) minimizzando l'impatto ambientale.** Gli alimenti di origine animale saranno presenti nella nostra alimentazione nei quantitativi raccomandati, senza eccessi in linea con i dettami della Dieta Mediterranea. Infatti, è noto che un maggior consumo di alimenti di origine vegetale determina anche un beneficio per la salute, in quanto è associato ad un minor rischio di ipertensione, ictus, diabete di tipo 2 e alcune forme di cancro.

Ma non sarà sufficiente la sola scelta degli alimenti se non sarà accompagnata da una **capacità di ridurre lo spreco alimentare domestico**. Pertanto, sarà necessario adoperarsi per una gestione adeguata, dagli acquisti alimentari alla loro conservazione, dalla preparazione in termini di modalità e quantità e, soprattutto, al riutilizzo di quanto eventualmente ecceduto. In questo modo risparmieremo denaro, energia, anche metabolica contribuendo a una maggiore equità delle risorse alimentari.

## Come evitare di sprecare gli alimenti a casa

- Non acquistare troppo cibo: la abbondanza di cibo cucinato ma non consumato favorisce lo spreco.
- Ricicla gli avanzi in nuove ricette, mangia il giorno dopo quello che è avanzato. Non sprecare e insegnare a non sprecare significa attenzione e cultura del valore del cibo.
- Una buona pianificazione della spesa, accortezze nella preparazione degli alimenti e una buona conservazione sono strategie per limitare lo spreco, risparmiare denaro e mangiare cibo più sano.
- Attenzione alle offerte e alle maxi-confezioni, c'è il rischio di comprare più di quanto si possa consumare con il rischio di buttare il cibo scaduto.
- Leggi bene l'etichetta con particolare attenzione alle indicazioni sulla durata dei prodotti.
- Ricorda che la dicitura "da consumarsi entro" è il limite oltre il quale il prodotto non va consumato, sono pochi i prodotti che hanno questa avvertenza e sono quelli altamente deperibili come il latte fresco mentre "da consumarsi preferibilmente entro" indica che il prodotto, oltre la data riportata, può avere modificato alcune caratteristiche come sapore e odore ma può essere ancora consumato (meglio in tempi brevi) senza rischi per la salute.
- In casa vengono sprecati soprattutto prodotti freschi, pane, frutta e verdura, facciamo attenzione in particolare all'acquisto di questi alimenti.
- In occasione di feste e ricevimenti, valuta se gli avanzi possono essere consumati a breve e invita gli ospiti a portare con loro parte di quello che è avanzato.
- Per evitare gli sprechi anche al ristorante non ci si deve vergognare di chiedere la doggy bag, la scatola che permette di portare a casa gli avanzi dei pasti consumati, oggi viene fatto sempre più spesso e i ristoratori devono favorire questa pratica.
- Informati sui programmi contro lo spreco alimentare della tua città, oppure organizzati per donare il surplus alimentare alle onlus che raccolgono gli avanzi di cibo "buono" e lo redistribuiscono a chi ne ha bisogno.

## Verde urbano e siccità/1: istruzioni per l'uso

Di Giulio Viggiani



Il Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari è, tra i 12 Centri del CREA quello maggiormente vocato e più impegnato sull'energia: come produrla, come risparmiarla, come gestirla, all'insegna della evoluzione tecnologica, dell'economia circolare e della sostenibilità.

**Paolo Menesatti**, Direttore del CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, parla della sua esperienza nell'ambito delle agrobioenergie.

"Lavoro presso la struttura di ricerca che si occupa di ingegneria dei biosistemi e trasformazione agroalimentari da circa trent'anni e, in questo lungo lasso di tempo, ho potuto notare grandi e profonde trasformazioni delle tematiche di ricerca, con particolare riferimento proprio agli aspetti delle agrobioenergie. Dopo gli shock petroliferi degli anni '70, l'accresciuto interesse per le produzioni energetiche alternative spinse la nostra sede di Monterotondo ad ospitare negli anni '80 un impianto fotovoltaico, già assolutamente all'avanguardia per quell'epoca. In seguito, nel lungo periodo di grande disponibilità e accessibilità a buon prezzo di carburanti combustibili fossili, l'attenzione verso le bioenergie è andata scemando per poi ricominciare progressivamente a crescere negli



anni 2000, anche in relazione alla nuova attenzione verso la sostenibilità ambientale e la riduzione delle emissioni. I nostri primi studi si sono concentrati sulla meccanizzazione delle colture energetiche, sia per coltivazioni specificamente dedicate sia per lo sfruttamento dei residui agroforestali. A questo primo importante nucleo di attività, basato su progetti ministeriali e su finanziamenti internazionali, si è aggiunto il ramo della filiera bioenergetica, con la realizzazione di un impianto sperimentale presso la sede di Monterotondo, costituito da una centrale termica da 380 kilowatt e annesso laboratorio chimico analitico. Queste strutture sono dedicate sia alla valutazione delle caratteristiche termogeniche dei materiali lignocellulosici e all'efficienza della produzione energetica primaria (calore) o a cascata (elettricità, vapore e biometano) che all'analisi approfondita delle caratteristiche delle emissioni gassose derivanti dalla combustione. Inoltre, le attività si sono ulteriormente espanse verso la produzione di syngas e biometano, senza passare da processi di combustione per l'utilizzo di sottoprodotti. In un'ottica di economia circolare, altre importanti linee di ricerca del centro si sono consolidate sia verso i bioprodotto (quali biocarburanti e biolubrificanti) sia sulla produzione e l'utilizzo dell'energia elettrica. Recentemente, gli incentivi alla produzione di energia elettrica da impianti agrovoltai, a tetto o a terra, hanno avuto nuovo impulso dai fondi del PNRR e anche la progettazione e lo sviluppo dei dispositivi per la conversione elettromeccanica dell'energia, come i motori delle macchine elettriche, sta avendo un grande impatto nel mondo della ricerca.

Le nuove tecnologie legate alla agricoltura di precisione e alla digitalizzazione consentono, dati sperimentali alla mano, elevati risparmi energetici diretti, in termini di migliori consumi di carburante per l'esecuzione delle stesse operazioni colturali, e in riproduzione, come fertilizzanti e fitochimici, con un importante beneficio ambientale”.

Ma è l'innovazione il cuore dell'attività del Centro e viene studiata sostanzialmente in due aree. La prima è in campo, con applicazioni di **meccanica avanzata, mecatronica e sensoristica**, che sovrintendono all'analisi dei dati, all'elaborazione delle informazioni e ai modelli di previsione. La seconda, invece, copre la fase che va dal post-raccolta fino alle trasformazioni finali, con ricerche focalizzate sulla filiera cerealicola – specialmente sul prodotto trasformato, come la pasta -, sull'ortofrutta – soprattutto pere, mele, insalate – e sull'olio e le olive da mensa.

La tecnologia, in particolar modo elettronica e digitale, fa parte delle linee strategiche del CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari e interseca le sue diverse mission.

Una delle tematiche attualmente più indagate è l'**agricoltura di precisione**, declinata come meccanica agraria di precisione. In quest'ambito, le macchine e i trattori concepiti e testati dai ricercatori con tecnologia digitale, hanno spesso uno scarso appeal sul mercato a causa di una conoscenza molto approssimativa da parte dell'agricoltore delle reali potenzialità e del rapporto degli eventuali costi-benefici che deriverebbero dal suo utilizzo. Naturalmente, la valutazione del rapporto-costi-benefici varia molto in base alle dimensioni aziendali, ma realtà come quelle del contoterzismo, che è in grande crescita, trarrebbero grandi vantaggi dall'impiego di queste tecnologie.

Il paradigma rivoluzionario dell'agricoltura di precisione risiede nella possibilità di dare alla coltura ciò di cui necessita proprio quando serve, evitando gli sprechi e di apportare una maggiore sostenibilità economica e ambientale, mantenendo un pari livello di produttività raggiungibile con le tecniche colturali tradizionali. Questo nuovo approccio si è trasferito all'intera filiera, pertanto, presso il Centro sono in corso studi su processi di logistica di precisione e di trasformazione più ecosostenibili, come i sistemi di essiccazione solare che hanno un basso impatto ambientale e l'ampio spettro della sensoristica, ormai di uso comune da parte degli operatori del settore. Una delle tendenze più diffuse è quella di **integrare le diverse fasi produttive per cercare di avere una conoscenza globale di tutta la filiera, fino al consumatore finale**.

# @CREA Energia con i residui agricoli”

Di Alfano / Pari



Figura 1. Prototipo PC50 per la raccolta delle potature sviluppato da ONG snc in collaborazione con il Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari del CREA con il Progetto EUROPRUNING

L'agricoltura consuma energia per produrre beni primari, ma, al tempo stesso, nei suoi processi è fonte di biomassa per la produzione di energia: una potenziale preziosa in un contesto in cui alla crisi climatica si affianca sempre più la crisi energetica. Scopriamo cosa sta facendo la ricerca per utilizzare in maniera sostenibile le biomasse agricole disponibili, risorsa rinnovabile, ma non inesauribile.

Le enormi criticità di carattere ambientale, economico e sociale legate all'utilizzo delle fonti fossili di energia, appaiono sempre più evidenti e si sono drammaticamente palesate, anche agli occhi dei meno sensibili, in seguito alle recenti crisi dovute alla pandemia da Covid 19, alla guerra in Ucraina e agli eventi meteorologici estremi, che hanno recentemente funestato alcune Regioni del nostro Paese.

Esiste, infatti, un legame fortissimo tra energia, clima e salute e, in maniera indiretta, con le guerre che in varie parti del mondo nascono principalmente per la continua rincorsa alle risorse energetiche e alimentari sempre più carenti.

I modelli economici lineari di produzione, consumo e smaltimento delle risorse adottati finora non sono più sostenibili, perché determinano, in maniera esponenziale, un impatto negativo sull'ambiente e, di conseguenza, sulle sue componenti economiche e sociali, in una spirale in cui maggiore è il consumo dei beni e maggiore

è la richiesta di risorse naturali ed energia. Il sempre più largo utilizzo delle fonti fossili per la produzione di energia porta all'incremento delle emissioni climalteranti, ovvero al rilascio dell'anidride carbonica immagazzinata nel corso delle ere geologiche nei combustibili fossili, che, come è noto, è la principale causa del cosiddetto effetto serra nonché dell'aumento progressivo delle temperature da esso determinato.

Il riscaldamento globale, associato alla intensificazione delle pratiche agricole per soddisfare la crescente richiesta alimentare, a sua volta, concorre alla perdita di fertilità dei suoli e al conseguente ricorso a prodotti chimici, fertilizzanti, pesticidi, combustibili, per sostenere le produzioni. Tutto questo è al tempo stesso risultato e causa dei fenomeni sempre più estremi a cui stiamo assistendo.

In questo quadro, **l'agricoltura ha un ruolo centrale: infatti, producendo beni primari, consuma energia e al tempo è fonte di biomassa, residuale o appositamente coltivata, potenzialmente utilizzabile per la produzione di energia, a cui viene dato il nome di agroenergia, cioè energia derivante dal settore agricolo.** In funzione delle caratteristiche intrinseche e della disponibilità della biomassa agricola è possibile attivare diverse filiere agroenergetiche, che possono far affidamento su tecnologie di conversione oggi mature ed affidabili.

## C'è biomassa e biomassa

Alcune biomasse fermentescibili sono utilizzabili in impianti per la produzione di biogas, altre, con una maggiore componente lignocellulosica, sono più adatte alla combustione diretta o alla gassificazione, altre sono utilizzabili per la produzione di biocarburanti per i trasporti.

In tutti i casi, però, bisogna sottolineare come **le biomasse agricole, pur essendo una risorsa rinnovabile, non sono per questo inesauribili e pertanto il loro utilizzo deve essere attentamente pianificato.**

La sfida, quindi, è quella di **utilizzare in maniera sostenibile le biomasse disponibili, preferendo quelle finora scarsamente impiegate, come i residui agricoli,** il cui utilizzo è ostacolato tuttavia dalla convenienza economica della raccolta e della logistica di approvvigionamento.

I residui agricoli, come le paglie e le potature, si caratterizzano, infatti, per una bassa densità energetica, dovuta al limitato rapporto della biomassa rispetto al volume occupato e per una elevata dispersione sul territorio, dovuta alla frammentazione aziendale caratteristica del nostro Paese, che ne hanno di fatto limitato lo sfruttamento.

Una delle chiavi di successo, è sicuramente rappresentata da una efficiente meccanizzazione delle operazioni di raccolta e gestione logistica, che costituiscono infatti le voci di costo più onerose delle filiere agroenergetiche.

## Le innovazioni del CREA

Negli ultimi anni, il gruppo di lavoro coordinato da Luigi Pari, dirigente di ricerca del CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, ha partecipato a numerosi progetti di ricerca, nazionali ed europei, finalizzati a sviluppare e valutare tecniche di raccolta meccanizzata e di gestione logistica di alcuni residui colturali con enormi potenzialità, sia in termini di caratteristiche che di quantità, tra cui le potature, gli espanti di fine ciclo di vigneti e frutteti e i residui di trebbiatura.

Con il progetto europeo **EUOPRUNING** è stato sviluppato, in collaborazione con la ditta agromeccanica ONG snc (Castel bolognese, RA), un **prototipo di raccogliatrice per potature** di frutteti, olivo e vite, denominato **PC50 (Figura 1)**. L'innovazione che la PC50 apporta al panorama delle macchine per la raccolta delle potature è soprattutto legata al sistema di taglio (cippatore) a coclea, che finora era stato impiegato solo su

macchine a punto fisso. I test sul cippato prodotto hanno evidenziato una granulometria (dimensione delle scaglie,) che ne permette una più facile valorizzazione energetica, rispetto a quella ottenibile dalla maggior parte delle macchine in commercio, basate su trinciatori a martelli folli. Si tratta, inoltre, di una macchina estremamente versatile, potendo scaricare il prodotto cippato sia sul cassone integrato, su un rimorchio trainato da un secondo trattore, o in big-bag, con la possibilità di soddisfare differenti esigenze logistiche aziendali.

## EUROPRUNING – Development and implementation of a new, and non existent, logistic chain on biomass from pruning

Finanziato dal Settimo Programma Quadro della Commissione Europea

**Durata:** aprile 2013 a marzo 2017

Coordinato da CIRCE – FUNDACION CIRCE CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS

L'obbiettivo del Progetto è consistito nello sviluppo della filiera logistica delle potature a scopo energetico, con particolare riferimento allo sviluppo di un prototipo di trincia-caricatrice per potature realizzata in Italia e di una imballatrice realizzata in Polonia.

Nell'ambito del progetto nazionale **SUSCACE**, tra le altre azioni, sono state valutate due filiere strettamente legate alle potature: la produzione di agripellet da potature di vite e l'espianto delle radici di vite e di altri frutteti a fine ciclo culturale.

## SUSCACE – Supporto Scientifico alla Conversione Agricola verso le Colture Energetiche

Finanziato dal MASAF

**Durata:** febbraio 2008 – dicembre 2020

Coordinamento CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari Nato per rispondere alle richieste delle industrie coinvolte nella riconversione del settore bieticolo-saccarifero, ha negli anni supportato il mondo agricolo nella produzione di biomassa per la bioenergia prima e, nel tempo, per tutti i settori della bioeconomia.

Nel primo caso, è stata valutata la filiera di produzione di pellet ottenuto da potature di vite con un **cantiere mobile di pellettizzazione** realizzato dalla ditta Costruzioni Nazzareno Srl (Breda di Piave, TV) (**Figura 2**). L'impianto mobile effettua la pellettizzazione delle potature direttamente in campo, presso il sito di stoccaggio del prodotto precedentemente cippato, dopo un periodo di asciugatura naturale, con notevole abbattimento dei costi di trasporto del prodotto densificato rispetto al materiale tal quale. L'**agripellet ottenuto presenta caratteristiche qualitative non molto diverse dal pellet ottenuto dalle biomasse forestali, con analoghi vantaggi**, quali l'elevata massa volumica e densità energetica, bassa umidità, alta omogeneità.

**Figura 2.** Impianto mobile di pellettizzazione Costruzioni Nazzareno Srl testato su potature di vite nell'ambito del Progetto SUSCACE



Nell'ambito dello stesso progetto è stato valutato un **innovativo sistema di estrazione delle radici di vite**, sviluppato dalla ditta Officine Gottardo S.a.s (Ormelle, TV), che ben si adatta anche ad altri frutteti intensivi a filare (**Figura 3**).



**Figura 3.** Sradicatore Officine Gottardo S.a.s. testato durante l'espianto di vite nell'ambito del Progetto SUSCACE

L'eliminazione delle ceppaie dei frutteti a fine ciclo di vita è una pratica necessaria per rendere il terreno nuovamente disponibile al successivo ciclo culturale. Generalmente viene praticata la trinciatura delle radici nel suolo seguita dall'aratura, con tempi e

costi di lavorazione elevati e con il pericolo del propagarsi di virosi radicali. In alternativa, le ceppaie vengono estratte con escavatori e inviate in discarica o stoccate e cippate per essere utilizzate come biomassa combustibile, ma con un basso valore energetico per l'elevata presenza di terra. **La macchina testata è stata in grado di ridurre i tempi di lavorazione** (con una produzione oraria di estremo interesse, pari a circa 9 t/h di prodotto e una produzione fino a 10 t/ha) **e offrire un prodotto relativamente pulito.**

Più recentemente, nell'ambito del progetto italiano **AGROENER**, congiuntamente al progetto europeo **AGROinLOG** per le prove realizzate all'estero, sono stati effettuati una serie di test di diverse tecnologie e cantieri di **raccolta di alcuni importanti residui di trebbiatura generalmente lasciati in campo e non utilizzati, la pula dei cereali e i tutoli del mais, ma di estremo interesse per utilizzi a scopo energetico.**

## AGROENER – Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia

Finanziato dal MASAF

**Durata:** aprile 2016 – dicembre 2023

Coordinamento CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari Il progetto ha come obiettivo lo sviluppo delle agroenergie attraverso la diffusione di innovazioni sostenibili nell'utilizzo delle biomasse ottenute prevalentemente da sottoprodotti agroforestali, il recupero dei sottoprodotti agroindustriali e l'utilizzo di colture dedicate.

## AGROinLOG – Demonstration of innovative integrated biomass logistics centres for the Agro-industry sector in Europe

Finanziato dal Programma H2020 della Commissione Europea

**Durata:** novembre 2016 – luglio 2020

Coordinato da CIRCE – FUNDACION CIRCE CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS il progetto ha avuto come obiettivo la dimostrazione e la fattibilità economica, ambientale e tecnica di centri per la gestione logistica integrata della biomassa (IBLC) residuale, tra cui le potature, la pula dei cereali e i tutoli del mais.

Per quanto riguarda la pula di trebbiatura, ovvero il residuo che si origina durante la fase di separazione e pulizia della granella dei cereali all'interno delle mietitrebbiatrici, negli ultimi anni il crescente interesse dettato dai possibili utilizzi energetici, produzione di biogas o bioetanolo da materiale lignocellulosico, ha spinto diverse aziende agromeccaniche a ideare soluzioni per la loro raccolta. Queste fondamentalmente consistono in tramogge (recipiente a forma di tronco di piramide o di cono, con base minore in basso munita di un'apertura, chiusa da un portellino, utilizzato per facilitare lo scarico di materiali) poste al di sotto dello scarico della mietitrebbia, abbinato ad un sistema di coclee e ventole per l'invio del materiale raccolto in container integrati alla mietitrebbia o su di un rimorchio separato (nel caso ad esempio della raccolta della pula sfusa, separatamente dalla paglia) o l'invio sopra l'andana (striscia appena tagliata che si lascia sul terreno fino alla sera) di paglia o all'interno di essa, per la successiva imballatura dei due prodotti insieme (**Figura 4**).



**Figura 4.** Raccolta della pula separatamente dalla paglia con sistema "Turbopaille" Thievin, con scarico su rimorchio, durante le prove realizzate in Francia nell'ambito dei Progetti AGROENER ed AGROinLOG

Sono stati valutati in Francia per due anni consecutivi il sistema a turbina denominato "Turbopaille" prodotto dalla ditta francese Thievi ed in Svezia il sistema della ditta francese Thierart con "turbina a doppio stadio" ed il sistema "Combi" della ditta svedese Rekordverken. Questi sistemi hanno permesso di recuperare fino al 40% di biomassa aggiuntiva alla sola paglia (circa 2,2 t/ha di pula), senza compromettere i tempi di raccolta della mietitrebbia.

Per quanto riguarda i tutoli del mais, substrato idoneo per gli impianti di biogas, ottimi risultati sono stati ottenuti con il **sistema di raccolta** ideato dalla ditta Italiana Agricinque di Racca (Marene, CN). Il sistema, denominato "Harcob", montato su mietitrebbiatrici a flusso assiale CASE IH, consente di raccogliere e sminuzzare i tutoli di mais contemporaneamente alla trebbiatura della granella e stocarli in un cassone dedicato (**Figura 5**). È possibile, quindi, **effettuare contemporaneamente lo scarico dei due prodotti, sia con la macchina ferma che in movimento durante la trebbiatura, senza compromettere la produttività della mietitrebbiatrice.**

Elemento comune a tutte le esperienze descritte è stato lo stupore degli agricoltori nel poter quantificare in maniera tangibile lo scarto delle loro produzioni, di cui avevano solo una percezione notevolmente inferiore rispetto ai dati messi in evidenza dai ricercatori. In molti dei casi descritti, il costo delle tecnologie è relativamente contenuto ed in ogni caso sostenibile in presenza di impianti agroenergetici nelle vicinanze che facciano richiesta dei residui raccolti, trasformando i costi sostenuti normalmente dalle aziende agricole per lo smaltimento dei residui colturali gestiti come uno scarto da eliminare in una nuova opportunità di reddito. La vicinanza degli impianti di conversione ed il loro corretto dimensionamento sono, tuttavia, elementi fondamentali per la sostenibilità complessiva della filiera.



**Figura 5.** Scarico dei tutoli e della granella di mais durante le prove realizzate a Marene (CN) sul sistema "Harcob" Agricinque di Racca nell'ambito dei Progetti AGROENER ed AGROinLOG.

# @CREAEnergia con la bioraffineria che valorizza i rifiuti organici

Di Tiziana M.P. Cattaneo



Il progetto BIOMASS HUB è stato finalizzato ad una bioraffineria per la produzione integrata di biocombustibili, biometano, energia, fertilizzanti e biomateriali, in un'ottica di economia circolare. Si tratta di un HUB Tecnologico Integrato, creato per sviluppare impianti tecnologici e biotecnologici altamente evoluti e competitivi per valorizzare il biometano e gli scarti della sua produzione

## Il contesto

La Lombardia si caratterizza per la presenza sul suo territorio di elevate quantità di rifiuti organici, conseguenza della sua numerosa popolazione (10.2 milioni, 2017) e dell'intensa attività industriale e agricola che la caratterizza (il PIL Lombardo risulta essere pari al 21.8% di quello nazionale, 2018). I rifiuti organici presenti fanno riferimento alla frazione organica dei rifiuti urbani, a fanghi di depurazione e a scarti agricoli. La frazione organica dei rifiuti urbani da raccolta differenziata (FORSU) in Regione Lombardia ammonta a ca. 1.223.000 t (122 kg/ab.), dando il contributo maggiore alle elevate performance di raccolta differenziata registrate in Lombardia (68% nel 2016). A tali quantità vanno aggiunte 816.843 t di fanghi (84% prodotto in Lombardia e 16 % da fuori regione, 2019) e c.a. 25.200.000 .t di reflui zootecnici.

## Il progetto BIOMASS HUB



Il progetto "BIOMetAno per una Società Sostenibile: sviluppo di un Laboratorio Italiano di Circular Economy dal biometano – BIOMASS HUB", è stato finanziato dalla Regione Lombardia – Direzione Generale Agricoltura-Ricerca ed Innovazione con decreto n. 276 del 14/01/2020. I progetti strategici finanziati hanno come obiettivo il potenziamento degli ecosistemi lombardi della ricerca e dell'innovazione quali hub a valenza internazionale. La tematica molto attuale è inserita nel programma regionale POR FESR 2014-2020 – Innovazione e competitività.

Il progetto "BIOMetAno per una Società Sostenibile: sviluppo di un Laboratorio Italiano di Circular Economy dal biometano – BIOMASS HUB", si inserisce nelle

politiche regionali in tema di ECO-INDUSTRIA e di competitività del settore del trattamento dei rifiuti, attraverso la realizzazione di processi circolari e l'allestimento di impianti pilota per la generazione e gestione distribuita dell'energia, per la creazione di un HUB integrato e polifunzionale finalizzato allo sviluppo del settore del Trattamento dei Rifiuti e di quello della Chimica verde.

Conclusasi a novembre 2022, la ricerca ha previsto la creazione di una bioraffineria per la produzione integrata di biocombustibili, biometano, energia, fertilizzanti e biomateriali.

Si tratta di un HUB Tecnologico Integrato, in cui soggetti pubblici e privati con conoscenze, esperienza e tecnologie complementari tra loro, hanno collaborato alla creazione e allo sviluppo di impianti tecnologici e biotecnologici altamente evoluti e competitivi per valorizzare il biometano e gli scarti della sua produzione in un'ottica di economia circolare, con il coordinamento della Società Agromatrici S.r.l. con sede operativa a Tromello (PV).

REALIZZATO CON IL SOSTEGNO DI

 **UNIONE EUROPEA**  
Fondo europeo di sviluppo regionale

 **Regione Lombardia**

 **fesr**

POR FESR 2014-2020 / INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ

### BIOMASS HUB - BIOMetAno per una Società Sostenibile: sviluppo di un Laboratorio Italiano di Circular Economy dal biometano

**Beneficiario** AGROMATRICI S.r.l.  
**Iniziativa realizzata nell'ambito dell'Asse I**  
Rafforzare la ricerca, lo sviluppo e l'innovazione  
**Obiettivo I.1.b.1** Incremento dell'attività di innovazione delle imprese  
**Azione I.1.b.1.3** Sostegno alle attività collaborative di R&S per lo sviluppo di nuove tecnologie sostenibili, di nuovi prodotti e servizi

**Descrizione progetto** Il progetto mira alla promozione di un modello per la valorizzazione del rifiuto organico attraverso la produzione e gestione efficiente di energia elettrica, biometano e fertilizzanti in un'ottica di economia circolare e della chiusura del riciclo dei rifiuti (zero waste).

## Obiettivi strategici

Sperimentare nuove tecnologie e materiali per la produzione efficiente di energia da biogas e biometano.

Identificare soluzioni alternative per la gestione di materiali organici quali biomasse derivanti dalla depurazione delle acque di depurazione e digestati prodotti da rifiuti urbani, in una logica di promozione dell'economia circolare e di chiusura del ciclo produttivo, trasformando il rifiuto in nuova materia prima con valore aggiunto (*zero waste*).

Recuperare la CO<sub>2</sub> (anidride carbonica) prodotta durante la digestione anaerobica dei rifiuti organici per produrre fertilizzanti, biomolecole ad elevato valore aggiunto, bioplastiche, biocarburanti.

Redigere protocolli di utilizzo dei fertilizzanti rinnovabili (concimi e ammendanti) in un'ottica di agricoltura sostenibile e di precisione, volta alla graduale riduzione dei fertilizzanti di sintesi e, di conseguenza, dell'impatto ambientale derivante dal loro uso e produzione. L'estensione di tale modello di agricoltura porterebbe in 10 anni, se adeguatamente sostenuto e inserito in una più ampia strategia di rilancio dell'agricoltura italiana, ad una reale promozione del modello circolare.

## Il ruolo del CREA con il contributo dei Centri di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni Alimentari (CREA IT Milano e Treviglio) e Centro Zootecnia e Acquacoltura ZOOTECHNIA E AQUACOLTURA (CREA ZA Lodi)

Il progetto ha visto impegnato il CREA per la realizzazione di obiettivi specifici sfruttando i seguenti indicatori:

- mappatura geoelettrica del suolo;
- valutazione di tipologie di cantieri per la distribuzione di precisione e della loro compatibilità (tecnico-ambientale), con l'impiego di fanghi e digestati prodotti nell'ambito del progetto;
- mappatura del vigore vegetativo;
- mappatura di resa, valutazione % degli incrementi produttivi rispetto ad appezzamenti di controllo non trattati;
- parametri qualitativi misurati sulla resa (indici di stress vegetativo);
- numero di ettari coperti con spandimento di precisione;
- monitoraggio delle emissioni odorigene;
- valutazione degli aspetti logistici, riduzione dei tempi e costi di distribuzione rispetto ad appezzamenti di controllo.

### PARTNER DI PROGETTO

Agromatrici Srl: Capofila di progetto  
Università degli Studi di Brescia: Dipartimenti di Ingegneria Meccanica e Industriale, Medicina molecolare e traslazionale, Specialità Medico-Chirurgiche, Scienze Radiologiche e Sanità Pubblica  
CREA – Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria  
ACQUA E SOLE Srl  
AMGA Legnano SpA  
NANO SENSOR SYSTEMS Srl  
AB Impianti Srl  
Consorzio Italbiotec: Sub-contractor

**DURATA:** 33 mesi

**FINANZIAMENTO:** 4.318.451,66 €



**Fig. 2** – Sensore geoelettrico montato a bordo del rover Ferri a guida autonoma

Il complesso programma di lavoro ha coinvolto due Centri di Ricerca su tre sedi con il coinvolgimento di 23 unità di personale di ruolo. E' stato di conseguenza previsto anche un coordinamento interno misto realizzato per CREA IT da **Carlo Bisaglia** (Treviglio) e **Tiziana M.P. Cattaneo** (Milano) con il prezioso supporto di **Giovanni Cabassi** (Lodi) per le azioni concordate e realizzate insieme a CREA ZA. Il progetto ha permesso inoltre di attivare e completare quattro percorsi di alta formazione con assegni di ricerca biennali.

Si riportano i principali risultati ottenuti attraverso prove di serra e prove di campo.

## Mappatura dei suoli e distribuzione dei fanghi



I gruppi di lavoro di CREA ZA e CREA IT (Treviglio) hanno sviluppato gli aspetti legati alla valorizzazione agronomica dei fanghi e digestati, mediante strumenti di mappatura del suolo e di agricoltura 4.0.

**Fig. 4** – Rappresentazione grafica del percorso fatto dal carro di spandimento

**L'attività svolta ha evidenziato come le tecniche di distribuzione di precisione consentano di rispettare le dosi previste dalle mappe di prescrizione, fornendo report di lavoro attendibili su cui è possibile pianificare le operazioni successive.**

Ha permesso, inoltre, di **aumentare la conoscenza dei processi**

**che stanno alla base della depurazione delle acque reflue civili e del trattamento dei fanghi da esse derivanti; ciò al fine di comprendere meglio le caratteristiche fisiche di tale prodotto per poter adattare e migliorare il carro spandiletame in dotazione.**



**Fig. 5** – Interramento del gesso di defecazione

Il primo passo verso il futuro dello spandimento è stato compiuto attraverso l'implementazione tecnologica completa del carro, affinché possa rispondere alle caratteristiche necessarie all'agricoltura di precisione. Successivamente, grazie ai numerosi sopralluoghi effettuati e alla collaborazione proattiva con i tecnici distributori, è stato possibile dotare il carro di nuovi sensori che consentono un miglioramento della distribuzione (ormai sempre più precisa) e anche un miglioramento della qualità del lavoro.

Sono stati inoltre realizzati studi di settore relativi alla destinazione dei fanghi biologici ed agli aspetti logistici, individuando gli strumenti digitali più idonei a supporto della distribuzione meccanizzata.

## **Impiego di tecniche non distruttive per la valutazione dell'effetto dei fanghi di depurazione sullo stato fisiologico delle piante di riso.**

Tecniche rapide e non distruttive, basate sull'assorbimento di diversi composti nel vicino infrarosso (NIR), permettono di applicare metodi di analisi a basso impatto ambientale, minimizzando l'uso di solventi chimici ed accorciando notevolmente i tempi di risposta. Nel progetto è stata impiegata sia strumentazione portatile che un sistema iper-spettrale di analisi dell'immagine.

I campioni di terreno analizzati sono stati raccolti secondo uno schema a croce preparato dal gruppo CREA ZA di Lodi, lungo le diagonali del campo dell'Azienda Penati di Basiglio, per assicurare la rappresentatività del prelievo rispetto all'area da sottoporre ad indagine.

**Sono state realizzate prove di serra e prove di campo su suoli addizionati di fanghi e gessi, a confronto con suoli "controllo".**

**Fig. 6** – Misure non distruttive con strumentazione portatile



Le prove in serra hanno dimostrato che la spettroscopia NIR portatile può essere impiegata come misura rapida e non distruttiva per la previsione simultanea di più parametri relativi allo stato fisiologico delle piante di riso. Entrambe le tecnologie non distruttive impiegate hanno mostrato che l'applicazione dei fanghi di depurazione non ha influito negativamente sullo stato fisiologico delle piante di riso, risultati confermati dalle prove di campo.



Fig. 7 – Camera iper-spettrale

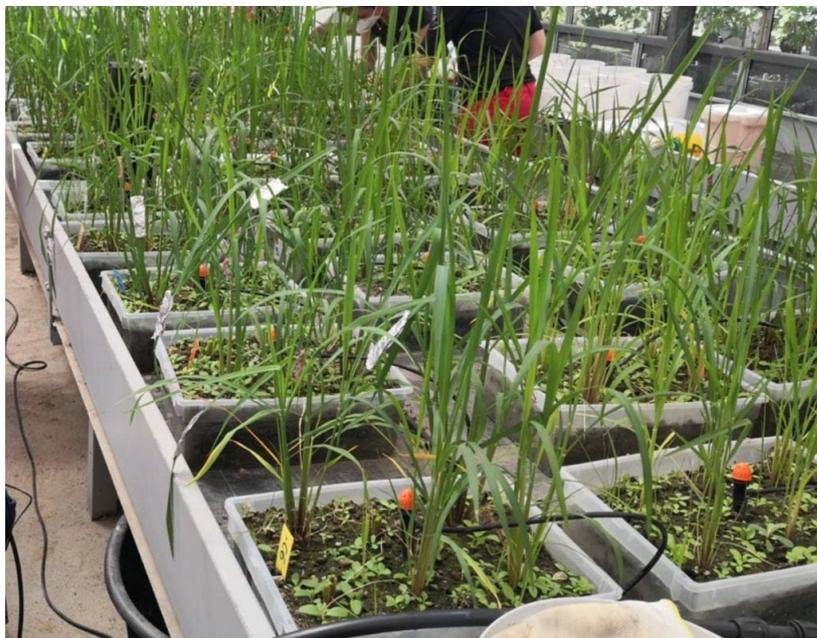


Fig. 8 – Prova in serra

## Valutazione dello stress fisiologico e delle alterazioni biochimiche indotte dall'utilizzo di fanghi di depurazione su piante di riso

In questa attività sono state impiegate tecniche di fluorescenza, analisi biochimiche e di biologia molecolare, andando a valutare l'espressione di alcuni geni, che codificano per enzimi coinvolti nella risposta antiossidante della pianta.

Fig. 9 – Rilevamenti in campo

Fig. 10 – Misure di fluorescenza della clorofilla *a* (Mini-PAM, Walz, D)

Le performance fisiologiche e lo stato di salute delle piante

durante il corso dell'esperimento sono stati misurati attraverso analisi non distruttive a livello fogliare.





**Fig. 11** – Misure non distruttive di clorofilla fogliare (MC-100, Apogee, USA)

**I risultati evidenziano che l'utilizzo di questi fertilizzanti innovativi non ha compromesso l'attività fotosintetica né lo stato di salute delle piante di riso. Anzi, a determinati stadi fenologici i trattamenti utilizzati sembrano aver migliorato la capacità di fotosintesi. In aggiunta, l'incremento di biomassa osservato con l'utilizzo di un comune fertilizzante minerale (urea), è stato osservato anche con l'utilizzo di carbonato e gesso. Si può affermare, quindi, che questi fanghi, e in particolare il gesso, possono essere considerati come sostituti dei comuni fertilizzanti di sintesi.**

**Monitoraggio delle emissioni odorigene: studio della frazione volatile dei fanghi e gessi**

Al fine di caratterizzare le sostanze responsabili dell'inquinamento olfattivo, l'attività del CREA IT di Milano ha previsto diversi livelli di indagine:

- Esperimento di pieno campo: campionamento dell'aria nel sito di spargimento
- Campionamento del terreno in condizioni di laboratorio, per confermare e validare i risultati dell'esperimento di campo
- Analisi degli estratti dei materiali in esame (fango e gesso), forniti dal capofila.

*Esperimento di pieno campo:*

In occasione di un esperimento di spargimento di fanghi sul terreno della Azienda Penati (Basiglio) prima della semina del riso, è stato predisposto un esperimento di campionamento della frazione volatile, responsabile dei fenomeni di inquinamento olfattivo nei siti di spargimento.

Il meccanismo di campionamento (Figura 1) consiste in una pompa aspirante ad alimentazione elettrica di portata di circa 3 litri/min, a cui sono state collegate in aspirazione delle cartucce di carbone attivo.

**Fig. 12** – Sistema di campionamento e di concentrazione dei composti volatili nell'esperimento di pieno campo

*“Composizione del potenziale odorigeno di fanghi di depurazione”*

Il confronto della composizione volatile dei fanghi e dei gessi è stato effettuato su due differenti prelievi nel tempo, uno risalente al febbraio 2021 e l'altro al febbraio 2022, entrambi forniti dalla Ditta Agromatrici s.r.l..



I principali composti rilevati, responsabili delle note olfattive negative, sono risultati, come ci si aspettava, i solfuri, e derivati dell'indolo.

È stata rilevata la presenza di altre sostanze volatili, la cui concentrazione è da tenere in ogni caso sotto controllo come il toluene e gli idrocarburi paraffinici, anche se si mantengono entro limiti di sicurezza.

## Per maggiori informazioni

[Progetto BIOMASS HUB – LGCA \(chimicaverdelombardia.it\)](http://chimicaverdelombardia.it)

[Progetto BIOMASS HUB “BIOMetAno per una Società Sostenibile: sviluppo di un Laboratorio Italiano di Circular Economy dal biometano” \(POR Lombardia\) – Progetto BIOMASS HUB “BIOMetAno per una Società Sostenibile: sviluppo di un Laboratorio Italiano di Circular Economy dal biometano” \(POR Lombardia\) – CREA](#)

[Progetto BIOMASS HUB — LE2C \(energycluster.it\)](http://energycluster.it)

I risultati finali CREA sono stati presentati il 7 novembre 2022 durante un webinar, di cui è possibile richiedere la registrazione agli addetti alla comunicazione, Annamaria Stellari e Stefano Basile (CREA IT Treviglio).  
Contatti: [annamaria.stellari@crea.gov.it](mailto:annamaria.stellari@crea.gov.it); [stefano.basile@crea.gov.it](mailto:stefano.basile@crea.gov.it).

# @CREA Energia con il verde in città

Di Biocca / Civitaresè / Gallo / Sperandio



Le biomasse prodotte dagli alberi in città rappresentano una preziosa fonte per la produzione di energia, soprattutto con la nuova normativa che, di fatto, le ha trasformate da rifiuto in risorsa se vengono inserite in un qualsiasi ciclo di riutilizzo (produzione di legname, compost, cippato o pellet per energia). Una risorsa sostenibile, perché neutra in termini di produzione di CO<sub>2</sub>, anche quando viene utilizzata per produrre energia. Scopriamo cosa sta facendo il CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari

## Introduzione

Le biomasse legnose ottenute dalle potature e dagli abbattimenti degli alberi in città possono essere utilizzate per produrre energia e calore? Il loro impiego è sostenibile? Quali sono le macchine e le tecniche che si utilizzano per ottenerle? E, infine, quanta biomassa sarebbe disponibile dal verde urbano? A queste domande si è cercato di rispondere in una specifica task del progetto Agroener.

## AGROENER

Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia. Progetto Finanziamento MiPAAF Decreto Dirigenziale n. 26329 del 1° aprile 2016.

**Task 2.5:** Recupero di residui ligno-cellulosici da gestione del verde urbano. <https://agroener.crea.gov.it/>

### Risultati scientifici della Task 2.5

Biocca, M., Gallo, P., Sperandio, G. (2022) **Potential Availability of Wood Biomass from Urban Trees: Implications for the Sustainable Management of Maintenance Yards.** *Sustainability*, 14, 11226. <https://doi.org/10.3390/su141811226>.

Biocca, M., Gallo, P., Sperandio, G. (2021) **Technical and economic analysis of Stone pine (*Pinus pinea* L.) maintenance in urban areas.** *Trees, Forest and People*, 6, 100162. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100162>.

Biocca M., Gallo P., Sperandio G. (2020) **Technical and Economic Evaluation of Urban Trees Pruning by Climbing Arborists.** In: Coppola A., Di Renzo G., Altieri G., D'Antonio P. (eds) Innovative Biosystems Engineering for Sustainable Agriculture, Forestry and Food Production. MID-TERM AIIA 2019. *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 67, 653-660, Springer, Cham.

Biocca, M.; Gallo, P.; Sperandio, G. (2021) **Technical and Economic Aspects of Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Maintenance in Urban Environments.** *Environ. Sci. Proc.* 2021, 3, 16. doi: 10.3390/IECF2020-07910.



Va per prima cosa evidenziato che si tratta di materiale di scarto, purtroppo destinato ad essere spesso smaltito in discarica, nonostante molti studi concordino con l'affermazione che **la biomassa legnosa urbana è una preziosa fonte potenziale per la produzione di energia**. A questo stato di cose ha contribuito il fatto che la biomassa ottenuta dal verde cittadino è stata oggetto di diverse interpretazioni normative circa la possibilità di essere usata come materia prima-seconda o essere semplicemente considerata rifiuto da smaltire. Di recente, questo problema è stato definitivamente superato, in quanto l'interpretazione attuale chiarisce che, **se il proprietario o l'utilizzatore di tali biomasse le avvia ad un ciclo di riutilizzo in qualsiasi forma (produzione di legname, compost, cippato o pellet per energia), esse perdono la caratteristica di essere rifiuti. Va inoltre ricordato che le biomasse legnose sono sostenibili perché neutre dal punto di vista della produzione di CO<sub>2</sub>, anche quando vengono utilizzate per produrre energia.**

Per una loro effettiva utilizzazione, è molto importante conoscere le effettive quantità disponibili durante l'anno. Tale dato è però difficile da ottenere. Ciò deriva principalmente dal fatto che le Amministrazioni comunali non sempre dispongono di un dettagliato censimento del verde (possibilmente informatizzato), che consenta di calcolare il numero esatto di alberi e il conteggio di quelli abbattuti e sottoposti a potature. Inoltre, a fronte di una notevole eterogeneità degli alberi urbani per specie botanica, dimensioni e morfologie delle chiome nonché differenti intensità di potatura, una stima precisa delle quantità ottenibili da un singolo albero non è facile.

**Roma, una delle capitali europee più verdi: stima della disponibilità di biomassa.** Nel nostro lavoro siamo partiti dalla stima delle quantità ottenibile da cantieri di abbattimento e di potatura per la maggior parte localizzati nella città di **Roma, una delle capitali europee più verdi**. Secondo gli inventari disponibili, Roma dispone di 4.728 ha di area verde, per un totale di 312.583 singoli alberi presenti nelle strade pubbliche e nei parchi, con dieci generi botanici prevalenti (*Pinus*, *Quercus*, *Robinia*, *Platanus*, *Ligustrum*, *Tilia*, *Ulmus*, *Prunus*,

*Acer, Cupressus*) che costituiscono oltre il 73% della presenza totale di alberi. È importante sottolineare che i dati relativi agli alberi ubicati in giardini, parchi e aree private non sono inclusi nell'inventario disponibile.

Poiché l'inventario esistente sugli alberi urbani presenti nella città di Roma non è completo, si può tentare solo una stima approssimativa delle quantità disponibili. Nei cantieri osservati, si sono ottenute in media 1,1 tonnellate in caso di potatura e 4,4 tonnellate per albero in caso di abbattimento. Inoltre, partendo dai dati che l'amministrazione comunale fornisce per adempiere agli obblighi derivanti dalla Legge 10/2013 (che ha istituito il bilancio arboreo nei comuni più grandi) si è visto il numero di alberi morti e potati all'anno, a partire dal 2012. Secondo questi dati, **la mortalità media annua degli alberi a Roma negli ultimi anni è stata pari allo 0,43%, mentre circa l'1,54% delle piante sarebbero state potate ogni anno.**

Nella Tabella 1, si riporta una stima della potenziale biomassa ottenibile più ampia di quella già presentata sulle pagine di questa rivista nel numero speciale dedicato alla [sostenibilità](#). I dati sono stati ottenuti ipotizzando diversi tassi di mortalità degli alberi (dallo 0,5 al 3,0%) e tempo di ritorno della potatura (da 7 a 19 anni). Per quanto riguarda la potatura, si è ipotizzato che vengano regolarmente potati solo la metà degli alberi totali (quelli presenti lungo le strade). Quindi, secondo **un più realistico 2% di mortalità degli alberi e un ciclo di potatura di 10 anni, si è ottenuto che gli alberi urbani di Roma potrebbero fornire 27.250 tonnellate di biomassa fresca all'anno dall'abbattimento e 17.061 tonnellate all'anno dalla potatura. Considerando un'umidità del legno di circa il 45-50%, tale quantità potrebbe alimentare una centrale a biomasse da 80.000-90.000 MWht (termico) e 23.000-26.000 MWhe (elettrico).**

**Tabella 1** – Produzione potenziale di biomassa (tonnellate) con diverse ipotesi di mortalità annua e intensità di potatura degli alberi nella città di Roma.

		Tasso di mortalità annuo				
		0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%
Ciclo di potatura (anni)	19	15.792	22.604	29.417	36.229	43.042
	16	17.475	24.288	31.100	37.913	44.725
	13	19.936	26.749	33.561	40.373	47.186
	10	23.873	30.686	37.498	44.311	51.123
	7	31.185	37.997	44.810	51.622	58.435

Confrontando il dato da noi ottenuto con quelli di altri studi, si vede come l'ammontare complessivo medio di circa 44.300 tonnellate all'anno ottenuto, corrisponda a 9,4 tonnellate per ettaro di area verde. Questa quantità è paragonabile a una stima fatta nella città di Tartu (Finlandia) dove

hanno valutato una produzione potenziale di 11,5 ton/ha, mentre è superiore alle 4,8 ton/ha calcolate da Sperandio e coautori per una zona suburbana del Lazio. Considerando che il comune di Roma è pari a 1285 km<sup>2</sup>, la biomassa stimata (0,34 ton/ha) è inferiore alle stime fatte in alcune città degli USA, dove si avrebbero dalle 0,8 alle 2,0 ton/ha.

## La produzione di pellet

Oltre che la produzione di cippato, il residuo legnoso potrebbe essere valorizzato trasformandolo in pellet. Quello del pellet è un tema di grande interesse, soprattutto alla luce dei continui aumenti dei prezzi dell'energia elettrica e del gas degli ultimi due anni. Molte famiglie si sono dotate, di recente, di caldaie o stufe alimentate con questo tipo di combustibile allo scopo di contenere la spesa per il riscaldamento. Le tensioni internazionali scaturite dal conflitto tra Russia e Ucraina, purtroppo, hanno colpito, di riflesso, anche questo settore con prezzi al dettaglio aumentati vertiginosamente.

In tale contesto risulta essenziale procedere a valutazioni tecniche e scientifiche in grado di rispondere alla domanda sempre crescente di biomassa trasformata, di qualità e a prezzi di mercato.

A questo proposito sono state condotte prove di pellettizzazione impiegando tre specie particolarmente presenti tra le alberature urbane: leccio, pino domestico ed eucalipto. Il materiale ottenuto è stato oggetto di una serie di test di laboratorio che hanno riguardato sia le caratteristiche fisiche che quelle chimiche ed energetiche.

Al fine di semplificare la comprensione dei risultati ottenuti, si propone una tabella riepilogativa (tabella 2) che evidenzia quali dei parametri indicati dalla normativa di riferimento (UNI EN 17225-2:2014) vengono rispettati e quali no (carattere rosso).

Parametro	Unità di misura	Leccio	Eucalipto	Pino
Diametro	mm	6,20	6,25	6,25
Lunghezza	mm	12,70	14,67	12,38
Contenuto idrico	%	<10%	<10%	<10%
Ceneri	%	1,3 (B)	0,87 (A2)	0,38 (A1)
Durabilità meccanica	%	>98%	>98%	<97,5
PCI	MJ/kg	<16,5	<16,5	>16,5
Densità apparente	kg/m <sup>3</sup>	>600	>600	<600
Azoto		>1	>1	<1 (B)
Zolfo	%	<0,04 (A1)	<0,04 (A1)	<0,04 (A1)
Cloro		<0,03 (A2)	<0,03 (A2)	>0,03
Arsenico		<1	<1	<1
Cadmio		>0,05	>0,05	>0,05
Cromo		<10	<10	<10
Rame		<10	<10	<10
Piombo		<10	<10	<10
Mercurio		<10	<10	<10
Nickel		<10	<10	<10
Zinco		<10	<10	<10
Fusibilità ceneri	°C	>1200 (A1)	>1200 (A1)	>1200 (A1)

**Tabella 2** – Parametri qualitativi delle classi di pellet per uso residenziale/commerciale secondo la normativa UNI EN 17225-2:2014. I parametri che non rispettano la normativa sono indicati in rosso.

Come è possibile notare, la prevalenza dei parametri oggetto di indagine risulta soddisfatta e ciò può e deve essere considerato un ottimo risultato. Il mancato soddisfacimento di alcuni requisiti, invece, dovrà essere gestito caso per caso, a seconda della specie e del parametro da migliorare. A tal fine, ad esempio, è possibile prevedere miscele al 50% con pino per permettere il raggiungimento del valore minimo di potere calorifico di 16,5 MJ/kg anche per eucalipto e leccio. Tali miscele, inoltre, consentirebbero anche un miglioramento della classe relativa al contenuto in cenere: l'eucalipto passerebbe da A2 ad A1 mentre il leccio da B ad A2.

In conclusione, per quanto riguarda la disponibilità di biomassa legnosa residua, poiché l'inventario esistente degli alberi urbani presenti nella città di Roma non è completo, si può tentare solo una **stima approssimativa della potenzialità della biomassa**. In questo contesto, sono altamente auspicabili sviluppi nei metodi di ricerca sulle foreste urbane che possano offrire approcci e strumenti più accurati ed efficienti per quantificare e stimare gli alberi urbani e la biomassa. E al CREA-IT ci stiamo già lavorando.

# @CREA Energia con i fondi di caffè

Di Bergonzoli / Del Giudice / Gallucci / Scarfone



Il ciclo di vita del caffè può trovare intelligenti stratagemmi per rinnovarsi: le recenti esperienze del CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari nell'ambito del progetto AGROENER evidenziano il potenziale dei suoi scarti per produrre energia. Tuttavia, la portata del possibile impatto ambientale e sulla salute umana di una filiera di recupero e conversione energetica deve ancora essere determinata.

Il caffè è una delle bevande più consumate al mondo. Secondo l'Organizzazione Internazionale del Caffè che solo nell'Unione Europea si consumano circa 2,5 milioni di tonnellate di prodotto all'anno; in Italia il consumo annuo stimato è di circa 6 kg a persona. Si pensi che il principio attivo (caffeina) rappresenta un contaminante emergente, facilmente riscontrato anche nei fiumi, nei laghi e nelle acque sotterranee, utilizzate come fonti di acqua potabile. Purtroppo, **mano a mano che si utilizzano milioni di tonnellate di caffè, si generano tonnellate di rifiuti, stimate nel nostro Paese, intorno a 360.000 tonnellate all'anno** Si tratta di rifiuti che, come sappiamo, incidono, sull'inquinamento ambientale.



## Ma potrebbero essere recuperati e riutilizzati?

Sicuramente sì, ma la ricerca deve ancora aiutare il processo! Una scelta già condivisibile e coscienziosa è quella di gettare i fondi del caffè nel sacchetto dell'umido, con l'aspettativa di destinare lo scarto alla produzione di compost; in realtà, però, questo prodotto può dare molto di più. I fondi di caffè possono essere utilizzati anche per produrre energia. Le recenti esperienze del CREA-Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari nell'ambito del progetto AGROENER hanno evidenziato come **il pellet ottenuto da scarti di caffè mescolato a segatura abbia rese energetiche molto elevate, addirittura più alte di quelle di ottenute con pellet di puro legno. A parità di peso, il pellet di caffè produce circa il 10% in più di energia del legno, sebbene con l'inconveniente di generare più cenere.** Considerato il costo attuale del pellet di circa 12€/sacchetto (da 15 kg), 360.000 tonnellate di scarti potrebbero davvero esserci utili.



**Fig 1.** Processo di pellettizzazione dei fondi di caffè e segatura (sinistra); pellet ottenuto (destra)

Fin qui sembrerebbe tutto perfetto, basterebbe svuotare le stufe un po' più spesso ed il gioco sembra fatto. Purtroppo, non è proprio così. Ci sono due problemi da affrontare sul tema:

- **sviluppare una filiera di recupero efficiente;**
- **studiare a fondo le sostanze inquinanti che possono essere generate dal processo di conversione energetica.**

Nonostante la grande disponibilità di fondi di caffè, il recupero di questo residuo risulta impegnativo a causa di una distribuzione molto frammentata e della presenza di imballaggi spesso difficili da gestire (cialde, capsule). Inoltre, la gestione di quantità così elevate di caffè macinato (materiale organico) può determinare rischi sia per la salute umana che per l'ambiente. Ad esempio, durante lo stoccaggio dei fondi di caffè si può affrontare il problema dello sviluppo di muffe o dei fenomeni di autocombustione che possono mettere a rischio la salute umana.

Un altro passo importante è capire se quello che bruciamo per produrre energia genera fumi inquinanti, andando ad influire sulla qualità dell'aria che respiriamo. A tale proposito, è stato visto che l'elevata quantità di azoto (N) presente negli scarti di caffè può determinare la produzione di ossidi di azoto (Nox), dei gas inquinanti, dannosi sia per l'ambiente che per l'uomo.



**Fig. 2** – *Nel vassoio di destra il residuo grezzo, in quello di sinistra il prodotto pellettizzato*

La ricerca in questo settore sta andando avanti ed è auspicabile che nel breve periodo si arrivi a definire una filiera ideale con soluzioni tecnologiche come i sistemi di abbattimento degli NOx, che permettano il recupero e la valorizzazione di questi residui; tutto ciò nell'ottica di una produzione energetica sostenibile e di un'economia circolare.

# @CREA Energia con le foreste di olivo del Salento

Di Acampora / Alfano / Bergonzoli / Suardi



Le potature da colture arboree come l'olivo e la vite rientrano nella categoria delle biomasse legnose residuali e, sebbene rappresentino una grande risorsa potenziale dal punto di vista energetico, il loro sfruttamento è stato sempre limitato a causa dell'assenza di una filiera di economia circolare organizzata. Un esempio virtuoso in tal senso è FIUSIS, una realtà imprenditoriale conosciuta nell'ambito del progetto AGROinLOG, che ha avuto come partner il CREA.

## Un esempio vincente di economia circolare dai sottoprodotti di colture arboree

Le potature derivanti dalle colture arboree come l'olivo e la vite rappresentano dei sottoprodotti della coltivazione rientranti nella categoria delle biomasse legnose residuali. Fino ad un decennio fa, le potature erano considerate uno scarto da smaltire,



trinciare o bruciare in campo con conseguenti impatti sull'ambiente, sugli aspetti fitosanitari e con un alto rischio di incendi. Eppure, la quantità di biomassa di patata fresca prodotta ad ettaro dalle colture arboree può tranquillamente superare la tonnellata di sostanza fresca, fino a raggiungere nell'olivo quantitativi persino superiori alle 6 tonnellate. A livello Paese significherebbe circa 6 milioni di tonnellate all'anno di biomassa potenzialmente utilizzabile per fini energetici. Sebbene le patate rappresentino una grande risorsa potenziale, il loro sfruttamento è stato sempre limitato a causa dell'assenza di una filiera organizzata e per la mancanza di una chiara conoscenza di disponibilità nel tempo e nello spazio della biomassa. Da anni la filiera delle patate per energia viene analizzata e studiata e il prodotto ottenibile viene caratterizzato al fine di capire come sfruttare al meglio e sviluppare una **filiera economica circolare e sostenibile**.

Diversi, infatti, sono stati i progetti di ricerca che hanno cercato di ottimizzare la filiera di approvvigionamento delle patate, valutando gli impatti ambientali, economici e sociali per definire **sistemi più efficienti di raccolta e stoccaggio della biomassa**, senza però riuscire in modo significativo a passare dalla teoria alla pratica. Questo scenario ha rappresentato lo "stato dell'arte" fino al 2017, quando, nell'ambito del progetto Europeo AGROinLOG (ID dell'accordo di sovvenzione: 727961) di cui il CREA era partner, si è avuta la possibilità di conoscere la **FIUSIS**, una realtà imprenditoriale salentina fondata nel 2010 che, dopo quattro anni di sacrifici e grandi perdite finanziarie, è riuscita a trovare la quadratura del cerchio del sistema "patata-energia", combinando alla perfezione tecnologia, logistica e contrattualistica con gli agricoltori locali.

## AGROinLOG

### **AGROinLOG (Demonstration of innovative Integrated biomass logistic centres for the agro-industry sector in Europe)**

Horizon 2020 research and innovation programme – Grant Agreement No 727961

**Durata:** 42 mesi

**Finanziamento:** 5.935.714,89 €

**Coordinatore:** CIRCE Foundation

**Partners:** Agriconsulting Europe S.A.

Agroindustrial Pascual Sanz S.L.

Association "Ukrainian Agribusiness Club"

Centre for Research and Technology Hellas – CERTH

Cooperativas Agro-alimentarias de España

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)

Fundación Zaragoza Logistics Center – ZLC

Instituto agrotikis kai synetairistikis oikonomias inaso-paseges

Lantmännen

Nutria S.A.

RISE Processum AB

RISE Research Institutes of Sweden AB

StichtingWageningen Research(WFBR)

University of Belgrade

L'obiettivo principale del progetto AGROinLOG è stato quello di dimostrare la fattibilità tecnica, ambientale ed economica di Centri Logistici Integrati per la Biomassa (IBLC) per prodotti alimentari e non alimentari, per implementare nuove linee di business nelle agroindustrie e per aprire nuovi mercati di bio-prodotti intermedi e servizi (energia, trasporto e produzione).

Il CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari (Responsabile WPs: Dr. Luigi Pari) nell'ambito del progetto ha studiato gli aspetti legati alla logistica della raccolta dei sottoprodotti delle filiere analizzate.

## Nascita dell'impianto e avvio della filiera

Quando nel 2017 abbiamo incontrato Marcello Piccini e il suo staff presso l'impianto di Calimera (LE), è stato interessante ascoltare la storia che lo aveva portato, dall'esperienza acquisita in nord Europa, legata all'utilizzo dei sottoprodotti dei boschi, ad investire nella sua terra, la Puglia. Piccini ha spiegato un concetto apparentemente scontato quanto geniale allo stesso tempo, se espresso con le giuste parole: "Nel bacino del Mediterraneo" – diceva – "le popolazioni di Grecia, Italia e Spagna, pur vivendo tra foreste di olivi, non sono mai riuscite ad implementare una filiera di raccolta del legno organizzata ed efficiente". Da qui l'idea di sfruttare questa risorsa che, nel 2010, si è concretizzata in FIUSIS. La chiave sta proprio nel termine **"foreste" di olivi che permettono, col solo legno di potatura, di alimentare l'impianto cogenerativo da 1 MWe della centrale (quantità di energia sufficiente per accendere quasi 2500 famiglie Italiane all'anno), creando un esempio funzionante di Economia Circolare.** La ricerca della migliore localizzazione dell'impianto aveva identificato **un bacino di 9 Comuni entro il raggio di 10 km da Calimera (LE) che, grazie alla presenza di circa 160.000 olivi, sarebbe stato sufficiente ad alimentare totalmente l'impianto con le sole potature prodotte.** Con un investimento iniziale di circa otto milioni di euro completamente finanziato da privati, dopo quattro anni di studio necessari per la sua realizzazione e la definizione di tutti gli aspetti tecnologici del processo produttivo e della costruzione finanziaria, **la vera sfida del progetto rimaneva la sicurezza dell'approvvigionamento delle potature presso le aziende olivicole.** Il ritiro della biomassa avviene tramite compilazione di un apposito documento che autorizza FIUSIS ad accedere in campo e a ritirare il materiale. Attraverso una costante opera di convincimento degli agricoltori locali, basata su un rapporto di reciproca fiducia, le richieste di ritiro delle potature di olivo sono passate **da 12 nel primo anno, alle oltre 1.200 attuali.** Quindi, la ricerca del **consenso delle comunità locali** è stata determinata soprattutto nella fase di avvio della filiera. Ispirandosi al modello di alcuni impianti a biomasse visitati in Tirolo, Carinzia e Baviera, presenti in pieno centro cittadino e aperti alle visite del pubblico, l'impianto di Calimera è stato costruito senza barriere architettoniche che ostacolassero la vista dall'esterno, in una **politica di totale trasparenza.**



## Logistica della raccolta e stoccaggio

La scelta iniziale di affidare a contoterzisti la raccolta delle potature è stata abbandonata dopo tre anni poiché troppo onerosa. Infatti, un importante cambiamento si è avuto nel momento in cui, nel 2014, **FIUSIS ha fondato una seconda società che si è dotata delle macchine per la raccolta e il conferimento del prodotto**

**in centrale.** Questo accorgimento ha permesso di ottenere un bilancio positivo per la prima volta dopo anni di perdite. Da allora, gli agricoltori interessati a cedere le potature a titolo gratuito, presentano la richiesta direttamente all'impianto, compilando un apposito format contenente gli identificativi catastali, il numero di piante patate e la data di potatura. I dati raccolti sono archiviati nel database della FIUSIS per garantire la tracciabilità e per la successiva elaborazione e organizzazione delle fasi logistiche di raccolta e conferimento. **In cambio della raccolta delle potature, gli agricoltori ottengono la pulizia dei campi ed evitano di ricorrere alla pratica della bruciatura, dannosa per l'ambiente, oltre che dispendiosa economicamente.** Ad oggi, grazie alla nascita della filiera, **si stima all'interno del bacino una riduzione del 70% di tale pratica.**

Per le aziende che hanno fino a 400 piante, la raccolta avviene con trincia-caricatrice Facma modello Comby, in grado di raccogliere 20-25 t al giorno di potature (FIUSIS dispone di tre unità). Queste macchine trainate pesano 2200 kg, hanno un sistema di trinciatura composto da 27 martelli che viene azionato dalla presa di potenza del trattore da 540 rpm e necessitano di un trattore di potenza non inferiore ai 56 kW (75 CV), anche se per l'olivo, potenze superiori sarebbero preferibili al fine di garantire la buona operatività della raccogliitrice (almeno 89 kW, 120 CV). La **manutenzione ordinaria** richiesta è minima e prevede l'ingrassaggio degli ingranaggi ogni 2 ore di lavoro per un consumo di olio inferiore al kilogrammo per giornata di lavoro (7 ore). Il consumo di carburante dipende in gran parte dal trattore e si aggira intorno ai 100-120 litri di gasolio al giorno. Il prodotto trinciato viene raccolto dalla macchina all'interno di un container di 5 m<sup>3</sup> che può sollevarsi, tramite dei martinetti idraulici su sistema a pantografo, fino ad un'altezza di 2500 mm. Per le aziende con un numero maggiore di olivi, le potature sono accatastate a bordo campo e cippate con un tritatore fisso della ditta Caravaggi con una capacità produttiva 10 t al giorno. La **cippatura in entrambi i casi avviene dopo una permanenza in campo del potato di 25-30 giorni per favorire l'essiccazione e la perdita di foglie.** La finestra di raccolta va da gennaio a fine giugno in corrispondenza della potatura di produzione, praticata ogni tre anni con una resa di circa 10 t/ha, e da settembre a dicembre con la potatura leggera (sulle piante nell'anno di scarica). La raccolta invernale ha una produttività complessiva di 110 t al giorno con una umidità del 37-38%, mentre quella autunnale di 35-40 t al giorno con una umidità di 15-16%. **I quantitativi complessivi sono sufficienti per alimentare con continuità l'impianto che ha un fabbisogno giornaliero di 24-28 tonnellate in relazione all'umidità del prodotto.** Il materiale viene scaricato in piccoli cumuli presso ogni singolo campo dove è stato raccolto e stoccato temporaneamente fino al prelievo programmato in funzione delle necessità di alimentazione dell'impianto. In tal modo, la biomassa perde più velocemente l'umidità in campo, mentre all'impianto, il piazzale destinato allo stoccaggio e alla movimentazione della stessa ha dimensioni contenute.



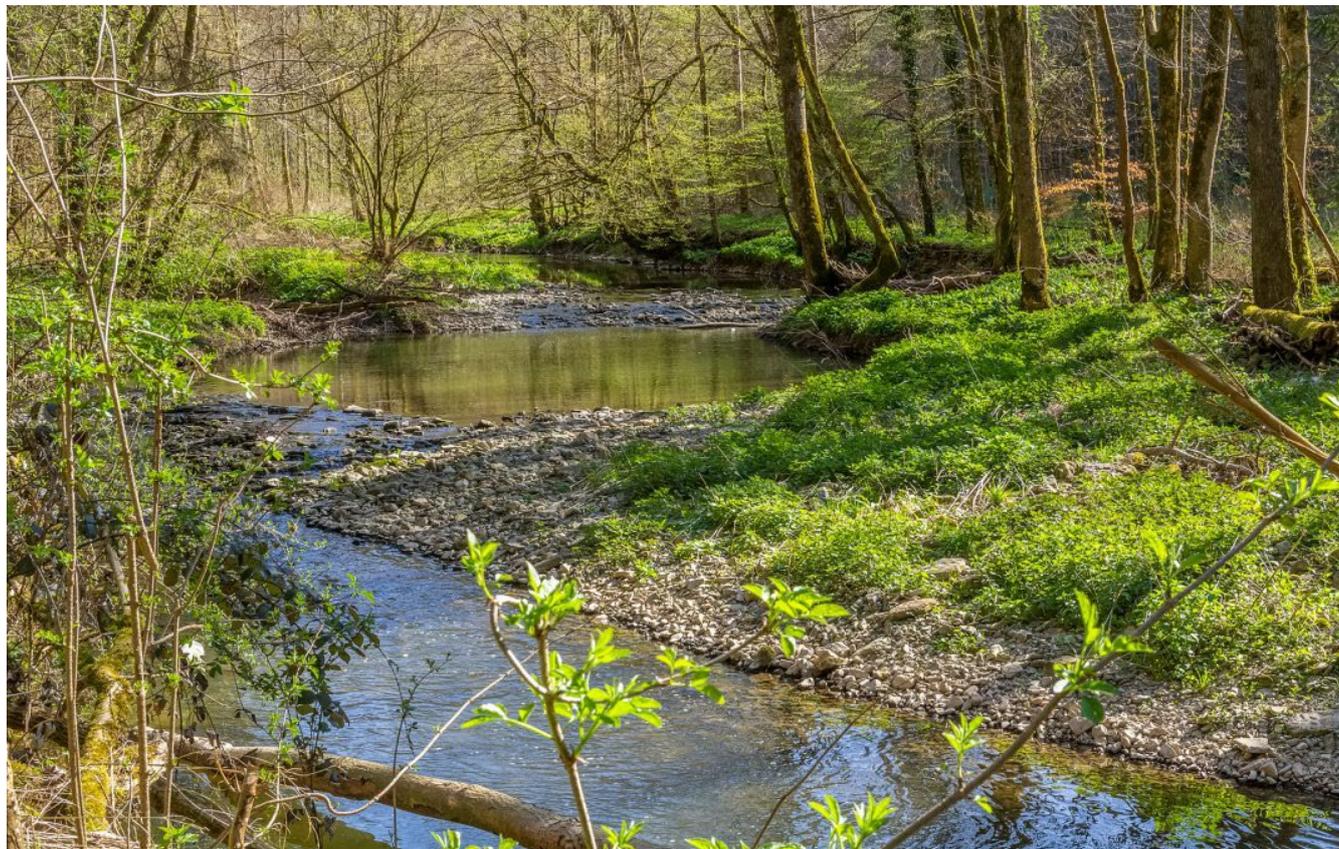
## La gestione della biomassa all'interno dell'impianto

La biomassa presente nell'impianto viene stoccata sotto tettoia ed ha una funzione "tampone" per l'alimentazione giornaliera. Da qui il cippato viene trasferito alla fossa di carico e convogliato alla caldaia mediante un sistema di rastrelli e nastri trasportatori, che permettono di superare i problemi di intasamento riscontrabili nei sistemi a coclea (sistema a spirale spesso utilizzato per la movimentazione della biomassa) in presenza di trinciati con granulometria irregolare. Al contrario, la **pezzatura grossolana**, incrementa la permeabilità dell'aria sia all'interno dei cumuli, velocizzando l'**essiccazione naturale**, sia sul letto di brace, ottimizzando la **combustione primaria**. L'impianto (caldaia e turbina ORC) è realizzato interamente con **tecnologia italiana**. Grazie all'**innovativo sistema filtrante**, anch'esso italiano, le emissioni di polveri sottili sono di appena 1 mg/Nm<sup>3</sup>, ben al di sotto dell'autorizzazione ad emettere (30 mg/Nm<sup>3</sup>). **L'impianto costituisce un volano importante per lo sviluppo economico della zona. Complessivamente sono impiegati più di 30 addetti con contratto di lavoro a tempo indeterminato, tra tecnici dedicati al funzionamento dell'impianto e operai organizzati in tre squadre per la raccolta e una per il successivo conferimento della biomassa in centrale. Tutta l'energia elettrica prodotta viene consegnata ad Enel su una linea che alimenta direttamente la città di Calimera che può pregiarsi di essere la prima città nel Salento e una delle prime nell'Italia meridionale, ad essere alimentata da energia verde e rinnovabile.**

Recentemente, a fianco della centrale è stata realizzata una linea di produzione del pellet (ampliando il bacino di approvvigionamento delle potature) che utilizza il calore residuo dell'impianto a biomassa che in passato veniva dissipato. È anche allo studio una nuova linea di fertilizzanti basati sulle ceneri prodotte dall'impianto.

# @CREA Energia dagli alvei fluviali

Di Del Giudice / Santangelo / Acampora / Scarfone



La valorizzazione della vegetazione erbacea fluviale ha suscitato negli ultimi anni particolare interesse per via delle sue enormi potenzialità per scopi energetici.

La fattibilità del recupero e reimpiego della biomassa fluviale dipende dall'adozione di un approccio integrato che, insieme all'analisi degli aspetti tecnici, tenga conto della valutazione economica e ambientale del sistema fluviale, rifugio di specie nidificanti e acquatiche.

## La problematica

La manutenzione degli alvei fluviali costituisce un'attività fondamentale per la gestione sostenibile del territorio. La cura dei corsi d'acqua naturali ed artificiali in ambito urbano e agricolo deve avere come priorità la tutela dei cittadini e delle infrastrutture. Di conseguenza, una gestione equilibrata della vegetazione fluviale risponde principalmente alle esigenze del contenimento idraulico, con interventi di manutenzione che, dove possibile, tengano conto anche delle valenze ambientali. Per questo motivo, le formazioni ripariali devono essere sottoposte ad una manutenzione frequente, che può anche generare notevoli quantitativi di biomassa. La biomassa erbacea generata dagli sfalci fluviali viene solitamente lasciata sul posto oppure portata in discarica, prevedendo solo in minima parte un'attività di recupero.

**Punto cruciale per la valorizzazione energetica della biomassa è rappresentato dalla raccolta: infatti, il mancato utilizzo di queste risorse è da imputare alla mancanza di idonee linee di meccanizzazione che possano operare, nei diversi contesti, sia lo sfalcio sia la raccolta.**

## Energia dagli alvei fluviali

La grandissima varietà di condizioni ambientali e/o operative che si possono incontrare negli alvei e la loro influenza sulle operazioni di manutenzione, giustificano approcci molto diversi, a seconda del caso. Le formazioni erbacee fluviali, infatti, possono presentare provvigioni e composizione specifica molto diverse (graminacee spp., canna comune, cannuccia di palude ecc.), così come possono variare notevolmente le prescrizioni gestionali a cui sono sottoposte.



**Foto 1** – Caso tipico di un’asta fluviale

L’energia potenziale della biomassa proveniente dalla manutenzione di aree urbane, agricole e protette rimane ampiamente sottoutilizzata in tutta Europa. I principali ostacoli alla sua diffusione sono: l’insufficiente conoscenza relativa alle tecniche di sfalcio, di raccolta, di conservazione, associate alla limitata se non assente cooperazione tra gli operatori della filiera (Consorzi di bonifica, ditte costruttrici di macchine per il taglio, raccolta e movimentazione della

biomassa, centrali per la produzione di energia) e alla presenza di barriere di natura giuridica. Di conseguenza i residui erbacei provenienti da sfalci, nonostante le interessanti potenzialità, non vengono utilizzati, o lo sono solo marginalmente in associazione ad altre biomasse, in impianti di digestione anaerobica, per la produzione di biogas e/o bioetanolo.



**Foto 2** – Biomassa potenziale recuperabile dagli sfalci fluviali

**La convergenza di una cantieristica razionale, di una pianificazione adeguata e di una moderna filosofia d’intervento può migliorare la remuneratività degli interventi di manutenzione, favorendo una cura più attenta dei corsi d’acqua e aumentando la disponibilità di biomassa per il mercato.**

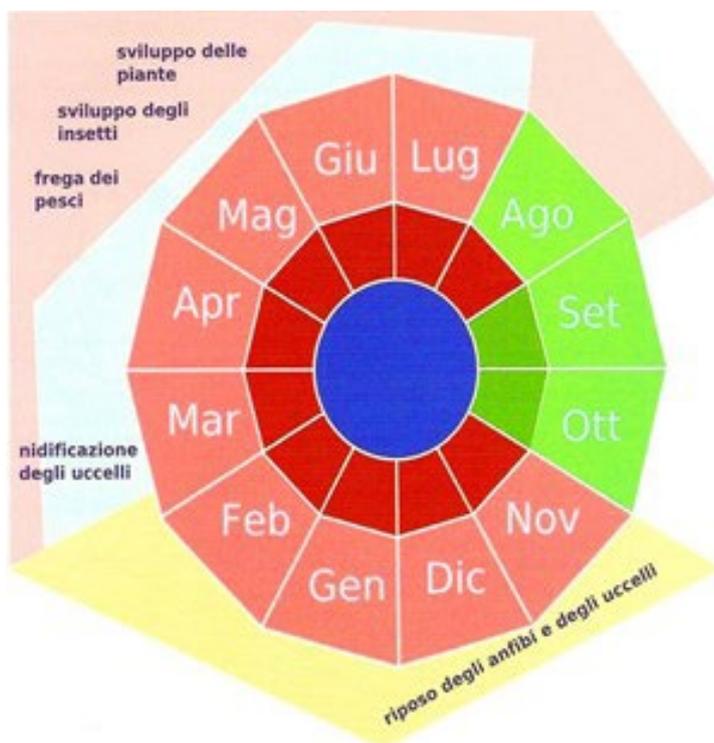
**La tempistica delle operazioni di manutenzione è un altro aspetto estremamente importante ai fini di una gestione più sostenibile.** Per ridurre i danni all’ecosistema e promuovere la molteplicità ecologica dell’intera rete di canali, occorre concepire un’attenta distribuzione spaziale e temporale dei lavori di manutenzione, che si riassume nell’elaborazione di uno specifico piano di intervento.

**Foto 3:** Pianificazione degli interventi (fonte, linee guida per le manutenzioni ordinarie a carico della vegetazione). Gli sfalci fluviali vengono programmati in corrispondenza della sezione evidenziata in verde

## Tecniche di raccolta

La raccolta della biomassa erbacea solitamente richiede una serie di passaggi (raccolta della biomassa in campo, compattazione, carico, trasporto, stoccaggio, omogeneizzazione, controllo della qualità), prima di indirizzare il prodotto verso la valorizzazione energetica. Supponendo una produzione di erba di 5-6 tonnellate per ettaro, e considerando una densità media apparente di 200-220 kg/m<sup>3</sup>, bisogna raccogliere e movimentare un volume medio di 20-25 m<sup>3</sup> per ettaro. La distanza di trasporto e la quantità di operazioni dal sito di raccolta fino alla destinazione finale influenzano fortemente l'economicità della filiera che richiede quindi un'organizzazione attenta e razionale della logistica. Le principali soluzioni tecniche attualmente seguite o proposte per la gestione della biomassa fluviale includono i seguenti sistemi:

Nel caso più comune la biomassa fluviale erbacea viene sfalciata ed è lasciata in loco. Per il suo recupero si rende necessario un secondo passaggio con un ranghinatore, applicato ad un braccio idraulico per concentrare la biomassa in andana sul piano orizzontale della sponda, ed un terzo passaggio per raccogliere la biomassa tramite un rimorchio autocaricante o una rotoimballatrice, soluzione quest'ultima che può incrementare i costi di raccolta.



**Foto 4** – Linea di meccanizzazione per la gestione della biomassa spondale (braccio e trincia)

Una seconda possibilità è costituita da sistemi meccanici in grado di proiettare o depositare la biomassa sul piano orizzontale della sponda disponendola in andana. Le andane possono essere raccolte in una

seconda fase mediante carri autocaricanti oppure rotoimballatrici o presse prismatiche. O, infine, la biomassa può essere caricata direttamente su un cassone dedicato.

**Foto 5** – Nastro trasportatore per trasferire la biomassa sfalciata dal piano inclinato della sponda sul piano orizzontale (Fonte: [www.berky.it](http://www.berky.it))



**Foto 6** – Escavatore con benna falciante per la gestione della biomassa di sponda (Fonte CREA)

Una soluzione interessante è rappresentata da una **strategia di raccolta in cui, in un unico passaggio, avvengono il taglio e la rimozione dei residui erbacei, veicolando il prodotto su cassone dedicato**. In questo caso, però, le operazioni di taglio devono essere periodicamente interrotte per consentire lo scarico del cassone di raccolta. Inoltre, le ridotte dimensioni delle vie di accesso potrebbero influire negativamente sulla manovrabilità ed operatività del cantiere di raccolta. L'adozione di tale sistema appare particolarmente utile in ambiti che non presentano particolari limitazioni al traffico delle macchine.



**Foto 7** – Tecnologie per lo sfalcio e raccolta della biomassa erbacea fluviale in un unico passaggio (camion e trattore con cassone dedicato) (fonte: [www.hymach.it](http://www.hymach.it))

In sezioni d'alveo caratterizzati da spazi ristretti, invece, si può ricorrere all'utilizzo di mini-rotoimballatrici provviste di accumulatore, in modo da depositare le miniballe in punti di accumulo strategici per essere recuperate da un carro equipaggiato con braccio meccanico.

## La pianificazione di adeguate strategie logistiche

**La convergenza di una cantieristica razionale, di una pianificazione adeguata in grado di abbattere i costi di intervento e di una moderna filosofia di gestione può generare profitto dalle operazioni di manutenzione, favorendo una cura più attenta dei corsi d'acqua, riducendo così eventuali problemi di dissesto idrogeologico e permettendo, allo stesso tempo, un efficiente recupero della biomassa fluviale per la produzione di biogas e/o bioetanolo.**

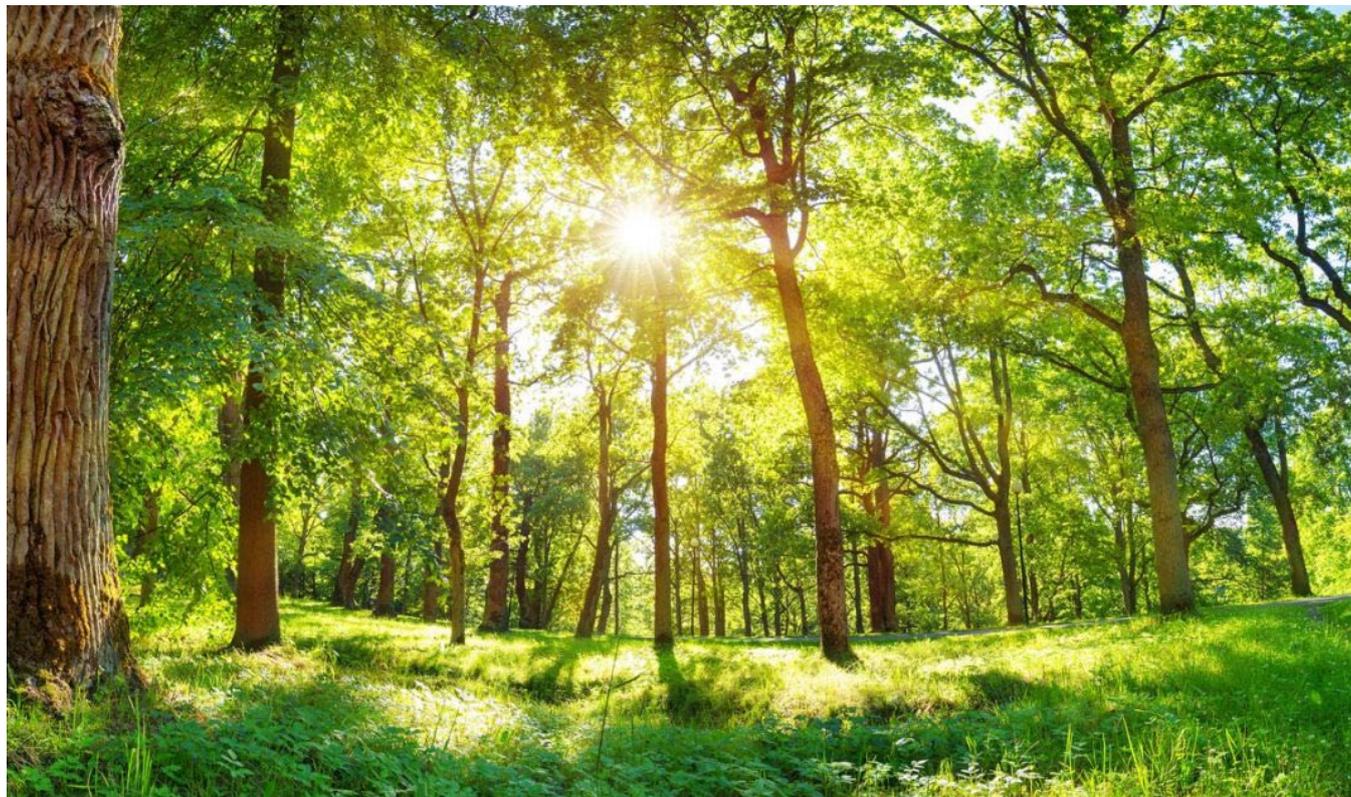
Alcune delle criticità da considerare nel recupero delle biomasse fluviali riguardano principalmente l'eterogeneità e le dimensioni delle vie di accesso all'area di lavoro, aspetti che devono essere valutati con attenzione prima di pianificare l'organizzazione operativa e la logistica. In particolare, **in presenza di aree piccole ed isolate, sono da preferire macchine aventi manovrabilità e velocità di spostamento elevate, elementi fondamentali per operare nelle aree più strette e nei trasferimenti stradali.** Anche la variabilità idraulica e la morfologia dei corsi d'acqua comportano una differenziazione delle attrezzature e la diversificazione del piano di lavoro tra macchine operatrici (ad es. la falciatrice o il ranghinatore) e macchine motrici (ad es. il trattore). In particolare, in presenza di terreni irregolari e sconnessi sono da preferire macchine con grandi ruote e sospensioni rialzate, mentre lungo i pendii è richiesto l'impiego di veicoli aventi un baricentro più basso.

Le operazioni di sfalcio e raccolta della biomassa sono ulteriormente limitate dalla presenza di barriere naturali o artificiali, nonché da vincoli di natura giuridica (es. presenza di proprietà private), norme di salvaguardia degli habitat naturali e altre restrizioni relative al trasporto e alla logistica. L'ottimizzazione degli aspetti logistici nelle fasi di raccolta e post-raccolta, sono di importanza fondamentale per ridurre al minimo i tempi di lavoro e i costi.

**Il recupero e il reimpiego della biomassa fluviale non può dunque prescindere dallo studio delle particolarità ambientali in cui si opera e va definita caso per caso, individuando le soluzioni di raccolta più efficienti. Allo stesso tempo è necessario verificare da un punto di vista energetico l'idoneità della biomassa al tipo di conversione cui è potenzialmente destinabile. La fattibilità del recupero dipende, quindi, dall'adozione di un approccio integrato che, insieme all'analisi degli aspetti tecnici (tipo di cantiere di raccolta, idoneità alla trasformazione), tenga conto anche della valutazione economica e ambientale del sistema.**

# @CREA Energia dalle querce

Di Del Giudice / Suardi / Bergonzoli / Scarfone



I ricercatori del CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari illustrano come la gestione sostenibile dei boschi cedui e la valorizzazione dei residui forestali possano costituire una risorsa da sfruttare per lo sviluppo della filiera foresta-legno-energia e del settore bioenergetico.

## Lo scenario

Dalle utilizzazioni forestali si ricava legname da opera o da paleria e, come conseguenza, si genera produzione di residui forestali, cioè ramaglie o cimoli. La gestione sostenibile dei boschi cedui e la valorizzazione dei residui forestali rappresentano una risorsa da sfruttare per lo sviluppo della filiera foresta-legno-energia. Da un punto di vista strategico la gestione sostenibile di questi soprassuoli rappresenta una risorsa da sfruttare per lo sviluppo del settore bioenergetico. **Il recupero di ramaglia e cimoli non solo aumenta la resa per ettaro, ma per la sostenibilità ambientale risolve anche lo spinoso problema dei residui di utilizzazione**, che le misure di prevenzione degli incendi boschivi impongono di asportare o eliminare. **La biomassa forestale è una fonte energetica rinnovabile** alternativa ai combustibili fossili e la conoscenza della disponibilità sul territorio della biomassa forestale utilizzabile a scopo energetico risulta fondamentale sia nell'ottica di una **diminuzione delle emissioni**, sia nella prospettiva probabile di un **futuro aumento della domanda di fonti energetiche rinnovabili**.

## La raccolta dei residui forestali

Con 3.700.000 di ettari i boschi cedui rappresentano pressoché metà della superficie forestale italiana (42%), pari al 20% dei soprassuoli governati a ceduo nei paesi dell'Unione europea.

La filiera agroforestale per il recupero delle biomasse residue rappresenta un settore di fondamentale importanza nel contesto dell'attuale politica energetica, poiché costituisce una **valida risorsa per la produzione di energia termica e/o elettrica**. La valorizzazione energetica dei residui di raccolta necessita di una riorganizzazione delle operazioni in bosco per renderle più sostenibili sia dal punto di vista economico che ambientale, individuando le migliori tecnologie da impiegare per il processo produttivo. Il **crecente livello di meccanizzazione** ha determinato lo sviluppo di tecnologie e attrezzature che negli ultimi anni hanno trovato

applicazioni sempre più frequenti, incrementando la produttività e la riduzione dei costi unitari per l'estrazione delle risorse forestali.

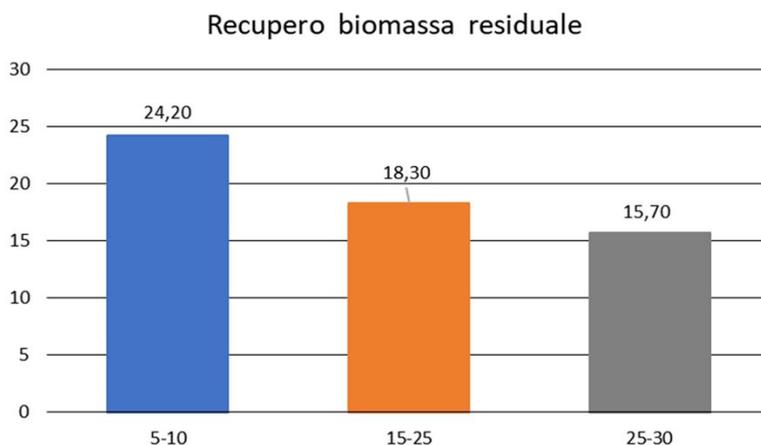


**Foto 1.** Schematizzazione della raccolta delle risorse forestali.

I residui derivanti dalle operazioni selvicolturali, ramaglia e cimali, generalmente abbandonati in bosco, non sono comunque in grado di competere con lo scarto industriale, che offre minori costi e standard qualitativi elevati. Tuttavia, rappresentano un importante valore aggiunto all'eventuale assortimento commerciale principale, se non è prevista la cippatura integrale, il cui utilizzo trova facile collocazione per la **conversione energetica**, indipendentemente dalla specie legnosa di origine. Il **recupero di ramaglie e cimali generalmente è seguito dalla cippatura**, che può essere effettuata direttamente in campo, oppure su piazzale. Un'altra opportunità è rappresentata dall'**imballatura dei residui**, che consiste nel comprimere e legare le ramaglie in modo da formare pacchi cilindrici, simili ai tronchi per forma e dimensione. Queste tecniche consentono di movimentare il residuo in modo più agevole, per poterlo poi caricare sui camion destinati alle centrali a biomassa.

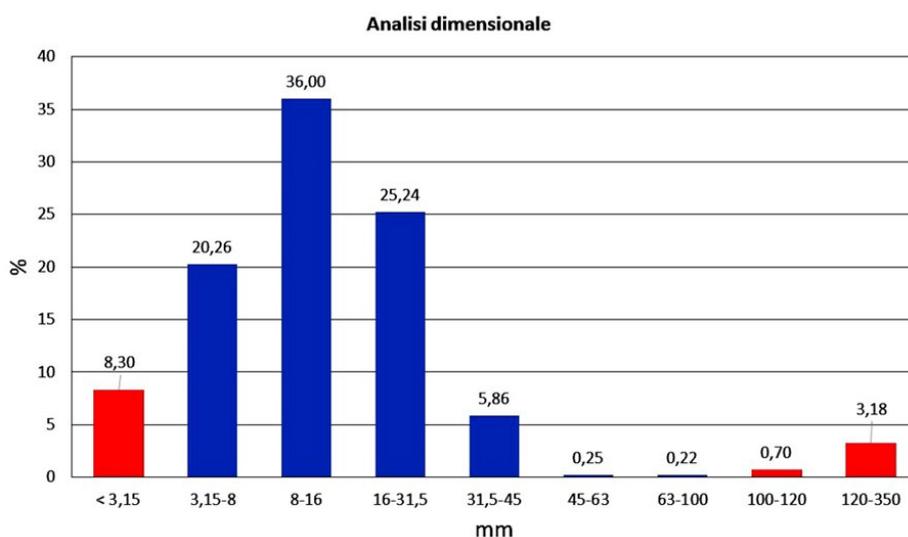
## Gli aspetti energetici

Dalle valutazioni fatte è emerso come dall'utilizzazione del ceduo siano state prodotte in totale 114,7 ton ha<sup>-1</sup> di cippato con un recupero medio di biomassa residuale di 22,7 t ha<sup>-1</sup>, pari al 19,8% della biomassa totale raccolta. **La percentuale di recupero di biomassa residuale risulta strettamente correlata al diametro delle piante**, in particolare: dalle classi diametriche più piccole (5-10), si riscontra un recupero medio di biomassa pari al 24,2%. Per le classi medie (15-25) invece si



riscontra un recupero pari al 18,3%, mentre per la classe del 30 i residui rappresentano il 15,7% della biomassa totale.

L'analisi dimensionale ha evidenziato come oltre il 60% (61,24%) del cippato derivante dai residui forestali risulta distribuito nelle frazioni dimensionali medie 8-16 mm e 16-31,5 mm, mentre le frazioni estreme sono rappresentate per poco più del 12% (12,18%). I risultati dell'analisi dimensionale sono stati interpretati applicando le indicazioni della norma europea EN ISO 17225-4, identificando il cippato analizzato nella classe dimensionale P31.



Considerate le caratteristiche chimico-fisiche-energetiche analizzate e le specifiche per l'attribuzione delle classi qualitative per il cippato di legno, **la biomassa residuale analizzata presenta aspetti qualitativi medio-alti collocandosi all'interno della classe di qualità "B1"**. Dalla tabella si nota come soltanto i valori del contenuto in ceneri, da un punto di vista normativo, risultano leggermente più alti (3,46%) rispetto alle prescrizioni della norma A3.0 ≤ 3,0%.

## Le potenzialità

L'attenzione sulla **biomassa residuale derivante dalle utilizzazioni forestali** è motivata dalla natura stessa di tale biomassa, inadatta alla produzione di legna da ardere o per altri assortimenti legnosi (paleria ecc). Il sistema di lavoro adottato dall'azienda forestale consente di massimizzare il recupero dei residui legnosi, principalmente rami e cimali, che di fatto rappresentano il 19,8% della biomassa totale utilizzata.

**Analizzando la disponibilità dei residui di raccolta derivanti dalle attività selvicolturali nell'Italia centrale**, con un particolare riguardo alle caratteristiche fisiche e merceologiche, aspetti ritenuti essenziali per la termovalorizzazione, la standardizzazione della biomassa ha evidenziato un **prodotto dai requisiti qualitativi medio-alti (B1)**. È emerso che da questi soprassuoli è possibile ottenere una biomassa residuale di qualità che possa garantire un'efficiente combustione, influenzando il buon andamento dello stoccaggio e l'efficienza della conversione energetica.

Dichiarazione di qualità-EN ISO 17225-1			
Normativa	Proprietà	Unità	Classi qualitative
	Origine	-	1.1 Residui forestali
	Località	-	Tarquini, Italia
	Proprietà qualitative		Classe di qualità: B1
	Analisi dimensionale, P	mm	P31
	Contenuto umidità, M	w-%	M35
	Contenuto in ceneri, A	w-% dry	A3.0
Info	Densità apparente, BD	kg m <sup>-3</sup>	BD300
	Potere calorifico inferiore, Q	MJ kg <sup>-1</sup>	15.71

# Pioppo versus combustibili fossili

Di Sperandio / Suardi



Nell'ambito del progetto **AGROENER** abbiamo messo a confronto 2 filiere energetiche con la stessa capacità produttiva, una basata sul pioppo, l'altra sui combustibili fossili, considerando vari scenari di cicli di taglio e meccanizzazione della raccolta. Abbiamo studiato l'impatto ambientale ed economico ed ecco i risultati.

L'utilizzo della biomassa legnosa come fonte rinnovabile per produrre energia termica ed elettrica rappresenta un argomento molto dibattuto, soprattutto in relazione alla possibilità di poter sostituire le fonti fossili altamente inquinanti per l'ambiente. A livello globale, la bioenergia (cioè energia da biomasse), copre circa il 9,5% dell'approvvigionamento totale di energia primaria, pari a circa il 70% dell'energia rinnovabile utilizzata. Tra le diverse tipologie di biomassa per energia, le piantagioni di pioppo coltivate a ceduo (cioè con tagli periodici, lasciando le ceppaie a terra che produrranno nuovi polloni), con tagli eseguiti a breve (ogni 2 anni) e media rotazione (ogni 3, 4 o 5 anni) (in inglese rispettivamente *Short Rotation Coppice* – SRC e *Medium Rotation Coppice* – MRC) possono svolgere un ruolo molto interessante nelle filiere energetiche su piccola scala e nei distretti energetici rurali, in particolare per la produzione di energia termica.

Nell'ambito del progetto **AGROENER** (finanziamento MIPAAF, D.D. n. 26329 dell'1/04/2016), è stata valutata la sostenibilità ambientale (impronta di carbonio o "carbon footprint") ed economica di una filiera "legno-energia" su piccola scala, basata sulla coltivazione di pioppo per la produzione della biomassa legnosa come combustibile per una caldaia da 350 kW termici, capace di soddisfare potenzialmente il fabbisogno termico di edifici pubblici per una volumetria complessiva di circa 10.000 metri cubi (equivalente a soddisfare le esigenze

di energia termica di 30-40 famiglie, in appartamenti di 80-100 metri quadrati). L'analisi ha preso in considerazione vari scenari di cicli di taglio e meccanizzazione della raccolta. L'impronta di carbonio e la sostenibilità economica della filiera della biomassa sono state messe a confronto con quella del combustibile fossile (gasolio) impiegato in una caldaia convenzionale per produrre la stessa quantità di energia termica della centrale a biomassa.

## Piantagioni di pioppo e scenari di studio

Le piantagioni di pioppo SRC e MRC si trovano all'interno del CREA- Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentare, sede di Monterotondo (RM), a nord-est di Roma, e sono state realizzate a partire dall'anno 2005. Le densità d'impianto variano da 7.000 a 11.000 piante ad ettaro per gli impianti SRC (**Foto 1**), e 1.100-3.300 per gli impianti MRC. Per l'analisi sviluppata nel presente articolo sono stati considerati due cicli produttivi complessivi rispettivamente di 16 e 15 anni, in relazione ai turni di taglio applicati. Nel ciclo di 16 anni sono applicati turni di taglio biennali (8 tagli) e quadriennali (3 tagli). Nel ciclo di 15 anni, invece, i turni di taglio sono triennali (5 tagli) e quinquennali (3 tagli).

**Foto 1.** Pioppeto SRC (7000 piante per ettaro)



## Sistemi di raccolta e livello di meccanizzazione adottato

Per i turni di taglio di 2 e 3 anni, sono stati considerati due sistemi di raccolta della biomassa:

Sistema di raccolta discontinuo a bassa meccanizzazione basato sull'impiego di un trattore munito di sega a disco per il taglio; un trattore con pinza anteriore per l'esbosco delle piante intere e una cippatrice forestale montata su trattore per la cippatura delle piante (*Tractor-Based harvesting System* – TBHS) (**Foto 2**);

**Foto 2.** Trattore aziendale munito di sega a disco per l'abbattimento del pioppeto SRC (Sistema TBHS)



Sistema di raccolta continuo ad alta meccanizzazione basato sull'impiego di una falcia-trincia-caricatrice che in un solo passaggio effettua il taglio, la raccolta e la cippatura delle piante (*Forage-based Harvesting System* – FBHS) **(Foto 3)**.

**Foto 3.** Falcia-Trincia-Caricatrice nella raccolta del pioppeto SRC (Sistema FBHS)

Per i turni di taglio di 4 e 5 anni, a causa delle maggiori dimensioni delle piante, sono stati considerati i seguenti due sistemi di raccolta:

Sistema di raccolta a bassa meccanizzazione con impiego di motosega nell'abbattimento delle piante, estrazione di alberi interi con trattore dotato di verricello e successiva cippatura con cippatrice forestale (*Chainsaw-Based Harvesting System* – CBHS) **(Foto 4)**;

Sistema di raccolta a meccanizzazione avanzata che utilizza una macchina con cesoia per l'abbattimento e accatastamento delle piante, un trattore specializzato per l'esbosco (*skidder*) con pinza per l'estrazione degli alberi e una cippatrice per la produzione di cippato da utilizzare nella centrale termica a biomassa (*Shear head-Based Harvesting System* – SBHS) **(Foto 5)**.

**Foto 4.** Abbattimento manuale del pioppeto con utilizzo di motosega (Sistema CBHS)

Dalla combinazione dei cicli di taglio e delle tipologie di meccanizzazione adottate per la raccolta della biomassa, sono stati analizzati otto scenari: 2-TBHS; 2-FBHS; 3-TBHS; 3-FBHS; 4-CSHS; 4-SBHS; 5-CSHS; 5-SBHS.

## Filiere energetiche a confronto

Il modello di confronto dell'impatto ambientale ed economico della filiera energetica a biomassa e di quella basata sul combustibile fossile prende in considerazione rispettivamente l'intero ciclo di vita del pioppeto e della centrale a biomasse e il ciclo di vita di produzione e consumo del gasolio e della relativa centrale termica dedicata.

Il confronto riguarda l'intero periodo di riferimento, con produzione annua costante di uguale quantitativo di energia utile, pari a circa 1.592 GJ per anno, per ciascuna tipologia di impianto termico. Tale produzione di energia termica serve per il riscaldamento invernale degli edifici adibiti ad ufficio per una volumetria potenziale di circa 10.000 metri cubi. Il periodo di riscaldamento è di circa 130 giorni effettivi all'anno, con un fabbisogno annuo di biomassa pari a circa 290 tonnellate al 35% di umidità.

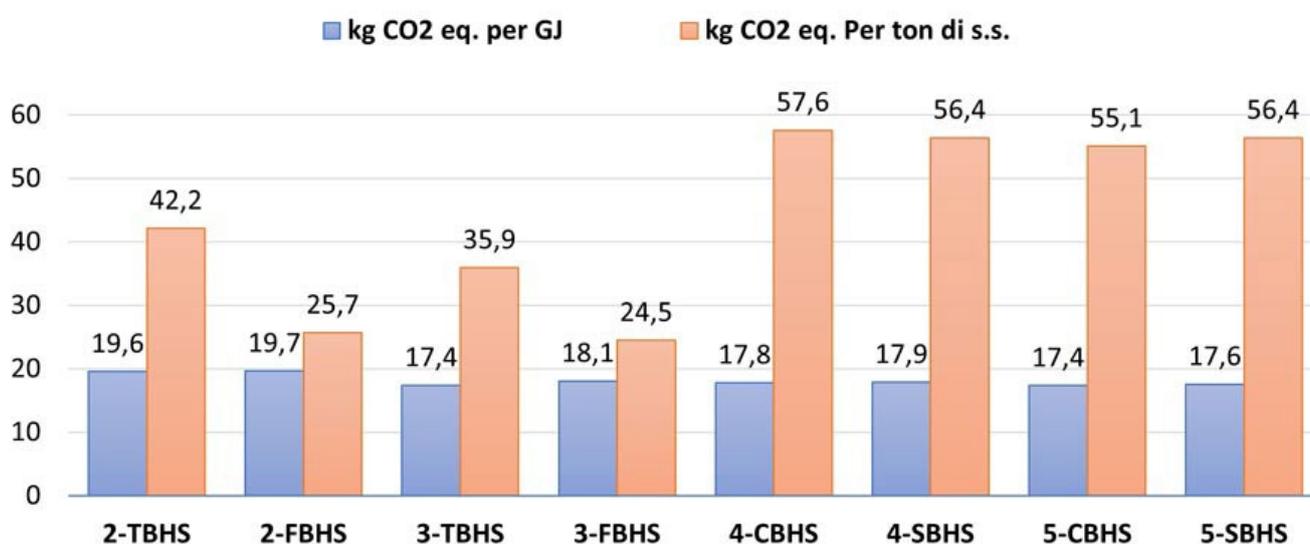
**Foto 5.** Escavatore munito di cesoia nell'abbattimento meccanizzato del pioppeto SRC-MRC (Sistema SBHS)



## Valutazione della sostenibilità ambientale

Lo studio ha valutato la quantità di gas con effetto serra emessa e trattenuta dalla filiera del pioppo SRC e MRC per produrre energia termica, dall'estrazione delle risorse utilizzate fino alla produzione dell'energia, applicando la metodologia del "Life Cycle Assessment" (ISO14040-44:2006). Per gli otto diversi scenari proposti, sono stati considerati gli elementi tecnici e gli input del ciclo di vita delle piantagioni di pioppo. Sono stati quindi raccolti e analizzati tutti gli input e gli output delle filiere, sotto forma di dati primari e secondari, ottenuti sia direttamente da anni di prove sperimentali sulla coltivazione del pioppo, sia sulla base di informazioni ricavate in letteratura.

Per ogni ciclo produttivo è stato valutato l'impatto generato dai processi agricoli, di trasporto e di trasformazione lungo tutto il ciclo di vita del pioppeto. Sono state quindi confrontate le emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente per unità di energia termica prodotta (1 GJ) a valle di ogni scenario.



**Figura 1.** Emissioni di CO<sub>2</sub> per GJ e per tonnellata in riferimento ai diversi scenari esaminati

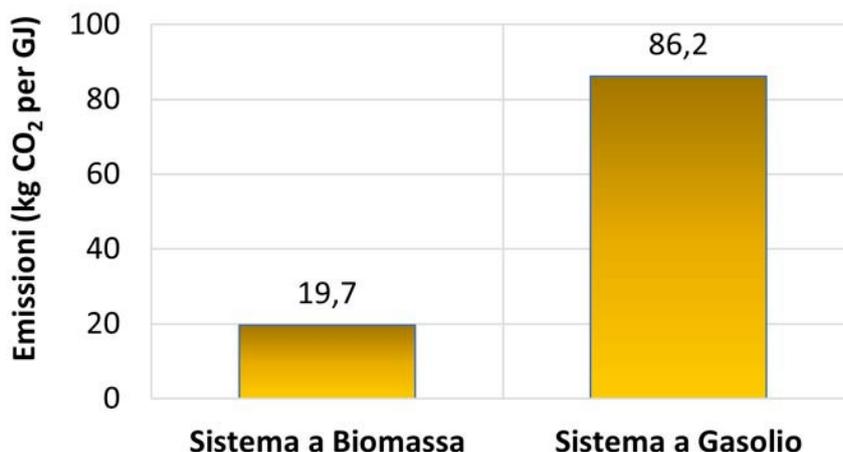
I vari scenari esaminati non hanno evidenziato differenze statisticamente significative nelle emissioni di CO<sub>2</sub> eq. per GJ di energia prodotta. Tuttavia, si evidenzia una tendenza ad avere maggiori impatti nei cicli produttivi che presentano turni di taglio più brevi (19,6-19,7 kg CO<sub>2</sub>eq per GJ) e dove vi è più incidenza della fertilizzazione effettuata dopo ogni taglio (Figura 1, colonne azzurre). Nel taglio quinquennale, infatti, il minor apporto di concime azotato ha comportato una apprezzabile riduzione delle emissioni (17,4-17,5 kg CO<sub>2</sub>eq per GJ). Facendo il raffronto rispetto al grado di meccanizzazione adottato nell'operazione di raccolta, in linea generale, si riscontrano emissioni leggermente superiori in corrispondenza di livelli di meccanizzazione più elevati.

Le maggiori emissioni di CO<sub>2</sub> per unità di energia sono attribuite alla filiera del pioppo biennale. La differenza di oltre 2 kg di CO<sub>2</sub>eq per GJ dei cicli biennali rispetto a tutti gli altri è dovuta, infatti, alle maggiori perdite nello stoccaggio del cippato fresco prodotto dai tagli frequenti che portano a maggiori emissioni. La differenza è solo parzialmente compensata dalle maggiori emissioni dovute ai sistemi di raccolta dei turni più lunghi che prevedono un maggior numero di operazioni agricole da svolgere.

Le differenze tra i turni di taglio biennali rispetto a tutti gli altri sono invece molto evidenti quando si parla di emissioni per unità di peso della biomassa prodotta (Figura 1, colonne rosse). In questo caso, la CO<sub>2</sub> emessa si riduce di circa il 54-55% nel sistema di taglio biennale FBHS (25,7 vs 55,1-57,6 kg CO<sub>2</sub> per tonnellata) e di circa 24-25% nel sistema TBHS (42,2 vs 55,1-57,6 CO<sub>2</sub> eq. per tonnellata).

Nella Figura 2, invece, sono riportati i risultati di impatto ambientale dell'intera filiera a biomassa di pioppo rispetto all'intera filiera del combustibile fossile (gasolio). Il confronto dimostra come il passaggio dalla filiera del combustibile fossile a quella della biomassa (nella figura è rappresentato il sistema alimentato con pioppo a ciclo di taglio biennale) consenta una riduzione del 77% delle emissioni di gas serra (86,2 vs 19,7 kg CO<sub>2</sub> per GJ di energia prodotta).

**Figura 2.** Comparazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> generate dal sistema di riscaldamento a biomassa e dal sistema a gasolio

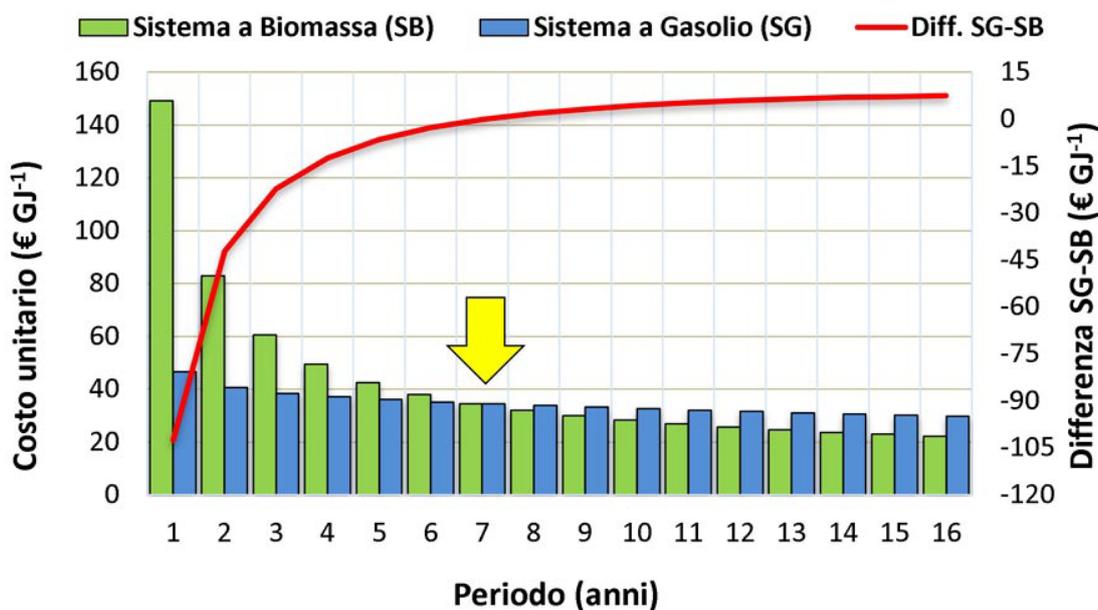


Nello studio, non è stata considerata la CO<sub>2</sub> immagazzinata nel suolo sotto forma di carbonio organico. Se considerassimo anche questo stoccaggio di carbonio per l'intero ciclo colturale (circa 7,61 tonnellate di C per ettaro, corrispondenti a 27,9 tonnellate di CO<sub>2</sub> eq. per ettaro), allora le

emissioni finali di gas serra prodotte dalla filiera della biomassa per generare 1 GJ di energia termica si ridurrebbero ulteriormente di 13,4 kg di CO<sub>2</sub> eq.

## Valutazione della sostenibilità economica

Il *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) rappresenta uno strumento utile e di supporto alle decisioni quando si rende necessario confrontare due o più alternative di progetti durante un intero ciclo di vita. Il modello di valutazione, tenuto conto di una durata poliennale degli investimenti, è impostato sull'approccio di calcolo finanziario e di determinazione del Valore Attuale Netto (VAN). Tramite l'analisi si possono identificare tutti i costi e benefici futuri, relativi ad una o più opzioni di investimento, riportandoli al loro valore presente in modo da rendere il confronto tra le diverse scelte più efficace.



**Figura 3.** Variazione del costo unitario di produzione di energia termica nei due sistemi di riscaldamento (Sistema a Biomassa - SB e Sistema a Gasolio - SG) e relativo valore differenziale. La freccia gialla indica il punto di pareggio dei costi e l'inizio del vantaggio di SB su SG.

Nel presente studio, la metodologia è stata applicata in riferimento ai soli costi avuti durante l'intero ciclo di vita delle due filiere poste a confronto. Da un lato tutti i costi relativi alle piantagioni energetiche (costi d'impianto e di gestione annuale) e della centrale di trasformazione, dall'altro, invece, tutti i costi relativi all'approvvigionamento del gasolio e all'installazione, manutenzione e gestione della relativa centrale termica.

L'analisi economica si è quindi concentrata sulla valutazione della sostenibilità dell'autoproduzione di biocombustibile in relazione alla gestione delle piantagioni forestali energetiche e dell'intera microfiliera finalizzata alla produzione di energia termica per il fabbisogno interno di edifici da riscaldare durante il periodo invernale. Il modello economico sviluppato su un ciclo di vita di 16 anni (Figura 3), fa riferimento allo scenario 2-TBHS che è quello maggiormente applicabile su piccola scala. Dal confronto del costo per unità di energia termica prodotta dai due sistemi di riscaldamento (biomassa *vs* gasolio), si evidenzia che il sistema a biomassa permette una riduzione dei costi di circa 7,53 € per GJ di energia utile erogata, ottenuta dalla differenza di valore tra costo medio del sistema a gasolio, (29,71 € per GJ) e quello del sistema a biomassa (22,18 € per GJ).

L'analisi economica sottolinea, seppur con margini ridotti, la maggiore sostenibilità della filiera di autoconsumo della biomassa per produrre energia termica già a partire dal settimo anno di durata dell'investimento, rispetto all'impiego di una fonte energetica fossile quale il gasolio.

## Considerazioni conclusive

La costituzione di filiere energetiche che utilizzano centrali termiche a biomassa su piccola scala, come il modello proposto nel presente studio, ad oggi, risulta essere ancora una delle soluzioni più interessanti per implementare l'uso di bioenergie. La significativa riduzione delle emissioni di gas serra rispetto ad un sistema di riscaldamento basato su combustibili fossili, nonché il maggiore vantaggio economico ed il ridotto consumo annuale di biomassa, permettono una programmazione semplificata di approvvigionamento di biomassa, che può essere autoprodotta all'interno dell'azienda, tramite piantagioni di pioppo dedicate. Rispetto alle grandi centrali a biomassa, quindi, questo modello di piccola filiera energetica produce anche un ridotto impatto sul territorio, sicuramente più tollerato dalle comunità locali. Una maggiore diffusione territoriale di queste tipologie di filiere energetiche, singole oppure in forma aggregata, produce un beneficio all'azienda e all'imprenditore agricolo o al gestore dell'impianto, in quanto vi è partecipazione diretta al valore aggiunto della biomassa prodotta e della sua conversione in energia.

# Pioppo ad elevata densità per il pellet

Di Civitarese / Sperandio / Del Giudice / Suardi



Il pellet, ritenuto piuttosto sostenibile perché permette di utilizzare gli scarti della produzione del legno, è anche al centro del dibattito per la maggiorazione di prezzo connessa agli scenari geopolitici internazionali e per il potenziale impatto ambientale dovuto all'elevato contenuto in ceneri. Tuttavia, il suo consumo in Italia per il riscaldamento domestico centralizzato, fa registrare un importante sviluppo, sia in termini di produzione, sia in riferimento al numero crescente di stufe a pellet installate.

Il CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari (CREA IT), nell'ambito del Progetto AGROENER, ha avviato un'attività sperimentale finalizzata alla valorizzazione del pioppo, attraverso la promozione di un modello dimostrativo di produzione di pellet su scala aziendale.

## Piantagioni da biomassa, una risorsa per il mercato del pellet?

Il pioppo è stata una delle specie maggiormente impiegate per la costituzione di piantagioni ad elevata densità (circa 7000 piante/ettaro e cicli di taglio biennali o triennali). Questa tipologia di allevamento, dedita principalmente alla fornitura di cippato, ha giocato un ruolo chiave nel panorama energetico nazionale a partire dagli anni '90. Da un po' di anni a questa parte, tuttavia, l'interesse per le colture da biomassa è andato scemando, facendo registrare una forte riduzione delle superfici investite.

**Diversamente dal mercato del cippato, quello dei prodotti trasformati, con particolare riferimento al settore del pellet, ha fatto registrare un importante sviluppo, sia in termini di produzione, sia in riferimento al numero di impianti installati.**

## Il pellet

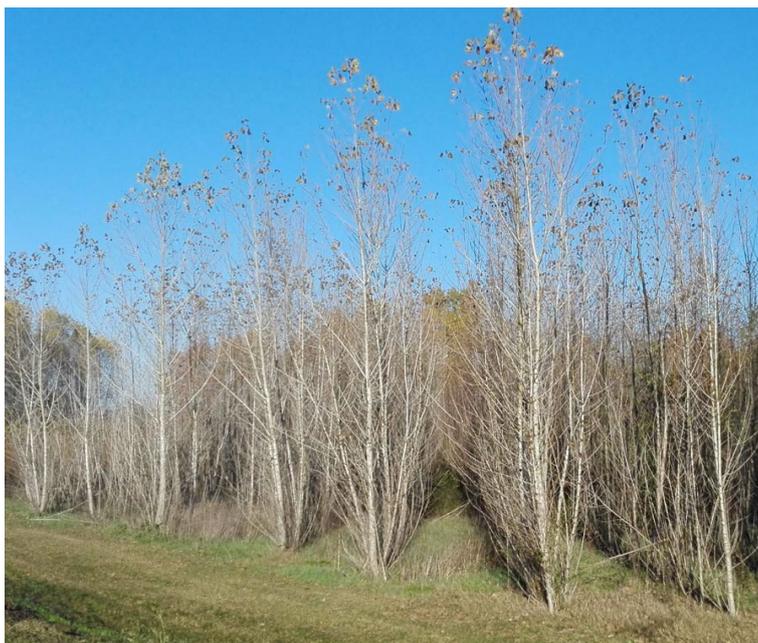
Il pellet è un combustibile naturale al 100% perché si produce dagli scarti del legno non trattato. Il legno viene ridotto in segatura, sottoposto ad essiccazione e poi pressato in piccoli cilindri. Non contiene colle né solventi chimici e resta compatto grazie alla lignina, un componente naturale del legno.

A livello europeo la produzione di pellet è cresciuta da 1,7 milioni di tonnellate nel 2000 a 28 milioni di tonnellate nel 2015, fino a circa 50 milioni di tonnellate all'anno dal 2020.

**Il consumo principale del pellet, per il mercato italiano, è rappresentato da piccole utenze private, con impiego prevalente di stufe e caldaie per il riscaldamento domestico centralizzato.**

**Gli impianti da biomassa ad elevata densità si caratterizzano per alcune peculiarità, come, ad esempio, la capacità di produrre rilevanti quantitativi di materiale ad ettaro e la possibilità di garantire una fornitura ed una programmazione piuttosto regolari per più anni consecutivi. Altro fattore da considerare è quello dell'efficienza nella gestione della filiera che, per tale tipologia di impianto, può considerarsi ottimizzata praticamente in tutte le fasi del processo, dalla piantumazione al conferimento del prodotto.**

Da qui l'idea di verificare la possibilità di valorizzazione il materiale prodotto da una filiera già rodada, procedendo alla pellettizzazione di pioppo proveniente da due diverse turnazioni, 3 e 6 anni (**foto 1 e 2**), utilizzando sia piante intere che fusti sramati.



**Foto 1** – Piantagione di pioppo a ciclo breve con 3 anni di fusto e 11 anni di radice

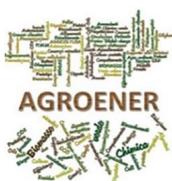
**Foto 2** – Piantagione di pioppo a ciclo breve con 6 anni di fusto e 11 anni di radice

## Il ruolo del CREA nelle filiere dimostrative

I progetti di ricerca con finalità dimostrative suscitano grande interesse per la possibilità di portare, all'attenzione dei diversi attori di una filiera, risultati tangibili, frutto di attività operative che vedono coinvolte numerose figure professionali.

**Il CREA-Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, nell'ambito del progetto AGROENER, ha avviato un'attività sperimentale finalizzata alla valorizzazione delle biomasse di diversa origine, proprio attraverso la promozione di un modello dimostrativo di produzione di pellet su scala aziendale.**

### Progetto AGROENER



AGROENER – Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia. Progetto Finanziamento MiPAAF Decreto Dirigenziale n. 26329 del 1° aprile 2016. Task 5.2: Produzione dimostrativa di pellet su piccola scala per la valorizzazione della biomassa di diversa origine. <https://agroener.crea.gov.it/>

## Il processo di pellettizzazione

Il processo di pellettizzazione prevede diverse fasi operative:

**essiccazione/condizionamento:** la produzione del pellet è facilitata se si dispone di un prodotto con un contenuto di umidità iniziale del 12-14% (valori limite 10-15%). Se i valori di umidità sono elevati, la biomassa deve essere sottoposta ad un procedimento preventivo di essiccazione, mentre, nel caso di valori troppo bassi, la biomassa dovrà essere trattata con acqua o vapore;

**raffinazione:** per realizzare un buon pellet il materiale di partenza deve essere raffinato, ovvero ridotto in frammenti di piccole dimensioni (< 6mm) al fine di ottenere un materiale omogeneo;

**pressatura:** il materiale viene sottoposto a pressatura tramite una coppia di rulli che agiscono contro una matrice metallica (trafila), caratterizzata da una serie di fori posti a distanza regolare tra loro (**foto 3**). La compressione esercitata produce un innalzamento della temperatura, che supera i 90 °C, con una progressiva densificazione e plastificazione del materiale legnoso. In tali condizioni, la lignina si scioglie e agisce da legante naturale tra le particelle andando a rivestire le fibre di cellulosa. Per questo motivo la qualità del pellet dipende molto dalla specie impiegata;

**raffreddamento, vagliatura, insacchettamento:** i pellet espulsi dalla trafile devono subire un rapido processo di raffreddamento tramite ventilazione. Tale operazione stabilizza il prodotto, favorendone l'indurimento e un'ulteriore perdita di acqua. Con la vagliatura si eliminano tutte le particelle fini non addensate e il pellet raffreddato e pulito dalle polveri può essere, quindi, pesato ed insacchettato.



**Foto 3** – Sistema rulli – trafile della pellettatrice aziendale.

## I parametri di qualità del pellet

La qualità dei biocombustibili solidi viene stabilita da norme tecniche internazionali che definiscono le caratteristiche di un determinato prodotto, processo o servizio. La certificazione riveste un ruolo di primaria importanza per garantire il rispetto dei parametri qualitativi del prodotto da immettere sul mercato e consente al consumatore di scegliere un prodotto efficiente. L'attuale complesso normativo per prodotti energetici fa capo alla UNI EN ISO 17225:2014 e, per il pellet di legno, occorre far riferimento alla UNI EN ISO 17225-2:2014 "Definizione delle classi di pellet di legno", che determina le relative metodiche da seguire per il rilievo dei differenti parametri.

### Normativa

UNI: Ente Nazionale Italiano di Unificazione, rappresenta l'Italia nell'attività normativa internazionale.

EN: norme elaborate dal Comitato Europeo di Normazione, il cui recepimento è obbligatorio per i Paesi membri. ISO: norme elaborate dall'Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione, il cui recepimento non è obbligatorio.

## Risultati della ricerca CREA

Il diametro medio dei cilindretti risulta di poco superiore a 6 mm, con una lunghezza compresa tra 15 e 20 mm. La massa volumica apparente varia tra 580 kg/m<sup>3</sup> per gli alberi sramati e 555 kg/m<sup>3</sup> per gli alberi interi. Il potere calorifico inferiore supera i 17,5 MJ/kg, il contenuto in ceneri si attesta su valori inferiori all'1,9% per il materiale di 6 anni e valori del 2,7% per il ciclo triennale. Il punto di fusione delle ceneri, inoltre, risulta sempre superiore a 1400 °C.

Analizzando la **tabella 1** possiamo identificare quali parametri qualitativi vengono rispettati dal pellet di pioppo (**foto 4**). Tutti i materiali prodotti soddisfano i requisiti per diametro, lunghezza, contenuto di umidità, punto di fusione delle ceneri, potere calorifico inferiore, azoto, zolfo e metalli pesanti. Per quanto riguarda il contenuto in ceneri, il pellet di pioppo rientrerebbe in classe B, ma a patto di utilizzare esclusivamente materiale di 6 anni. Nessuno dei materiali testati, infine, è in grado di raggiungere la soglia minima di massa volumica apparente richiesta dalla normativa, pari a 600 kg/m<sup>3</sup>.

Età Frazione	3 anni		6 anni	
	Piante intere	Fusti sramati	Piante intere	Fusti sramati
Diametro	✓	✓	✓	✓
Lunghezza	✓	✓	✓	✓
Contenuto umidità	✓	✓	✓	✓
Contenuto in ceneri	X	X	B	B
PCI	✓	✓	✓	✓
Bulk density	X	X	X	X
N	A1	A1	A1	A1
S	A1	A1	A1	A1
As	✓	✓	✓	✓
Cd	✓	✓	✓	✓
Cr	✓	✓	✓	✓
Cu	✓	✓	✓	✓
Pb	✓	✓	✓	✓
Ni	✓	✓	✓	✓
Zn	✓	✓	✓	✓
Fusibilità	A1	A1	A1	A1

**Tabella 1** – Rispondenza dei parametri qualitativi del pellet prodotto secondo la classificazione EN ISO 17225-

2: ✓(rispetta normativa), X (non rispetta normativa) **A1 - A2 - B** (classi di appartenenza del parametro di riferimento).

## Consumo di pellet: limiti e prospettive

La massa volumica apparente rappresenta una limitazione sia per il materiale di 3 anni che per quello di 6 anni. Riguardo al contenuto in

ceneri, invece, l'allungamento del turno di taglio da 3 a 6 anni consente di ridurre i valori fino al raggiungimento della classe qualitativa B. Per tale ragione, risulta preferibile protendere verso un allungamento del turno, anche in virtù di una maggiore massa volumica apparente del materiale di 6 anni, di poco inferiore al valore soglia. L'impiego della frazione di ramaglia nel processo produttivo, infine, non sembrerebbe influenzare in modo significativo la qualità del pellet che è possibile produrre.

Ciò implica che, allo stato attuale, tale prodotto, pur presentando caratteristiche non sempre in linea con la normativa restrittiva vigente, rappresenta comunque un prodotto commercialmente valido dal punto di vista energetico e qualitativo, che può essere utilizzato dall'utente finale con vantaggio anche economico, tenuto conto del più basso valore di mercato a fronte di un simile contenuto energetico, rispetto al pellet di classe A1.

**Foto 4** – Pellet di pioppo



# @CREA Energia con il Compost, la risorsa di recupero dai mille usi

Di Bergonzoli / Acampora / Scarfone



Il compost è un elemento prezioso che nasce dagli scarti, facendoci risparmiare energia: scopriamo le sue potenzialità con il CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari.

Il progetto “A...B...Compost” ci mostra come possa diventare un fertilizzante organico partendo, appunto, da certi tipi di rifiuti, in un’ottica di economia circolare; mentre con lo studio “Girasole” vedremo come possa migliorare il loop microbiologico tra suolo, pianta, nettare e insetti impollinatori.

## Il compost e la qualità dei suoli

Il Compost, o Ammendante Compostato, è un fertilizzante organico ottenuto dai trattamenti dei Rifiuti Organici raccolti separatamente. La ricchezza in humus, in flora microbica attiva e in microelementi ne fa un ottimo prodotto, adatto ai più svariati impieghi agronomici, dal florovivaismo fino alle colture praticate in pieno campo. Negli impianti industriali, il compost viene prodotto attraverso un processo che riproduce, accelerandolo, quanto già avviene normalmente in natura. Il processo di compostaggio, che si verifica in condizioni aerobiche controllate, decompone la sostanza organica tramite microorganismi e permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile, in cui la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione.

La transizione verso un'economia circolare prevede l'attuazione di un modello in cui il RIFIUTO ORGANICO non è più solo un materiale di scarto, ma diventa la materia prima che dà vita a nuovi cicli produttivi. In quest'ottica, attuare una **RACCOLTA DIFFERENZIATA corretta** è il primo passo per ottenere la materia prima necessaria ad avviare la produzione di compost. Attraverso il processo di **COMPOSTAGGIO**, che in Italia avviene tradizionalmente in impianti dedicati, gli scarti umidi del cibo delle nostre cucine vengono avviati a recupero e trasformati in **FERTILIZZANTE ORGANICO**. Reso così un prodotto di ottima qualità – poiché ricco di sostanza organica ed elementi nutritivi – il **compost trova il suo impiego primario nel settore dell'AGRICOLTURA, arricchendo non solo i substrati adibiti alle coltivazioni florovivaistiche, ma anche i terreni destinati alle colture ALIMENTARI**. Il mercato alimentare porterà poi, sui tavoli delle nostre cucine, cibi che verranno consumati e che produrranno inevitabilmente quegli scarti organici da cui ripartirà un nuovo ciclo produttivo, da Rifiuto a Risorsa.

In Italia la produzione e la commercializzazione del Compost è regolata dal Decreto Legislativo n. 75/2010, che definisce le seguenti tre categorie di Ammendante Compostato, in base alle componenti utilizzate per produrlo.



**Ammendante Compostato Verde (ACV):** è un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici che possono essere costituiti da:

- scarti di manutenzione del verde ornamentale (es. sfalci d'erba, ramaglie, patate);
- sanse vergini (disoleate o meno) o esauste;
- residui delle colture;
- altri rifiuti di origine vegetale.

**Ammendante Compostato Misto (ACM):** è un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di rifiuti organici provenienti da:

- frazione organica dei rifiuti urbani proveniente da raccolta differenziata (es. rifiuto alimentare di cucine e mense);
- digestato (residuo del processo di digestione anaerobica) da trattamento anaerobico (con esclusione di quello proveniente dal trattamento di rifiuto indifferenziato);
- rifiuti di origine animale, compresi liquami zootecnici;
- rifiuti di attività agroindustriali;
- rifiuti provenienti da lavorazione del legno non trattato;
- rifiuti provenienti da lavorazione del tessile naturale non trattato;
- matrici previste per l'ACV.

**Ammendante Compostato con Fanghi (ACF):** è un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di:

- reflui;
- fanghi;
- matrici previste per l'ACM.

## Il progetto ABCompost-Sostanza organica di valore in Agricoltura Biologica

**Acronimo:** A...B...Compost

**Titolo:** Sostanza organica di valore in Agricoltura Biologica

**Finanziatore:** Regione Lombardia

**Programma:** FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020

MISURA 1. – “Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione”

SOTTOMISURA 1.2 – “Sostegno a attività dimostrative e azioni di informazione”

OPERAZIONE 1.2.01 – “Progetti dimostrativi e azioni di informazione”

**Obiettivo del progetto:** L'obiettivo generale di ABCompost è quello di favorire la conoscenza del compost e fornire gli strumenti di valutazione per il suo efficace utilizzo in agricoltura biologica tra gli attori di tutta la filiera agricola (potenziali utilizzatori, organismi di certificazione, centri di ricerca).

**Durata progetto (mesi):** 24

**Partner:** Consorzio Italiano Compostatori-CIC; Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria-CREA-Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari; Associazione Italiana per L'Agricoltura Biologica-AIAB Lombardia

**Valore totale progetto: €** 207.545,55

L'obiettivo generale di A... B... Compost è quello di intraprendere una serie di azioni divulgative e dimostrative finalizzate a:

Il progetto si articola in due sottoprogetti (informazione e dimostrazione), ciascuno composto da attività di lavoro, tutt'ora in corso, basate su un approccio *multi-attoriale*:

- 6 “Giornate del Compost per agricoltura biologica”, finalizzate ad illustrare le proprietà del compost come fertilizzante/ammendante organico, ad inquadrarne l'impiego in agricoltura biologica dal punto di vista normativo nonché le opportunità di reperimento, trasporto e distribuzione. L'organizzazione di queste giornate presso aziende agricole, usando macchine commerciali per la distribuzione del compost, contribuirà anche a stimolarne l'applicabilità.
- 4 tavole rotonde con tecnici del settore dell'agricoltura biologica in cui si discuteranno:
  - Sistemi produttivi di un compost di qualità conforme all'uso in agricoltura biologica;
  - Gestione del compost (approvvigionamento, stoccaggio e distribuzione) all'interno dell'azienda agraria;
  - Criticità dello schema certificativo per l'utilizzo del compost;
  - Nuove prospettive di incentivazione per la salvaguardia della risorsa suolo (PAC 2021-2027).
  - La compresenza di tutti gli attori della filiera (produttore di compost-utilizzatore-consulente-certificatore) permetterà di far emergere le problematiche, ma anche di generare una discussione olistica e costruttiva.

- 2 seminari dimostrativi di distribuzione di compost con tecniche tradizionali (spandiletame) e di agricoltura di precisione (spandiconcime a rateo variabile).

A supporto delle attività elencate, è stato elaborato un Manuale "[Il compost in agricoltura biologica](#)" finalizzato a condensare conoscenze esistenti su proprietà e utilizzo del compost, a beneficio del settore dell'agricoltura biologica.

È stato realizzato uno strumento informatico (tool web), basato sulle informazioni del Manuale, che fornisce indicazioni sulla dose ottimale di compost da applicare, nonché su periodo e tecnica di distribuzione, in base al tipo di tessitura di un suolo e alla coltura previsti dall'utente (agricoltore e/o consulente). Il tool web è consultabile al link: <https://www.compost.it/compost-tool-intro/>



## Relazioni tra suolo-nettare-impollinatori

Alcuni studi suggeriscono che la produzione di nettare sia influenzata dalle proprietà del suolo, in maniera diretta o indiretta (aumentando la densità di piante per superficie di suolo). In particolare, uno **studio sul Girasole**, svolto in collaborazione tra il CREA Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari e il Consorzio Italiano Compostatori (CIC), ha indagato il loop microbiologico tra suolo, pianta, nettare e insetti impollinatori per comprendere eventuali relazioni tra la qualità del suolo (dovuta dal regime di fertilizzazione), la salute della pianta, la produzione di nettare e le preferenze degli impollinatori.

Gli esiti della sperimentazione hanno evidenziato come le **parcelle fertilizzate con COMPOST hanno prodotto piante a più elevata umidità residua, che sono quindi state in grado di assorbire più acqua dal terreno in condizioni non irrigue**. Di conseguenza, il nettare delle piante del trattamento COMPOST è risultato il più diluito, mantenendo però le percentuali dei singoli zuccheri rispetto agli altri trattamenti. Dalle analisi del suolo **è emerso che il COMPOST ha stimolato incrementi maggiori di carbonio organico, azoto, potassio e**

**fosforo.** Studi di altri autori riportano come gli insetti impollinatori preferiscano fiori con nettare più diluito in quanto riescono a soddisfare contemporaneamente le necessità idriche e ad estrarlo più facilmente vista la sua ridotta viscosità. I risultati sopradescritti confermano come sia **evidente il ruolo e la responsabilità del compost nella variazione delle proprietà del suolo, fisiologia della pianta e composizione del nettare prodotto.**

La prova in serra ha dimostrato che la varietà rustica ha prodotto nettare più diluito rispetto alla varietà ibrida. La conta degli **insetti impollinatori** ha mostrato come **il numero di quelli presenti sui fiori della varietà rustica è stato notevolmente superiore rispetto a quelli presenti sulla varietà ibrida.** Questo dato conferma quanto riportato in bibliografia, ovvero che gli insetti impollinatori **eseguono una scelta nel selezionare la fonte di nettare,** in questo caso fatta verso **il nettare più diluito.**

Per poter valutare le interazioni tra suolo, pianta e nettare di Girasole, il citato studio ha previsto l'identificazione di tre trattamenti del suolo:

- Controllo: parcelle coltivate senza alcun apporto di fertilizzanti,
- Chimico: parcelle coltivate con l'impiego di fertilizzante,
- Compost: parcelle coltivate con l'applicazione di compost.

Durante il suo sviluppo è stato monitorato lo stato fisiologico del Girasole, mentre sono state analizzate la composizione di zuccheri semplici del nettare, la produzione di biomassa e le caratteristiche fisico-chimiche del suolo prima e dopo la coltivazione.

In aggiunta a tale sperimentazione, in una serra sono state coltivate due varietà di Girasole (una rustica e un ibrido commerciale) per valutare le preferenze degli insetti impollinatori. Per studiare l'attività degli insetti sono state installate due videocamere per ogni varietà, per un totale di quattro, in grado di acquisire immagini delle infiorescenze dei girasoli.

Si può concludere come la produzione del nettare sia parte di un sistema complesso dove oltre alle componenti climatiche sono in gioco un insieme di fattori da ricercarsi nel loop microbiologico "suolo-piante-nettare-insetti". La produzione di nettare non può quindi essere affrontata con un approccio riduzionista e specifico. È inevitabile dedurre come il complesso loop si generi a partire da una risorsa suolo di qualità e come il compost possa ritenersi uno strumento adeguato alla sua salvaguardia e miglioramento, senza tener conto degli ulteriori aspetti economici della sua produzione e utilizzo.

# Agrobioenergie: la sfida di Agroener, Special Issue su “Terra è Vita”

Di Francesca Antonucci



Da 6 anni a questa parte il CREA è protagonista nella ricerca e promozione dell'impiego delle agrobioenergie, fonti rinnovabili importantissime per la sostenibilità ambientale. Lo fa partecipando ad un progetto di ricerca finanziato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (Masaf, ex Mipaaf) e coordinato dal CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari: il progetto AGROENER “Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia” (D.D. n. 26329/2016).

## Il progetto “AGROENER”

Il progetto “AGROENER: Energia dall'agricoltura: innovazioni sostenibili per la bioeconomia” (D.D. n. 26329/2016) è finanziato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste (Masaf, ex Mipaaf) e coordinato dal CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari. Ha durata di 7 anni e mezzo: inizio 09/06/2016 – fine 31/12/2023.



Il [Progetto](#) si articola all'interno del comparto delle agrobioenergie, sviluppando tematiche riguardanti:

l'**efficienza energetica** di macchine ed impianti;

l'utilizzo delle **biomasse solide** (sottoprodotti agroforestali);

il recupero dei sottoprodotti agroindustriali per la **filiera del biogas**;

l'utilizzo di colture dedicate come matrice per l'estrazione di biocombustibili e/o biolubrificanti nei cicli produttivi delle **bioraffinerie integrate**;

azioni di dimostrazione e trasferimento delle conoscenze in merito allo sviluppo di **impianti di microgenerazione** con analisi della sostenibilità e delle principali criticità.

Tutte le informazioni possono essere trovate al seguente link: <https://agroener.crea.gov.it/>

Da anni, come riporta nello speciale Attilio Tonolo, referente del Masaf per il progetto, la discussione a livello internazionale sulle misure da adottare per la riduzione dei cambiamenti climatici e delle emissioni di gas a effetto serra ha ispirato i leader dell'Unione Europea a trasformare l'Europa in un'economia con un'efficienza energetica elevata e a basse emissioni di carbonio. I risultati ottenuti e quelli in via di consolidamento potranno offrire nuove opportunità di applicazioni tecniche con ridotti impatti ambientali e risparmi economici.

Per divulgare e trasferire i principali risultati ottenuti da questo importante progetto, Francesca Antonucci, Prima Ricercatrice del CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari, ha curato **l'edizione di uno *Special Issue* uscito il 26 Novembre 2022 su "Terra e Vita", importante testata nazionale di disseminazione scientifica del gruppo Edagricole** (Rif.: *Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X*). Si tratta della raccolta di circa **50 articoli inerenti ai risultati e le innovazioni più interessanti di AGROENER, descritte con cura dai responsabili delle varie linee di azione del progetto**. Lo speciale, disponibile a questo [link](#) si articola su cinque tematiche principali:

- **Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione**
- **Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali**
- **Sviluppo della filiera del biogas**
- **Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari**
- **Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione.**

E offre uno spaccato delle nuove frontiere che si stanno aprendo nel settore delle agroenergie, grazie alla ricerca condotta dal CREA in collaborazione con altri importanti enti quali il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) ed il Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA S.p.A).

Di seguito sarà riportata una breve descrizione dei principali risultati ottenuti nel corso di questi anni di attività, divisi per tematica.

# 1. Miglioramento, sviluppo e promozione dell'efficienza energetica delle macchine, delle attrezzature agricole e della meccanizzazione

**Figura 1.** Trattore a biometano durante l'esecuzione di lavorazioni del terreno. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).



Negli ultimi mesi si è sentito parlare tantissimo, tra gli agricoltori e i contoterzisti, di consumi energetici, di rese colturali, di ottimizzazione della manodopera, di semplificazione dei cantieri meccanici ecc.: lo speciale prova ad affrontarli dal punto di vista della ricerca.

In: **“Strategie per il risparmio di carburante nei cantieri agricoli”**, per esempio, lo

slittamento ed il rendimento del motore sono i parametri più importanti su cui intervenire per migliorare l'efficienza delle lavorazioni agricole.

**“Potenzialità del biometano in agricoltura”**, invece, analizza una possibile alternativa al gasolio, attualmente il carburante più costoso e derivante interamente da fonti fossili non rinnovabili.

Si parla inoltre della **“Sensoristica innovativa propedeutica all'automazione dei processi produttivi” (Figura 2)** e della **“Intelligenza Artificiale per migliorare le principali operazioni in campo”**: in questo ultimo caso, è stata sviluppata una piattaforma on line per la stima del consumo di carburante, dei costi e delle emissioni delle principali operazioni agricole e forestali.



**Figura 2.** Sensore geoelettrico e sensore innovativo per il rilievo della conducibilità elettrica apparente del terreno e della vigoria della coltura sia su colture estensive che su colture a filare come frutteti e vigneti. I dati raccolti sono poi elaborati per ottenere mappe digitali georeferenziate. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).

Sempre per l'efficientamento energetico si parla anche di **“Agricoltura di precisione”**, la cui applicazione ha tra i vantaggi più evidenti il minor numero di passaggi, la diminuzione del compattamento del terreno e la riduzione delle manovre di inversione a bordo campo delle trattrici agricole. Per quanto riguarda l'ambiente

forestale, viene approfondita la **Short Rotation Coppice (SRC)** e la irrigazione localizzata per ottenere risparmi sia idrici che energetici. Nel campo dell'agricoltura in serra, scopriremo il **"Software di supporto decisionale per gestire la variabilità in questi ambienti"** e la tecnologia che sfrutta il **"riscaldamento basale di colture tramite l'utilizzo di pompe di calore"**.

## 2. Sviluppo della filiera delle biomasse solide agroforestali

Si tratta di una importante fonte di energia rinnovabile, che può essere ottenuta sia con la combustione, per generare elettricità e calore, sia tramite la digestione anaerobica (processo nel quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica contenuta nelle biomasse viene trasformata in biogas) per ottenere vettori energetici come il biometano e l'idrogeno.

Vedremo cosa sono e come si utilizzano i **"Sistemi di compattamento industriali applicati alle biomasse agroforestali"**, per i quali sono stati effettuati dei test su paglie e sottoprodotti di colture erbacee e su residui di potature ed espianti di specie legnose per poi passare alla **"Strategia di raccolta della canna comune sia per le produzioni di biomassa che di metano"**.

In campo forestale, viene illustrato il procedimento per lo sviluppo di un **"Prototipo per la raccolta delle piantagioni di pioppo a ciclo medio"**, per il quale è stato testato un mezzo alternativo, meno impattante in termini di peso, ingombro e costo di utilizzo, ma in linea con la produttività ed i costi dei sistemi di raccolta di solito utilizzati ed interessante soprattutto nell'ottica della *small-scale forestry*. Inoltre, viene descritta **"L'analisi economica e ambientale del ciclo di vita del pioppo da Short Rotation Forestry (SRF)"**.

Con **"Valorizzazione della biomassa forestale residuale"**, vedremo, invece, i benefici economici ed ambientali apportati da alcune piantagioni di origine artificiale (**Figura 3**).

**Figura 3.** Rinnovazione naturale di pino insigne e specie forestali autoctone nelle piantagioni. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).



Ma alberi piantati, sono anche quelli delle città e in **"Costi di cantieri per la gestione degli alberi in città"**, capiremo, prendendo ad esempio il caso di Roma, le migliori scelte tecniche da effettuare, in un'ottica di sostenibilità economica, ambientale e sociale.

**Figura 4.** La coltivazione del sorgo. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).



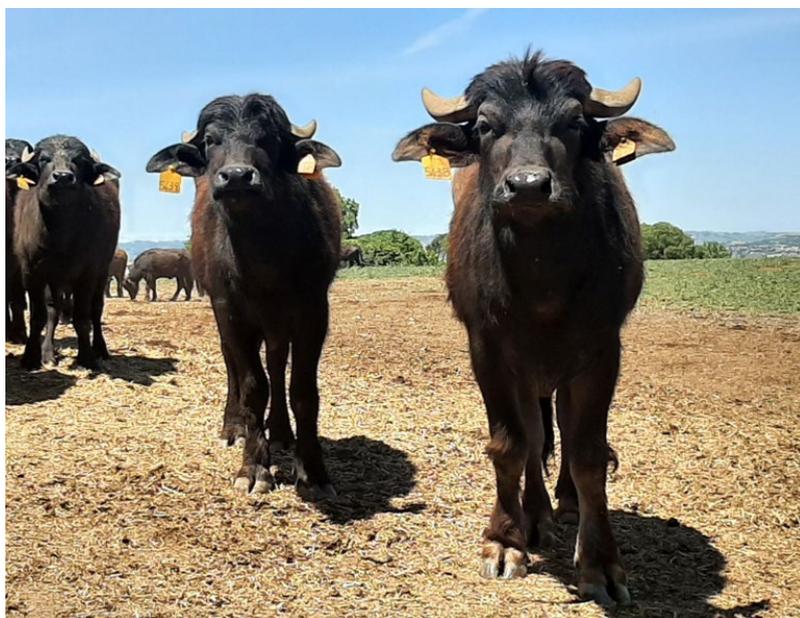
Approfondiremo poi in diversi articoli il tema delle **colture energetiche**: dall'utilizzo del **"Sorgo, come biomassa"**

con limitato sussidio irriguo”, alla “Stima territoriale della produttività di colture energetiche in aree marginali” fino al “Cambiamento dell’efficienza energetica in base al tipo di coltura utilizzata”. In quest’ultimo caso, è stato analizzato il comportamento di due specie (sorgo zuccherino e barbabietola), in funzione di agrotecniche diversificate come concimazione azotata e lavorazione del terreno (Figura 4).

### 3. Sviluppo della filiera del biogas

Il biogas è una miscela composta da anidride carbonica e metano, prodotta da un processo di digestione anaerobica (degradazione in assenza di ossigeno) di sostanze organiche (di origine sia agricola sia agroindustriale) ad opera di alcuni batteri. Il biogas, attraverso alcuni processi, può essere trasformato in biometano, combustibile già utilizzabile per tutti gli usi industriali. Una risorsa resa strategica dalla guerra in Ucraina che ha restituito ad AGROENER una drammatica e centrale attualità.

In “Produzione di metano da scarti di pomodoro e liquame bufalino” viene spiegato come il processo di digestione anaerobica può permettere di valorizzare sottoprodotti di scarto provenienti dall’allevamento bufalino e dalla coltivazione del pomodoro. La codigestione anaerobica si è anche rivelata utile sia per ridurre gli scarti della filiera bufalina sia per la produzione di idrogeno, come riportato nell’articolo “Produzione di idrogeno da sottoprodotti della filiera bufalina” (Figura 5).



**Figura 5.** Manze bufaline presso l’azienda sperimentale di Monterotondo del Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura del CREA.

(Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).

Anche gli scarti della filiera suinicola possono rappresentare dei prodotti di potenziale interesse commerciale: infatti, in “Produzione di inoculi da liquame suinicolo per l’impiego di impianti di biogas” vediamo come i liquami di scarto possano essere utilizzati per arricchire la popolazione microbica dei digestori di un impianto di biogas nella fase di avviamento.

È nei digestori che avvengono tutti questi importantissimi processi. Ed è proprio in “Prototipo di digestore a due stadi per la produzione di idrogeno e metano” che ci viene spiegato come questi, alimentati con effluenti zootecnici e sottoprodotti dell’industria casearia (per esempio), consentano di ricavare output diversi dal solo metano, quali idrogeno ed acidi grassi volatili.

Non bisogna tralasciare “L’impatto dei digestati da produzione di biogas sulla fertilità e sanità dei suoli”, in cui è stato valutato l’incremento dei processi microbici su alcuni terreni agricoli per aumentarne fertilità biologica e sanità.

I digestati, insomma, possono avere un ruolo importante in agricoltura, come ci dimostrano gli ultimi 3 articoli: lo studio inerente alla “Frazione solubile e potenziale di riciclo di residui agro-zootecnici”, “Fertilizzazione con digestati zootecnici: principali risultati su loiutto” ed infine in quello intitolato “Digestato anaerobico come fertilizzante per il vivaismo agrumicolo”, in cui l’obiettivo è stato quello di incrementare la

fertilità dei suoli, valorizzando il potenziale agronomico del digestato ottenuto, proponendolo quale fertilizzante in vivaio per portinnesti di agrumi.

## Glossario: loietto

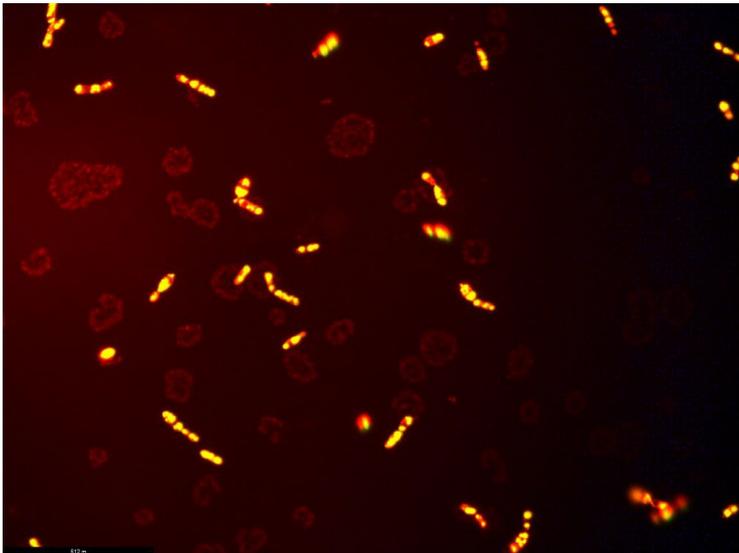
Generalmente conosciuta come loiessa, loglio italico, loietto, è una delle foraggere più diffuse in Italia e in Europa vista la sua grande importanza nell'ambito dell'alimentazione zootecnica.

## 4. Bioraffinerie integrate in cicli produttivi agroalimentari

Negli ultimi anni, a partire dal 2018, **le bioraffinerie integrate nei cicli produttivi agroalimentari hanno contribuito alla riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 35% rispetto ai prodotti di origine fossile di riferimento.**

**“Produrre lipidi per bio-carburanti e bio-lubrificanti dalla canna comune si può”**: in questo articolo si è voluto verificare l'idoneità della canna comune (*Arundo donax* L.) come substrato di crescita per microrganismi oleaginosi al fine di ottenere lipidi per la produzione di bio-lubrificanti o bio-carburanti di nuova generazione, come il biodiesel da lignocellulosa.

In **“Biotecnologie microbiche per produrre biolubrificanti da effluenti di caseificio”**, invece, si è puntato ad identificare ceppi di lieviti oleaginosi in grado di crescere su effluenti di caseificio, producendo abbondante biomassa ricca di lipidi (**Figura 6**).



**Figura 6.** Cellule di *Trichosporon oleaginosus* osservate in microscopia ottica in fluorescenza. Sono evidenti le guttule di lipidi di riserva accumulate nel citoplasma della cellula. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).

Per quanto riguarda **“Crambe e cartamo, due filiere di chimica verde”**, nello speciale viene illustrato come questi consentano l'ottenimento di olio e di un pannello ricco di proteine, utilizzabili nell'agroindustria. Infine, ne **“L'utilizzo di oli vegetali come fluidi idraulici”**, si sono ottenuti, a partire da colture

di crambe (parente della senape) e di cartamo o zafferanone, i relativi oli, rispettivamente ad alto contenuto di acido erucico ed acido oleico, che sono stati poi testati per un possibile impiego come fluidi idraulici.

## 5. Realizzazione impianti sperimentali, dimostrazioni e divulgazione

La condizione climatica globale ha reso sempre più urgente, negli ultimi anni, intervenire per ridurre le problematiche ambientali e gli impatti derivanti dall'utilizzo eccessivo di fonti non rinnovabili.

Presso la sede di **Monterotondo del CREA Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari**, è stato allestito **un centro sperimentale dimostrativo** che ha come obiettivo la realizzazione di una **microfiliera energetica di**

**autoconsumo, basata su sistemi di conversione delle biomasse agroforestali e scarti di lavorazione, per la produzione di energia termica, biogas, biometano, syngas e biochar.** Il centro è dotato di un impianto di cogenerazione e la biomassa necessaria è completamente autoprodotta all'interno, anche utilizzando colture dedicate SRF, con riflessi positivi in termini di sostenibilità economica ed ambientale.

In **"Impronta di carbonio nella produzione di energia termica da pioppo SRC"**, viene mostrato come la produzione e l'utilizzo della biomassa per generare energia termica possano ridurre il *Global Warming Potential* (GWP) di oltre il 70% rispetto all'utilizzo di combustibili fossili.

**"Un modello di microfiliera energetica in regime di autoconsumo"** invece, spiega come le filiere energetiche che utilizzano centrali termiche di piccole dimensioni siano oggi ancora una delle soluzioni più interessanti per implementare l'uso di bioenergie.

Anche i residui forestali rappresentano un'importante fonte rinnovabile per la produzione di energia termica, come vediamo nei tre lavori **"Valorizzazione delle biomasse attraverso il processo di pellettizzazione"**, **"Pellet, caratterizzazione multi-sensore per valutare il processo di produzione"** e **"Valorizzazione energetica di sottoprodotti agroalimentari"**. Nel primo vengono pellettizzate ed analizzate diverse specie, come per esempio il platano, il nocciolo e l'ulivo per la produzione di energia termica (**Figura 7**).

**Figura 7.** Biomasse residuali utilizzate nelle sperimentazioni: pellet di caffè. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).

Nel secondo vengono analizzati diverse tipologie di pellet tramite analisi di immagine, per la qualità esterna, e l'utilizzo di un potente strumento che rileva i composti organici volatili, per la qualità interna. Nel terzo, invece, diverse biomasse residuali (i.e., ulivo, vite, agrumi e caffè) vengono testate in un'ottica di economia circolare per la produzione di energia rinnovabile. Viene esposto anche il processo di **"Raccolta meccanizzata della pula di trebbiatura"** che consente di recuperare un'abbondante e preziosa risorsa e di combattere allo stesso tempo le infestanti nei campi agricoli (**Figura 8**).

**Figura 8.** Dispositivo per il recupero della pula di trebbiatura: dettaglio della tramoggia e della turbina. (Fonte: Speciale AGROENER. A cura di Francesca Antonucci. Terra e Vita, Supplemento al n. 36 – 30 Novembre 2022 – ANNO LXIII. ISSN 2421-356X).



Lo scopo del lavoro intitolato **“Prove preliminari di distribuzione di digestato liquido in manichetta”**, è stato quello di testare la possibilità di irrigare, utilizzando appunto digestato liquido, filtrato con tecniche economiche e diluito con acqua, mediante una manichetta commerciale su scala reale.

Nel **“Sistema mobile per il recupero e lo stoccaggio di acque piovane”**, è stato sperimentato come una significativa quantità di acqua possa essere intercettata nelle scoline di bordo campo e stoccata per sopperire, nei periodi di siccità, al fabbisogno idrico delle colture.

E si torna a parlare di digestione anaerobica, negli articoli: **“Miscelazione nei digestori anaerobici: sedimenti e stratificazioni del digestato”**, **“Micotossine nel frumento, effetti della digestione anaerobica e BMP”** e **“Clostridi e digestione anaerobica identificazione delle popolazioni”**. Nel primo viene spiegato come la conoscenza di viscosità e granulometria del digestato possa permettere di ottimizzare la miscelazione. Nel secondo, è mostrato come il frumento contaminato possa essere utilizzato come fonte di energia alternativa nonché soluzione innovativa e sostenibile di smaltimento. Invece, nel terzo viene illustrato il ruolo fondamentale delle buone pratiche agronomiche e di gestione degli effluenti zootecnici nel percorso di prevenzione della contaminazione da sporigeni (batteri che producono spore) in allevamento.

Infine, in **“Alimentazione di motori endotermici con biometano e idrogeno in miscela”** si valuta la possibilità di impiegare una miscela composta da biometano e idrogeno per alimentare un motore a combustione interna e studiarne le prestazioni.

Le sfide non sono ancora finite per i partecipanti del **progetto AGROENER: resta un ultimo anno di attività**, in cui si dovranno raffinare i risultati ottenuti soprattutto da un punto di vista divulgativo, cercando il più possibile - anche attraverso un meeting finale - di avvicinare il pubblico di settore meno scientifico, in modo che possa usufruire delle tante innovazioni messe a punto e sperimentate.

# PRESI NELLA RETE

## Rinnovabili: a che punto siamo?

Di Maria Valentina Lasorella



E' da poco on line l'ultima edizione dell'Annuario dell'agricoltura del CREA, che documenta e analizza da 75 anni la nostra agricoltura e la sua evoluzione. Uno studio fondamentale per l'elaborazione delle politiche agrarie nazionali. Quest'anno tra i temi di diversificazione troviamo le fonti di energia rinnovabile: cosa sono e cosa rappresentano per il settore agricolo, anche alla luce della recente crisi energetica? Quali prospettive e scenari futuri si aprono?

### **L'Annuario del CREA: emblema di una tradizione di studio e analisi dell'agroalimentare**

[L'Annuario dell'Agricoltura italiana](#), fin dal 1947, analizza l'andamento del sistema agro-alimentare nazionale ed evidenzia le sue linee evolutive, caratterizzandosi come indispensabile strumento per tutti coloro che sono interessati alla conoscenza del nostro settore primario. Il Volume, coordinato da Roberta Sardone, dirigente di ricerca del CREA Politiche e Bioeconomia, è frutto di un'ampia collaborazione tra colleghi del CREA, esperti nell'analisi documentale delle diverse sfaccettature dell'agricoltura italiana e ad oggi rappresenta l'unica fonte

a livello nazionale che riesce a fornire una fotografia aggiornata, rigorosa e completa della situazione agricola italiana e delle sue attività connesse. Tra queste, troviamo la produzione di energia da fonti rinnovabili.

## Rinnovabili e agricoltura

Possiamo osservare come negli ultimi decenni le aziende agricole italiane si sono caratterizzate per l'intensificarsi dei processi di diversificazione delle attività produttive, tramite le quali l'offerta di prodotti strettamente agricoli è stata integrata con quella di prodotti e servizi meno tradizionali e più innovativi tra i quali la produzione di energie rinnovabili.

Se consideriamo che a pesare sulla fattura elettrica degli italiani, ancora oggi, è quell'85% di energia importata che sottrae ai consumatori circa 60 miliardi di euro l'anno per l'acquisto di petrolio e gas (ENEA, 2021), è d'obbligo puntare ad una fonte alternativa che ci dia la possibilità di risparmiare sull'energia prodotta.

In questo comparto, **l'agricoltura italiana può svolgere un ruolo leader, in quanto possiede un patrimonio proveniente da campagne e boschi in grado di fornire un contributo strategico nel ridisegnare il volto energetico italiano dei prossimi anni, con l'obiettivo di creare una filiera energetica "green", che favorirebbe occupazione ed il raggiungimento dei target energetici nazionali.**

## Biomasse

Ad oggi, la produzione di energia rinnovabile dal settore agricolo e forestale è scarsamente utilizzata e si presenta al disotto della media dell'Unione europea, nonostante abbia tutti i numeri ed il potenziale per poter produrre un quantitativo maggiore di biomassa, congiuntamente all'energia solare ed eolica. La discussione si sta concentrando sulla filiera di approvvigionamento, che vede i biocarburanti prodotti, ottenuti per la maggior parte da colture dedicate, anche se la ricerca punta allo **sviluppo di biocarburanti di terza generazione ricavati da biomasse residuali**; mentre, per la produzione di elettricità si utilizzano in misura sempre crescente **sottoprodotti di origine biologica**, in particolare scarti, residui e rifiuti dalle attività agricole, di allevamento e agroindustriali. Un recente progetto EU condotto da ITABIA, conclusosi a fine 2020 (H2020 ENABLING), indica una disponibilità potenziale pari a circa 25 milioni di t/anno di residui agricoli e agroindustriali a livello nazionale (tab. 1).

	Agricoli	Agroindustria	Totali	%
Nord	13.132.966	1.228.249	14.361.215	57,50%
Centro	3.316.313	317.929	3.634.242	14,60%
Sud e Isole	5.445.309	1.531.198	6.976.507	27,90%
Totale	21.894.588	3.077.376	24.971.964	

**Tabella 1.** Tipologia di residui provenienti dal settore agricolo ed agroindustriale in Italia (t/anno)

**Fonte:** ITABIA – Progetto ENABLING, 2020

**Lo studio ha messo in evidenza che il quantitativo effettivamente disponibile di biomassa per usi energetici è rilevante, e sarebbe in grado di soddisfare gran parte del fabbisogno attuale, oggi coperto per lo più da importazioni.** Inoltre, tenendo conto sia della biomassa già utilizzata che di quella che non conviene raccogliere per le caratteristiche di dispersione o per la difficoltà di accesso al luogo di produzione, si tratterebbe in ogni caso di quantitativi più che rilevanti, che basterebbero a coprire il fabbisogno nazionale.

Di fatto, **le agroenergie**, termine diffuso per definire l'energia prodotta dalle imprese agricole, zootecniche, forestali e dall'agroindustria, **costituiscono oggi in Italia la più importante fra le fonti energetiche rinnova-**

**bili per l'ampia disponibilità di materia prima** e, soprattutto, perché **possono costituire la base per fornire elettricità, calore e biocarburanti con tecnologie mature e affidabili.**

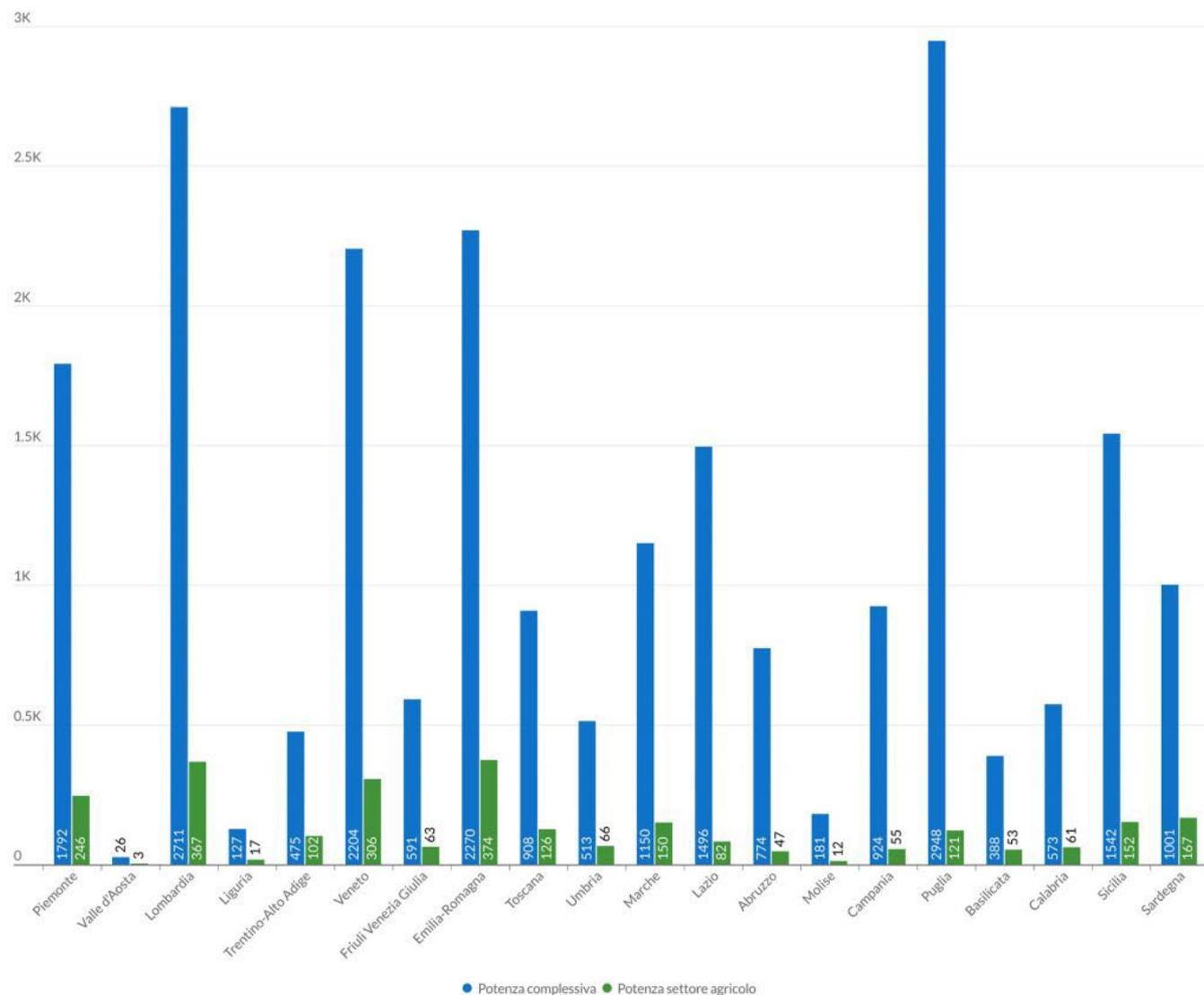
## Biogas, biometano e digestato

Tuttavia, se la biomassa è una risorsa rinnovabile, continua e programmabile, non è inesauribile e deve essere utilizzata in modo da permetterne la ricostituzione senza alterare gli ecosistemi e senza entrare in conflitto con l'uso del suolo agricolo per la produzione di alimenti e mangimi. Fonte rinnovabile estremamente importante per i benefici che apporta sotto il profilo economico, sociale, ambientale e occupazionale è rappresentata dagli impianti di **biogas e biometano**. Ad oggi in Italia sono operativi **più di 1.500 impianti di biogas** (di questi **1.200 in ambito agricolo**). **Circa l'80% degli impianti di biogas è alimentato con biomasse agricole (effluenti zootecnici, scarti agricoli, sottoprodotti agroindustriali, colture energetiche)**, circa il 10% degli impianti producono biogas da frazioni organiche da raccolta differenziata di rifiuti urbani (FORSU o umido domestico), ed il restante da fanghi di depurazione e da discariche di rifiuti urbani indifferenziati (CIB, 2020). L'upgrading del biogas al biometano, ossia la separazione del metano dall'anidride carbonica, è tra le tecnologie maggiormente utilizzate e rende il biometano energeticamente efficiente. **Potenzialmente il nostro Paese potrebbe produrre al 2030 fino a 8,5 miliardi di metri cubi di biometano, pari a circa il 12-13% dell'attuale fabbisogno annuo di gas naturale.** Contributo che potrebbe aiutare a raggiungere gli **obiettivi di decarbonizzazione e ridurre in modo significativo le emissioni del settore agricolo, restituendo al terreno sostanza organica, attraverso il digestato**, un ottimo fertilizzante naturale utilizzabile in alternativa a quelli di origine fossile. Tenuto conto che la vita utile di questi impianti è di almeno 20 anni, i posti di lavoro che potrebbero essere creati sono stabili e contribuiscono positivamente allo sviluppo del territorio e alla crescita della bioeconomia a livello locale e globale. La produzione di biogas rappresenta inoltre un elemento fondamentale per realizzare un modello virtuoso di economia circolare che si chiude con la **'restituzione' ai terreni della sostanza organica (digestato)** non trasformata in metano o CO<sub>2</sub>. L'utilizzazione del digestato a fini agronomici, autorizzata e disciplinata dal Decreto Ministero della Politiche Agricole, Alimentari e Forestali del 25 febbraio 2016, consente di valorizzarne le proprietà ammendanti e fertilizzanti, migliorate rispetto a quelle del letame o altri residui organici impiegati come tal quali, e si traduce in un risparmio netto di sostanze chimiche di sintesi e nella riduzione delle emissioni di gas serra legate alla loro produzione, trasporto e utilizzazione. Sul fronte della sostenibilità ambientale, si tratta di una tecnologia che non mette a rischio il territorio o la salute degli abitanti, tenuto conto che le emissioni sono trascurabili e comunque inferiori a quelle che si avrebbero spandendo o lasciando sui campi il letame o altri residui organici. Un ultimo punto di particolare interesse per lo sviluppo delle agroenergie è il loro possibile ruolo nella produzione di biometano, nella più ampia prospettiva del raggiungimento degli obiettivi nazionali di diffusione dei biocarburanti avanzati.

## Fotovoltaico e agrivoltaico

Altra fonte estremamente importante per il comparto agricolo è il solare-fotovoltaico. Ad oggi vediamo una distribuzione della potenza installata dei pannelli fotovoltaici a livello nazionale non omogenea in quanto è connessa a diversi fattori quali la posizione geografica, le caratteristiche morfologiche del territorio, le condizioni climatiche e la disponibilità di aree idonee. Secondo i dati presentati dal GSE (2022) la potenza complessiva installata nel 2021 è di 22.594 MW. **Il primato nazionale in termini di potenza installata è rilevato nella Regione Puglia con quasi 3 GW, pari al 13% del totale nazionale.** Nel settore agricolo in termini di potenza installata spicca l'Emilia-Romagna, seguita dalla Lombardia e dal Veneto. I dati in figura 2 mostrano una differenza netta tra la potenza complessiva installata e quella legata al settore prettamente agricolo. Molti degli impianti sono stati installati su terreni agricoli, rendendoli inutilizzabili per il settore. Per ovviare a

questo utilizzo scorretto del suolo una grande opportunità per il settore viene dall'agrivoltaico, un **sistema integrato di produzione di energia solare e agricola che riesce a massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte solare senza compromettere la produzione agricola e zootecnica** (ENEA, 2022), attraverso l'installazione, sullo stesso terreno coltivato o adibito ad allevamento, di impianti fotovoltaici.



**Tabella 2.** Settore fotovoltaico potenza complessiva installata nel 2021 sul settore agricolo per regione (MW)

Un sistema che, se ben progettato, mantiene al centro l'agricoltura, **valorizzandone i processi produttivi**, e si contrappone nettamente al più classico solare a terra che si pone in competizione con l'agricoltura, **trasformando gli impianti fotovoltaici** da mero strumento di reddito legato alla produzione di energia, a **vero e proprio welfare strutturale realizzato attraverso l'integrazione della produzione di energia da fonte rinnovabile con le pratiche agricole e zootecniche**. Una visione totalmente diversa per affrontare gli errori del passato attraverso l'innovazione e per offrire soluzioni organiche di sostegno e sviluppo. Oggi l'agrivoltaico rappresenta non soltanto una importante **integrazione al reddito delle aziende agricole, ma anche un fondamentale volano di valorizzazione di terreni abbandonati o improduttivi, in grado di assicurare nuove occasioni di crescita e di lavoro nella filiera**.

## Prospettive future

In conclusione, possiamo vedere come i dati riferiti al settore FER, ad oggi, mostrano che l'Italia è sulla buona strada per il raggiungimento degli obiettivi energetici previsti nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), mentre sono ancora necessari ulteriori sforzi per raggiungere gli obiettivi prefissati dall'UE. Infatti, **per far sì che il 20% del consumo finale di energia ricavata da fonti rinnovabili possa diventare almeno il 30% entro il 2030 – come previsto dal PNIEC – l'Italia dovrà risolvere alcune problematiche, legate soprattutto all'attuazione di un effettivo sistema incentivante che premi qualità e quantità e alla definizione di politiche mirate a una maggiore integrazione con la vera vocazione dell'azienda agricola verso le cosiddette "colture food".**

Tutto ciò non deve però far dimenticare la necessità imprescindibile di dover pianificare e regolamentare analiticamente la costruzione e l'installazione degli impianti, siano questi per la produzione di biogas/biometano che fotovoltaici, in particolare se a terra o su aree agricole, per i connessi impatti ambientali a carico del settore tali da poter ridurre o addirittura vanificare la finalità di salvaguardia e tutela dell'ambiente, che tali fonti di energia pulita certamente si prefiggono.

In aggiunta, la **produzione di FER in agricoltura offre anche una risposta concreta al fabbisogno energetico delle imprese agricole e del Paese, di fronte ai notevoli rincari energetici causati da vari recenti fattori di pressione internazionale, tra cui la guerra in Ucraina.**

Agricoltura ed energia non sempre si sono mosse in sintonia, anzi, non sono rari i fattori di scontro: basti far riferimento alle opposizioni locali verso lo stesso biogas, il biometano e il fotovoltaico, a cui si aggiungono anche le resistenze locali nei confronti del mini eolico, del mini hydro e della geotermia.

Eppure, se ben progettato, un impianto energetico alimentato a FER, oltre a favorire una produzione energetica più sostenibile, competitiva e rispettosa dell'ambiente, può dare un importante contributo all'integrazione del reddito, spesso instabile, degli imprenditori agricoli, così come assicurare il contenimento dei costi di produzione, la cui evoluzione è fonte di grande preoccupazione per la sostenibilità economica delle imprese agricole.

# UNO SGUARDO AL FUTURO

## Idrogeno: si può fare? Intervista a Giuseppe Corti, Direttore CREA Agricoltura e Ambiente

Di Micaela Conterio



La crisi climatica che stiamo affrontando ci impone sempre più di raggiungere zero emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), obiettivo questo da centrare attraverso una radicale trasformazione, non solo dei sistemi economici, ma soprattutto del modo in cui produciamo e consumiamo energia. In altre parole, la transizione ecologica passa inevitabilmente attraverso la transizione energetica.

In questo processo, un ruolo chiave è giocato dall'idrogeno verde, la variante pulita dell'idrogeno, un gas non presente in natura e prodotto a partire dall'elettrolisi dell'acqua, usando energia elettrica derivante da fonti rinnovabili come il fotovoltaico, l'eolico o l'idroelettrico. L'uso di questo gas a scopo di combustibile produce energia e vapore acqueo, senza generare effetti inquinanti, rappresentando pertanto una valida alternativa ai combustibili fossili.



*Ma non tutto l'idrogeno è sostenibile.* Ne parliamo con **Giuseppe Corti**, Direttore CREA Agricoltura e Ambiente.

## 1. Idrogeno come fonte energetica: pro e contro

È una fonte energetica pulita, perché l'unico residuo della combustione dell'idrogeno è l'acqua e non ha altre emissioni. Sembrerebbe essere, quindi, la panacea di tutti i problemi, ma in realtà presenta anche alcuni elementi negativi, che riguardano la sua produzione. Si può ottenere, infatti, in diversi modi: o da petrolio e/o carbone, ma ha un'impronta energetica molto consistente; o da metano, dalla cui molecola ne derivano 2 di idrogeno, risultando quindi apparentemente vantaggioso, ma sorgono 2 domande: come è stato prodotto il metano di partenza? E quale input energetico è stato utilizzato per produrre idrogeno dal metano? O, infine, un'altra possibilità è ottenere idrogeno a partire dall'acqua, ma con un input energetico così elevato da renderlo negativo ai fini del bilancio energetico, poiché di fatto si impiega la stessa quantità di energia, se non addirittura maggiore, di quella che si ottiene. Con l'aggiunta che, essendo l'idrogeno un gas infiammabile, non può entrare in contatto con l'ossigeno e, quindi, bisogna prevedere di stoccarlo in contenitori appositi di acciaio, cioè bombole, molto grandi e pesanti, che a loro volta aggiungono un ulteriore impatto energetico per la produzione e il trasporto.

## 2. Perché se ne parla tanto?

Se ne parla tanto perché è una novità, che implica innovazione tecnologica, ed è pulito e non inquina, perché, come dicevo prima, emette solo acqua. Il problema, però, è che non inquina lì dove viene prodotto, ma per ottenerlo cosa è successo? E per imbottigliarlo? Quali sono i costi energetici necessari? Se ne parla tanto per mancanza di informazioni complete e approfondite, ma se si scende nel dettaglio e in profondità sugli anelli del processo produttivo, allora emergono risvolti negativi. Non so se esista "La Soluzione", sicuramente, però, una delle soluzioni alla questione energetica è, innegabilmente, ridurre i consumi in maniera intelligente e con l'uso di nuove tecnologie, senza andare alla ricerca di nuove sorgenti di energia che compiano il "miracolo".

## 3. Qual è la stima di costi/benefici?

Il bilancio economico è simile al bilancio ambientale e i costi/benefici circa si equivalgono. Se rimaniamo nell'ambito della produzione di idrogeno a partire da petrolio/carbone o da metano o da acqua, dovremmo concludere che il gioco non valga la candela, perché per ottenere 10 spendo comunque 10, se non 11, per produrre, alle fine, meno inquinanti per un ordine di grandezza 10, ma ho generato all'inizio del processo, comunque, più inquinanti per un ordine di grandezza 10 o 11. Pesando, quindi, i pro e i contro sembrerebbe non essere vantaggioso, ma una soluzione è stata individuata, producendo idrogeno a partire dall'alcol o meglio da una soluzione idroalcolica.

## 4. Cosa a che fare con l'agricoltura?

Mediante l'uso di idrolizzatori viene innescato il processo di idrolisi, per cui si produce idrogeno a partire da una soluzione idroalcolica, composta in parte da alcol etilico, proprio come accade nel caso dell'uso di sola acqua. La grande differenza sta nel liquido di partenza utilizzato, che permette di risparmiare circa il 40% di energia: si presenta, quindi, una situazione completamente diversa, perché si riesce a produrre idrogeno con un vantaggio del 40% rispetto all'energia introdotta, immettendo cioè nel sistema 10 per ottenere 14. *Tutto questo in che modo riguarda l'agricoltura?* L'alcol può essere prodotto per fermentazione di biomasse, facilmente reperibili in ogni azienda agricola. Una delle biomasse preferite è la canna, *Arundo donax*, quella che si utilizza ad esempio per i pomodori, la quale produce una quantità di biomassa consistente in rapporto alla superficie. L'alcol ottenuto da questa fermentazione, addizionato in opportune quantità all'acqua, diventa quella soluzione idroalcolica, che abbate notevolmente l'energia impiegata per la produzione di idrogeno per via elettrolitica. Se, in aggiunta, l'energia introdotta per l'elettrolisi fosse fornita da pannelli fotovoltaici avremmo un ottimo vantaggio economico, oltre che ambientale.

## 5. Quali prospettive di produzione e di impiego?

La produzione di idrogeno non necessita di progetti pilota, perché siamo nella fase di poter attuare impianti di produzione. Diverso è il discorso sull'impiego dell'idrogeno prodotto. Ha bisogno, infatti, per la sua gestione, di bombole, di essere trasportato e va trattato con delicatezza e accuratezza. Tutto ciò ne limita l'uso, perché ad esempio per l'autotrazione (macchine, camion e motorini) si presta poco, in quanto volendo utilizzare idrogeno come combustibile, è necessario appesantire notevolmente il veicolo in questione. Innegabilmente, ci sarebbe una diminuzione dei residui della combustione, che in città significa un elevato vantaggio per la qualità dell'aria, ma a fronte di un vantaggio energetico basso. Diverso è il discorso per mezzi pesanti (navi o macchine agricole) dove l'appesantimento sarebbe minimo, rispetto alla massa propria del mezzo, e l'impiego di una fonte di energia pulita sarebbe accompagnata da un ritorno ambientale e da un vantaggio economico. Tasto dolente per il suo impiego rimangono il trasporto, la produzione delle bombole o di idrogenodotti, con i relativi costi di realizzazione.

## 6. Come e quando è ipotizzabile che l'idrogeno verde sarà accessibile per tutti, considerando che i costi di produzione sono ancora elevati, nonostante gli investimenti della Commissione Europea?

Al momento è difficile ipotizzare un suo uso "democratico" su larga scala, per i motivi che accennavo sopra. Un'opzione può essere trovare materiali super resistenti e super leggeri, che assicurino, però, le stesse qualità dell'acciaio, consentendo di comprimere il gas senza rischi di esplosione. Lo studio e la ricerca, quindi, sui materiali per realizzare i contenitori per lo stoccaggio e il trasporto dell'idrogeno aprono sicuramente nuovi scenari e porteranno notevoli vantaggi.

## 7. Il CREA ci sta lavorando?

Il CREA sta programmando la realizzazione di un impianto, alimentato con pannelli fotovoltaici, all'interno di un'azienda agricola del Centro Agricoltura e Ambiente per la produzione di idrogeno via soluzione idroalcolica, con uso di alcol etilico ottenuto dalla fermentazione di biomassa reperibile o in azienda e da sfalci di potature dei comuni limitrofi. L'alcol ha il vantaggio di avere un suo mercato e può essere venduto e, quindi, l'impianto assicura comunque una resa economica e ambientale notevole.

# CHIEDILO AL CREA

## Maria: Cosa sono le biomasse? Perché sono importanti per produrre energia?

Di Nicola Pecchioni

### Risponde Nicola Pecchioni, Direttore Centro Cerealcolture e Colture Industriali

Le biomasse sono "massa" – cioè "peso" presente nell'organismo vivente – costituita prevalentemente da composti del carbonio, derivanti dal processo di fotosintesi clorofilliana, ossia il processo biochimico vitale per la pianta, che permette ai vegetali di produrre composti organici (zuccheri e carboidrati e, quindi, nutrienti) a partire da materia inorganica (la CO<sub>2</sub>, l'acqua) e usando l'energia della luce del sole.

Prodotto "secondario" di tutto rispetto dell'intero processo è l'ossigeno, emesso dalle piante in atmosfera, ed essenziale per la vita sulla Terra. Ed è sempre da qui, dalla fotosintesi, che derivano tutte le biomasse: in primis quelle vegetali e successivamente anche quelle animali, che vengono utilizzate dall'uomo, ormai da millenni, per diversi impieghi.

Considerate spesso come materiale di scarto, le biomasse in realtà rappresentano una risorsa essenziale nella produzione di energia, soprattutto in un'ottica di sostenibilità. Esse, infatti, contengono ancora moltissima energia chimica potenzialmente utilizzabile, nei prodotti carboniosi, destinati alla fine del loro ciclo a tornare ad essere CO<sub>2</sub>, cioè carbonio inorganico, che viene quindi, nuovamente rilasciato in atmosfera. Durante le diverse fasi di questo processo, l'uomo può intervenire, sfruttando proprio quel contenuto di energia presente nelle biomasse, ancor prima che queste tornino ad essere CO<sub>2</sub>, producendo ad esempio il biometano attraverso l'utilizzo di digestori. L'importanza dal punto di vista ambientale è tale che il bilancio carbonico, nel caso che le biomasse vengano utilizzate per produrre energia, è pressoché pari a zero: tanta CO<sub>2</sub> viene trasformata in carbonio organico nelle biomasse, tanta ne viene rilasciata dopo lo sfruttamento energetico. Se parte di queste biomasse torna poi al terreno come sostanza organica, il bilancio è negativo, cioè si immagazzina per molti anni CO<sub>2</sub> nel suolo, con un vantaggio in termini di impronta carbonica.

Inoltre, esse racchiudono un potenziale veramente significativo in termini di economia circolare, che le rende essenziali nella produzione di energia. Basti pensare, per esempio, ad un vigneto: le vinacce, biomasse di scarto prodotte in ambito agro-industriale, possono da una parte dar vita al biometano, dall'altra al cosiddetto digestato (il residuo della biomassa, cioè, presente nel digestore dopo la produzione ad opera dei batteri del biometano), che può essere impiegato a sua volta per rifertilizzare quello stesso vigneto che le ha prodotte. E così via...



# DAL CREA CON SENTIMENT(O)

## Energia & co: un'analisi del sentimento nei media

di Vassallo / Gabrieli



Il tema delle energie rinnovabili associato all'agricoltura è ancora poco trattato dai media e, in ogni caso, in maniera poco approfondita. Ciononostante, però, percezione e feeling sono positivi. Scopriamone di più insieme ai nostri esperti Marco Vassallo e Giuliano Gabrieli (Ufficio di Statistica del CREA Politiche e Bioeconomia)

### La ricerca effettuata: il metodo

L'analisi proposta in questo numero cerca di approfondire il contenuto e il sentimento dei testi pubblicati su Twitter da parte di alcuni media italiani<sup>1</sup> sul tema dell'energia associata al settore agricolo (come, ad esempio, il biogas, le biomasse, la bioenergia e l'agri-voltaico) nel periodo che intercorre dal 01/09/2022 all'08/01/2023.

Per estrapolare su Twitter quei *tweet* specifici riguardanti l'energia associata al settore agricolo sono state inserite alcune chiavi di ricerca basate su due livelli, generale e specifico per il settore agricolo come segue:

- *tweet* che contengono almeno 1 termine considerato generale come: "energia", "energetica", "energetico", "eolico", "voltaico", "rinnovabile", "rinnovabili", "alternativa", "fonti", "fossile", "fossili";

- tweet che contengono almeno 1 termine considerato specifico come: "biogas", "biomasse", "bioenergia", "agri-fotovoltaico", "agrifotovoltaico", "green-deal", "agrivoltaico", "agri-voltaico", "agroenergetico", "agro-energetico", "agro-energetiche", "agroenergie", "fotovoltaico", "agrisolare".

La raccolta (vedi Tabella 1a) secondo le chiavi di ricerca impostate ha consentito di individuare **1.980 tweet (1,7%** su un totale di 113.568 *tweet* postati dai profili selezionati nel **periodo 01 settembre 2022 – 08 gennaio 2023** con in media circa 1.646 *tweet* per profilo e circa 880 *tweet* al giorno) identificabili con la tematica generale. Inoltre, di questi, **solo 38 possiedono un contenuto chiaramente riconoscibile all'ambito "agro-energetico"**. Per quanto riguarda la tipologia di media che ha maggiormente trattato il tema emergono principalmente i quotidiani, seguiti dalle televisioni ed in ultimo i settimanali, sia per l'ambito generale che agricolo (vedi Tabella 1b). E' da rilevare che la tematica dell'energia in agricoltura viene trattata in netta minoranza dai media generalisti rispetto alla problematica dell'energia in generale. Dalla Tabella 1b si evince che il 29% (i.e., 20/69) degli account monitorati ha postato almeno un tweet sulla produzione di energia in ambito agricolo, mentre tale percentuale sale al 92,7% (i.e., 64/69) se si considera un ambito generale.

TIPO UTENTE	CAMPIONI DI RIFERIMENTO		PRODUZIONE DI ENERGIA			
			GENERALE		AGRICOLTURA	
	FREQ	FREQ(%)	FREQ	FREQ(%)	FREQ	FREQ(%)
Quotidiani	64.495	56,8	908	45,9	19	50,0
Settimanali	5.175	4,6	42	2,1	4	10,5
Televisioni	43.898	38,7	1.030	52,0	15	39,5
Totale	113.568	100,0	1.980	100,0	38	100,0

**Tabella 1a** – Numero di tweet raccolti per tipologia di media e tematica

Fonte: elaborazioni CREA-PB

TIPO UTENTE	CAMPIONI DI RIFERIMENTO		PRODUZIONE DI ENERGIA			
			GENERALE		AGRICOLTURA	
	FREQ	FREQ(%)	FREQ	FREQ(%)	FREQ	FREQ(%)
Quotidiani	24	34,8	23	35,9	9	45,0
Settimanali	4	5,8	3	4,7	2	10,0
Televisioni	41	59,4	38	59,4	9	45,0
Totale	69	100,0	64	100,0	20	100,0

**Tabella 1b** – Numero di profili per tipologia di media e tematica

Fonte: elaborazioni CREA-PB

Risulta significativa **la totale assenza nei tweet raccolti della parola chiave green deal, che conferma come la misura di politica europea riguardo la transizione ecologica non venga mai utilizzata nei confronti di un pubblico di massa.**

### **Risultati dell'analisi del sentimento (i.e., Sentiment Analysis).**

In figura 1 sono riportati i valori percentuali dei 1.980 *tweet* per tematica, classificati come positivi, negativi e neutrali ottenuti con la risorsa per l'analisi del sentimento per l'italiano chiamata *Weighted-Morphologically-*

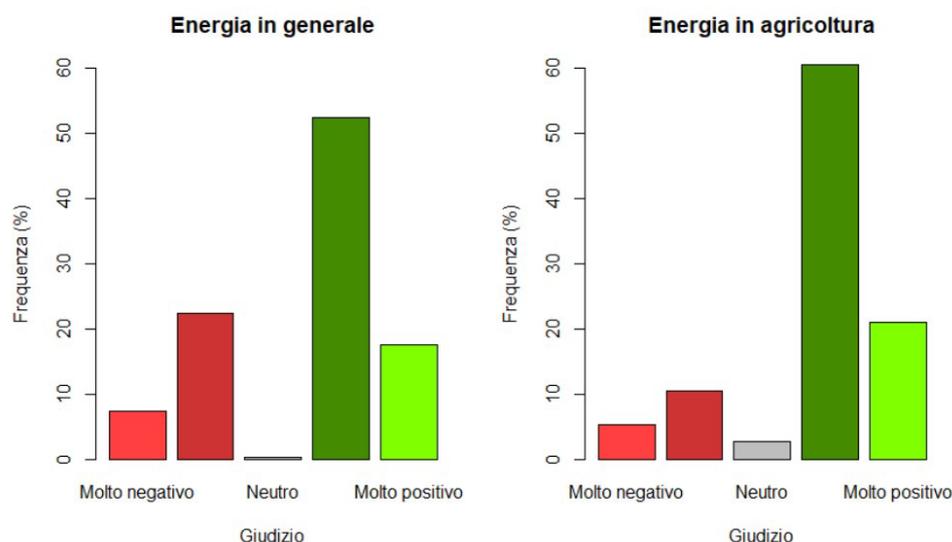
*inflected Affective Lexicon (WMAL)*<sup>2</sup> che tiene maggiormente conto del peso delle parole utilizzate nel social media *Twitter*.

**L'analisi del sentimento mostra chiaramente come i giudizi positivi e molto positivi incrementano quando si parla di energia applicata in ambito agricolo, così come diminuiscono i giudizi negativi.**

Nello specifico dei *tweet* classificati come negativi in ambito agricolo, si fa riferimento al fotovoltaico in relazione all'ambiente e al suolo, ossia ad una "sregolata"<sup>3</sup> corsa al fotovoltaico sui terreni agricoli che causa anche consumo di suolo.

**Figura 1** – Analisi del sentimento – valori percentuali.

Fonte: elaborazioni CREA-PB



Questo risultato viene confermato anche da un altro *tweet* riguardante una recente bocciatura<sup>4</sup> dell'uso degli impianti fotovoltaici nei terreni agricoli, che inizialmente aveva aumentato l'interesse da parte delle compagnie di energie rinnovabili per l'installazione di pannelli solari.

Nella successiva tabella 2 vengono riportati degli esempi di tweet ai quali sono associati i punteggi di sentiment, frequenza di likes (ossia quante volte è piaciuto quel tweet da altri utenti) e frequenza di re-tweet (ossia quante volte quel tweet è stato condiviso con altri utenti).

**Tabella 2** – Esempi di tweet con punteggio di Sentiment, frequenza di likes e re-tweet (nel testo capita di trovare dei simboli quali #, @, che, nel linguaggio di Twitter, fanno rispettivamente riferimento agli hashtags e agli account di utenti)

Testo del tweet	Punteggio Sentiment	Giudizio	frequenza di likes	frequenza di re-tweet
Il Portogallo ha deciso di chiudere i ponti con le energie fossili riuscendo a produrre nel mese di marzo tutta l'energia di cui hanno bisogno soltanto da fonti rinnovabili. Il solare galleggiante è solo uno dei sistemi con i quali c'è riuscito.	2,08	Molto positivo	2896	920
È una serra agricola, ma è anche un impianto fotovoltaico, produce energia, produce lavoro e produce agrumi. Questa è una delle tante opportunità che derivano dalle energie rinnovabili.	2,28	Molto positivo	404	167
I gasdotti del Mediterraneo sono quasi tutti in Italia, il Sud potrebbe diventare l'hub energetico di tutta l'Europa.	1,90	Molto positivo	236	19
L'@AnevEolico ha calcolato che se dessimo le autorizzazioni agli impianti in lista d'attesa potremmo produrre già adesso il 20% del nostro fabbisogno energetico totale, ma cos'è allora che frena questa rivoluzione in Italia?	1,80	Molto positivo	230	107
"Voi eco-fondamentalisti sul terreno energetico avete detto no al nucleare e alle centrali a carbone, no alle trivellazioni. E come ci	-1,47	Molto negativo	454	63



**creafuturo**  
le sfide della ricerca agroalimentare



**MINISTERO DELL'AGRICOLTURA  
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE  
E DELLE FORESTE**

