

**POLO DELL'INNOVAZIONE
DEL CONTESTO IBLEO
*LIVING LAB SMART LAND IBLEI***

**« Relazione sulla valorizzazione delle
biomasse nel contesto ibleo »**

Relatore:

Prof. Dr. Alessandro Arioli, PhD, Agronomo e Ambientologo

Relazione tecnica resa ai sensi del Protocollo 117/LL

**AZIONE CLLD «LIVING LAB» (ec M. 1.3.2.POR FESR SICILIA 2014/2020)
COMUNE DI CANICATTINI /// CAPOFILIA COMUNI AREA RURALE LEADER DEL GAL «NATIBLEI»
*LINEE-GUIDA PER PROPOSTE PROGETTUALI INTEGRATE E INNOVATIVE DEDICATE AL
SUPPORTO E ALLO SVILUPPO DEL TERRITORIO LOCALE IN AMBITO RURALE***

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Le biomasse, ovvero ogni sostanza organica di origine biologica, in forma non fossile, prodotta direttamente o indirettamente dalla fotosintesi, possono essere impiegate per la produzione di energia utilizzando diversi processi di conversione.

Il territorio siciliano, con particolare riferimento alle provincie di Siracusa e Ragusa, produce costantemente rilevanti quantitativi di biomasse da destinare ad un impiego energetico.

In particolar modo va colto l'obiettivo di fornire ai Tecnici operanti nel settore energetico siciliano una panoramica sulla natura delle biomasse, sugli aspetti tecnici, economici e normativi correlati al loro sfruttamento a fini energetici e sulle potenzialità offerte dalle diverse tecnologie.

Specificamente, è opportuno fare riferimento a quei territori delle provincie di Ragusa e Siracusa che siano coerenti dal punto di vista economico / ambientale con la logistica delle biomasse rispetto all'area Iblea.

COMPARTO FORESTALE E AGROFORESTALE

Si fa in questo caso riferimento ai residui, perlopiù di tipo legnoso, delle operazioni selvicolturali e/o delle attività agroforestali. La biomassa legnosa che si ricava da questo comparto per poter essere destinata a fini energetici deve possedere requisiti specifici in termini di densità, composizione chimica e tenore di umidità. Questi fattori infatti, variabili in funzione della specie, dell'età e delle condizioni stagionali, incidono in maniera rilevante sul potere calorifico del legno e quindi sono determinanti nell'efficienza e nella qualità dei processi di combustione a cui i prodotti del comparto forestale vengono quasi esclusivamente destinati. Nella tabella 1.1 si riassumono le principali caratteristiche chimico fisiche della biomassa legnosa.

La biomassa legnosa viene generalmente immessa sul mercato in pezzature molto diverse sia per forma che per grado di umidità, quelle più comuni, nonostante il sempre maggiore interesse verso prodotti densificati come pellets e bricchetti, rimangono comunque il cippato e i tradizionali tronchetti di legno. Quest'ultimi, in particolare, rappresentano l'assortimento più utilizzato negli ambienti rurali o montani, dove la raccolta della legna e il suo stoccaggio in ciocchi di opportune dimensioni è un'attività che sopravvive alle attrattive offerte dalle sempre più moderne tecnologie per il riscaldamento residenziale.

L'aspetto che rende forse più interessante lo sfruttamento energetico delle biomasse forestali è sicuramente l'ampia disponibilità di questa fonte a livello nazionale, basti ricordare infatti che ben il 32% del territorio italiano è coperto da boschi e foreste. Tuttavia però non mancano elementi di criticità legati soprattutto all'attività di reperimento di questa risorsa che richiede ad esempio una viabilità forestale sufficientemente sviluppata e fruibile dai comuni mezzi di raccolta e trasporto. L'assenza in molti casi delle necessarie infrastrutture, come ad esempio nelle aree montane dove si sviluppano formazioni boschive in zone accidentate e a pendenza elevata, pone difficoltà logistiche non indifferenti che si traducono inevitabilmente in un aggravio dei costi di raccolta.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE BIOMASSE LIGNO-CELLULOSICHE

Composizione	
Cellulosa	50% della ss
Emicellulosa	10-30% della ss
Lignina	20-30% della ss
Caratteristiche fisiche ed energetiche	
Umidità	25-60% sul t.q.
Densità di massa	800-1.120 kg/m ³
p.c.i. (considerando un'umidità del 12-15%)	3.600-3.800 kcal/kg

Fonte: AREA Science Park

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

COMPARTO AGRICOLO

Questo comparto fornisce un'ampia gamma di materiali che possono trovare facilmente impiego a fini energetici; ad esso fanno riferimento sia i residui delle attività agricole a scopo alimentare altrimenti non utilizzabili (paglie di cereali, stocchi, sarmenti di vite, ramaglie di potatura, ecc.), che le colture energetiche dedicate. Si tratta in quest'ultimo caso di biomasse coltivate specificatamente per lo sfruttamento energetico o per la realizzazione di combustibili; queste possono essere sia terrestri, di natura lignocellulosica, alcoligena o oleaginosa; oppure possono essere biomasse acquatiche, e in questo caso tipicamente si parla di alghe o microalghe.

Per quanto riguarda i residui colturali c'è da dire che, sebbene rappresentino una fonte energetica facilmente accessibile, ad essi si possono ricondurre alcune criticità legate soprattutto al loro sfruttamento e in particolare agli impieghi alternativi ai quali possono essere destinati, alla loro bassa produttività per unità di superficie e alla loro composizione chimica. Un primo aspetto da non sottovalutare quindi è che attraverso l'impiego energetico di alcuni residui colturali (tipicamente derivati del mais), che normalmente vengono interrati nello stesso campo in cui si sono raccolti, si sottrae a questi siti produttivi un prezioso apporto di sostanze organiche indispensabili per migliorare la struttura e mantenere la fertilità dei terreni. Sebbene l'interramento di tale materiale sia una pratica valida in linea generale, non lo è in senso assoluto: l'interramento della paglia, ad esempio, nonostante a volte venga comunque eseguito, può alterare l'equilibrio del terreno a causa dell'elevato rapporto tra carbonio e azoto (rapporto C/N) che rende successivamente necessario l'arricchimento del terreno con composti azotati di origine chimica. La destinazione dei residui agricoli a fini energetici deve quindi essere valutata di volta in volta, ricordando che essa, in linea generale, non è consigliabile quando comporta dei risvolti negativi a livello agronomico; un'approfondita conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno si rivela dunque sempre necessaria al fine di definire correttamente il giusto quantitativo di materiale che è possibile eventualmente asportare per destinarlo alla produzione di energia.

COMPARTO AGRICOLO

Un secondo fattore di criticità nei riguardi di un impiego intensivo dei residui agricoli a fini energetici è sicuramente quello legato alle quantità disponibili per unità di superficie; queste in genere sono relativamente modeste e spesso non giustificano la raccolta, l'asportazione e il trasporto della biomassa alla centrale termica. Per quanto attiene infine alla composizione chimica dei residui agricoli va evidenziato che un alto contenuto in cenere può comportare complicazioni in fase di impiego della biomassa: in linea generale infatti, la presenza di ceneri determina un incremento nella formazione di scorie e depositi, con conseguente danno per i bruciatori, nonché un aumento delle emissioni di particolato in atmosfera.

Si hanno sostanzialmente due differenti categorie di residui agricoli: quelli di natura erbacea e quelli di natura arborea. Tra i primi il prodotto più comune è sicuramente la paglia derivante dalla coltivazione dei cereali autunno-vernini; questa, nonostante le criticità mostrate in precedenza, risulta essere in realtà un buon combustibile, grazie soprattutto al bassissimo tenore di umidità, al P.C.I. paragonabile con quello del legno e alla possibilità di compprimerla in rotoballe o presse di forma regolare, facilmente alimentabili in caldaia. Alla seconda categoria fanno invece parte tutte le porzioni legnose che con le periodiche operazioni di potatura vengono asportate dagli impianti arborei. Allo stato attuale però non esistono sistemi automatici di raccolta (se non alcuni prototipi messi a punto per i sarmenti della vite e le frasche dell'olivo), pertanto per questa categoria di materiali la filiera è tutta da costruire, anche nei casi nei quali la vicinanza oggettiva degli impianti renderebbe questa fonte di approvvigionamento davvero competitiva.

Il comparto agricolo fornisce, oltre a residui colturali di vario genere, anche un'altra tipologia di biomassa la quale, prodotta con coltivazioni specificatamente destinate all'impiego energetico, può avere natura lignocellulosica, oleaginosa o alcoligena.

COMPARTO AGRICOLO

Le colture lignocellulosiche comprendono specie erbacee caratterizzate da un ciclo di vita annuale (canapa, sorgo, kenaf), specie erbacee poliennali (canna comune, miscanto, panico) e specie legnose (ginestra, pioppo, salice). Le biomasse lignocellulosiche da colture dedicate, esattamente come le biomasse di origine forestale e i residui agricoli, possono trovare impiego come combustibili nei moderni impianti di riscaldamento, autonomi o centralizzati, mentre più raramente vengono utilizzate per la produzione combinata di energia termica ed elettrica in impianti di cogenerazione. Alcuni fattori devono però essere attentamente valutati prima di scegliere la specie che maggiormente si adatta a subire un processo di combustione. In linea generale si può dire che le biomasse erbacee poliennali sono caratterizzate da costi di produzione decisamente inferiori rispetto alle biomasse provenienti da colture legnose; questo aspetto però non compensa una serie di ostacoli che di fatto limitano decisamente l'utilizzo delle perenni erbacee nella produzione di calore ed elettricità. Tra i principali inconvenienti si riscontra ad esempio la minor efficienza durante la combustione, se comparata con l'utilizzo di biomassa legnosa, ma anche il minor peso specifico, il minor potere calorifico per unità di peso e il maggiore contenuto di ceneri e di altri composti indesiderati in quanto corrosivi, quali potassio, fosforo, zolfo, azoto e cloro.

Particolare attenzione deve essere invece rivolta alle specie arboree dedicate, come il pioppo, la ginestra, il salice, la robinia e l'eucalipto, coltivate come ceduo a brevissimo turno (Short Rotation Forestry – SRF) e, data la loro elevata velocità di accrescimento, tagliate ogni 1–3 anni. In generale la densità di impianto è molto elevata (8.000–12.000 piante/ha), così come la meccanizzazione che copre di fatto tutte le fasi colturali: dall'impianto delle talee, alla raccolta che viene effettuata con falcia-trincia-caricatrici di ultima realizzazione che permettono di ottenere circa 30 ton/ora di biomassa.

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

COMPARTO AGRICOLO

Il prodotto principale è costituito da cippato di legno fresco che può avere varie destinazioni d'uso tra cui soprattutto l'industria della carta, del pannello truciolare e, ovviamente, dell'energia. Un altro vantaggio della SRF è poi quello di non richiedere particolari attenzioni sotto il profilo dell'assistenza nutrizionale e fitosanitaria; basta infatti solamente apportare al terreno non più di 4–6 kg di elementi nutrienti (N–P–K) per tonnellata di s.s. asportata così da mantenere un adeguato livello di fertilità e un buon livello di produzione annua (variabile mediamente da 11 ton s.s./ha, con il turno annuale, a 22 ton s.s./ha con il turno triennale).

Le colture oleaginose e alcoligene invece, a differenza delle biomasse finora citate, non sono impiegate direttamente come biocombustibile, ma adoperate come materia prima per ricavarne, attraverso specifici processi biochimici, combustibili alternativi quali biodiesel e bioetanolo, da utilizzare nei motori a combustione interna in alternativa ai tradizionali derivati del petrolio. Tra le colture oleaginose vanno annoverate molte specie, diffuse su scala mondiale, sia di natura arborea, come la palma da cocco, sia di natura erbacea, come il girasole, la colza o la soia. Tra le colture alcoligene ritenute tipicamente idonee alle condizioni pedoclimatiche italiane si ricordano invece: la barbabietola da zucchero e il sorgo zuccherino per quanto riguarda le specie saccarifere, ovvero quelle costituite da zuccheri semplici (in primis saccarosio e glucosio), il frumento e il mais per quanto riguarda le specie amilacee, cioè quelle caratterizzate da zuccheri in forma complessa (amido).

La coltura energetica ideale deve avere un ridotto fabbisogno di apporti chimici e nutrizionali, bassi livelli umidità alla raccolta, soprattutto nel caso di specie lignocellulosiche, e in generale un'ottima efficienza nell'utilizzazione della radiazione solare. La resa potenziale, infatti, è sicuramente uno dei parametri più importanti da prendere in considerazione nella scelta della miglior tipologia di coltura da impiantare, scelta che comunque non deve trascurare l'aspetto riguardante anche la qualità del prodotto.

COMPARTO AGRICOLO

Le colture energetiche sono potenzialmente impiantabili sia nei terreni “set-aside” cioè messi a riposo forzato perché eccedentari per quel che riguarda le produzioni alimentari, sia nei terreni marginali ovvero non più utilizzati da almeno un decennio, per motivi perlopiù di natura ambientale, sociale, economica e strutturale, la cui disponibilità risulta oggi in costante aumento a causa soprattutto della riduzione delle attività agricole.

Quest'ultima condizione, insieme alle continue ricerche volte ad aumentare i livelli di produttività e a migliorare le tecnologie di meccanica agraria per la raccolta, lo stoccaggio e il trasporto all'industria di trasformazione, rendono sempre più diffusa la convinzione che la bioenergia derivata da colture energetiche assumerà nei prossimi anni un ruolo sempre più rilevante. Ciò permetterà di valorizzare pienamente le risorse naturali e le potenzialità produttive del nostro sistema agricolo e forestale, e costituirà un passo importante per l'affermazione di un nuovo ruolo dell'agricoltura, produttrice non solo di alimenti, ma di una vasta gamma di materie prime per l'industria e l'energia, nel quadro più generale di un migliorato rapporto fra le attività produttive, la tecnologia e l'ambiente.

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEI SOTTOPRODOTTI AGRICOLI

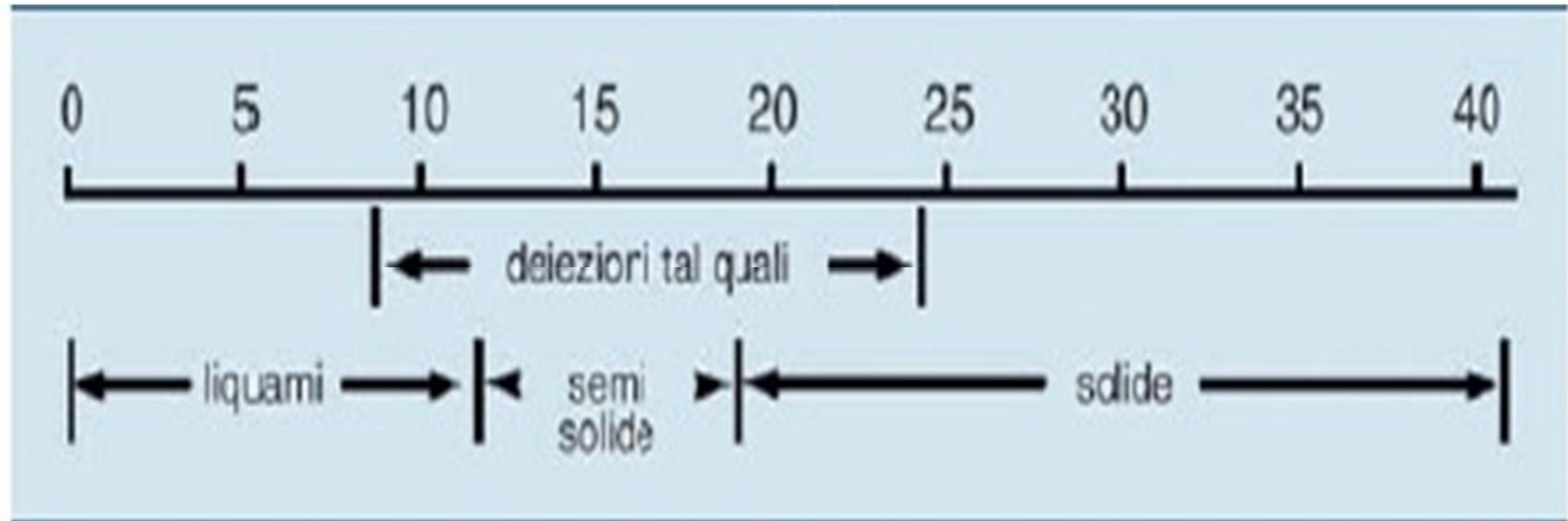
Sottoprodotto	Umidità alla raccolta (%)	Produzione media (t/ha)	Rapporto C/N	Ceneri (% in peso)	p.c.i. (kcal/kg ss)
Paglia frumento tenero	14-20	3-6	120-130	7-10	4.100-4.200
Paglia frumento duro	14-20	3-5	110-130	7-10	4.100-4.200
Paglia altri cereali autunno-vernini	14-20	3-5,5	60-65	5-10	3.300-3.400
Paglia riso	20-30	3-5	60-65	10-15	3.700-3.800
Stocchi mais	40-60	4,5-6	40-60	5-7	4.000-4.300
Tutoli e brattee di mais	30-55	1,5-2,5	70-80	2-3	4.000-4.300
Sarmenti vite	45-55	3-4	60-70	2-5	4.300-4.400
Frasche di olivo	50-55	1-2,5	30-40	5-7	4.400-4.500
Residui fruttiferi	35-45	2-3	47-55	10-12	4.300-4.400

COMPARTO ZOOTECNICO

Fanno parte di questo settore le biomasse che vanno sotto il nome di deiezioni zootecniche con le quali si intende comunemente l'insieme dei prodotti di scarto (o reflui) di un allevamento, risultato della miscela di feci, urine, acqua, lettiera, peli e residui alimentari. Quando invece si parla di deiezioni tal quali o propriamente dette, ci si riferisce tipicamente al solo sottoprodotto fisiologico degli animali: quindi feci e urine.

Le deiezioni zootecniche presentano una composizione estremamente variabile non solo in funzione dell'origine (bovina, suina, avicola, ecc.), ma anche in funzione delle modalità di allevamento e di gestione dello stesso; è bene qui ricordare ad esempio che il quantitativo di acqua e quindi, all'opposto, il contenuto in sostanza secca, giocano un ruolo determinante già nella scelta del sistema di trattamento più idoneo. In figura 1.2 viene illustrata la classificazione delle deiezioni zootecniche sulla base del contenuto percentuale in sostanza secca; è possibile già anticipare come la porzione che ricade nella definizione di liquame (suino, bovino) sia quella che meglio si presta allo sfruttamento energetico mediante il processo di digestione anaerobica che verrà successivamente descritto.

SUDDIVISIONE DELLE DEIEZIONI ZOOTECNICHE SULLA BASE DEL CONTENUTO DI SOSTANZA SECCA



TECNOLOGIE DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLA BIOMASSA

La conversione energetica delle biomasse viene attuata mediante due differenti tipologie di processi: processi biochimici e processi termochimici.

I processi biochimici permettono di ottenere energia grazie alle reazioni chimiche prodotte da enzimi, funghi e microrganismi, che si formano nella sostanza trattata sotto particolari condizioni. Tali processi sono particolarmente adatti per tutte quelle biomasse che presentano un rapporto $C/N < 30$ e un'umidità alla raccolta superiore al 30%; sono quindi sicuramente utilizzabili le colture acquatiche, alcuni sottoprodotti colturali, i reflui zootecnici nonché la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU). I processi di conversione termochimica sono basati, invece, sull'azione del calore il quale trasforma la biomassa di partenza o direttamente in energia termica, attraverso un comune processo di combustione, o in altri prodotti, solidi, liquidi o gassosi, successivamente impiegabili sempre a scopi energetici.

Nei processi termochimici sono utilizzabili le biomasse di natura ligneo cellulosa in cui il rapporto C/N abbia valori superiori a 30 e il contenuto d'umidità non superi il 30%. Le biomasse più adatte a subire questa tipologia di processi sono la legna e tutti i suoi derivati (segatura, trucioli, ecc.), i più comuni sottoprodotti colturali di tipo lignocellulosico (paglia di cereali, residui di potatura della vite e dei fruttiferi, ecc.) e taluni scarti di lavorazione (lolla, pula, gusci, noccioli, ecc.). Nei capitoli successivi verranno descritte sia le tecnologie consolidate e già utilizzate su scala industriale, come la combustione diretta, l'estrazione di oli, la fermentazione alcolica e la digestione anaerobica, sia le tecnologie come la gassificazione, la pirolisi e la digestione aerobica.

TECNOLOGIE DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLA BIOMASSA

I principali sistemi di trattamento delle biomasse ai fini energetici sono così riassunti.

A. Conversione biochimica :

- a) Digestione anaerobica
- b) Biocarburanti: biodiesel e bioetanolo

B. Conversione termodinamica / termochimica :

- a) Combustione diretta
- b) Pirolisi, Gassificazione e tecnologie correlate
- c) Processo HTU (HydroThermalUpgrading)
- d) Torcia al plasma
- e) Dissociazione molecolare
- f) Smoldering («Combustione lenta»)
- g) Waste-to-(bio)Fuel con produzione di mix di idrocarburi da bio-refinery

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

CONFRONTO TRA LE EMISSIONI INQUINANTI DEI PRINCIPALI COMBUSTIBILI DI ORIGINE VEGETALE E FOSSILE

	Bioetanolo in miscela al 5,5%	ETBE in percentuale al 15%
Inquinante	Variazione	Variazione
Monossido di carbonio	-10%	-3%
Composti organici volatili	-5%	-7%
Ozono	nr	-20%
Benzene	-25%	-28%
Butadiene	-11%	-14%
Formaldeide	+2%	+29%
Acetaldeide	+67%	+21%

nr = dato non riportato

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

L'impiego di biomasse a fini energetici produce indiscussi benefici di carattere ambientale, benefici che comunemente si manifestano ogni qual volta si attua la sostituzione di fonti di natura fossile con fonti rinnovabili. In generale infatti, oltre a determinare una riduzione nell'utilizzo di risorse che per loro natura sono esauribili, lo sfruttamento energetico delle biomasse, o di qualunque altra fonte rinnovabile, contribuisce anche a limitare in maniera sensibile le emissioni di gas serra, nonché in generale quelle di tutti i composti, come SO_x , NO_x , polveri, che normalmente si sviluppano nei processi di combustione dei prodotti petroliferi. Per tale motivo il ricorso alle biomasse è stata indicata come una delle possibili strategie per la mitigazione dei cambiamenti climatici in atto e, più in generale, per la riduzione degli impatti ambientali connessi all'impiego delle fonti energetiche di origine fossile.

Le biomasse sono fonti neutre rispetto all'incremento dell'effetto serra in quanto il loro sfruttamento energetico non comporta un incremento della concentrazione atmosferica di anidride carbonica.

La CO_2 infatti, dopo essere stata rilasciata in fase di combustione, durante la crescita delle piante e per mezzo del processo di fotosintesi clorofilliana, viene nuovamente riassorbita e fissata nei tessuti vegetali sia degli apparati epigei (tronchi, steli, foglie, ecc.), che di quelli ipogei (apparati radicali annuali o perenni ecc.).

Il ciclo della CO_2 per la biomassa può ritenersi chiuso, ma alla condizione che il ritmo di impiego di questa risorsa non superi la capacità di ricrescita della stessa.

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

Va comunque precisato che, se si considera l'intero ciclo di vita dei combustibili da biomassa, indipendentemente da quale sia il comparto di provenienza, il bilancio della CO₂ non potrà più considerarsi nullo dato che in generale le fasi di produzione, di lavorazione e di trasporto, richiedendo un consumo di materie prime ed energia, produrranno inevitabilmente degli impatti negativi sull'ambiente.

Analizzando le diverse tipologie di biomassa, si può ritenere che, durante le fasi di produzione della materia prima vegetale, il maggior livello di inquinamento si raggiunga nell'ambito della filiera delle colture dedicate, subito seguita da quelle dei residui forestali, agricoli e industriali.

Nel primo caso, quello cioè relativo alla **coltivazione di specie vegetali** per usi energetici, le principali fonti di emissione sono determinate perlopiù dall'utilizzo di mezzi agricoli (macchine per la lavorazione del terreno, ecc.) e dall'eventuale impiego in modo sistematico di prodotti come fertilizzanti e diserbanti. Questi strumenti di fatto rendono la coltivazione di biomassa energetica particolarmente impattante dal punto di vista ambientale, soprattutto facendo riferimento alle emissioni atmosferiche, che comunque possono essere sensibilmente ridotte adottando pratiche agricole poco invasive e scegliendo le specie vegetali più adatte alle condizioni pedoclimatiche locali.

Per quanto concerne invece la **filiera delle biomasse forestali** i principali fattori di emissione sono rappresentati dalle macchine impiegate nelle operazioni di taglio, allestimento (sramatura, depezzatura, scortecciatura, ecc.), concentrazione (trasporto della biomassa lungo vie attrezzate fino al punto di raccolta per il trasferimento fuori foresta) ed esbosco.

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

Se si prende in considerazione anziché la fase di produzione della materia prima quella relativa alla trasformazione di quest'ultima in prodotti direttamente utilizzabili per le diverse applicazioni energetiche, allora **i maggiori consumi di energia, e quindi le maggiori emissioni in atmosfera, si registrano perlopiù durante le operazioni di essiccazione della biomassa realizzate ad esempio per la produzione di pellet e bricchetti.**

In questo caso il consumo energetico e la quantità di emissioni dipendono ovviamente dal grado di umidità della sostanza vegetale in ingresso, dalle tecnologie adottate e della fonte energetica impiegata per l'essiccazione. Relativamente a quest'ultimo aspetto è possibile infatti sostenere che l'impatto sarà massimo nell'ipotesi di utilizzare energia elettrica e minimo nel caso in cui ci si serva dei residui di lavorazione delle biomasse stesse e/o di cascami termici di qualunque natura.

Un altro settore da non trascurare, in relazione alle problematiche ambientali, è quello dei **biocarburanti**, ove i processi produttivi sono anche in questo caso particolarmente complessi ed energivori.

Una fase comune a tutte le filiere che può presentare **un impatto anche molto rilevante sull'ambiente è quella del trasporto della biomassa** : la densità di quest'ultima infatti, nonché le modalità di trasporto, le capacità di carico e la distanza tra il luogo di produzione e il sito di trasformazione e/o combustione incidono sulla percorrenza media dei mezzi, sul numero di viaggi e quindi, indirettamente, sulla quantità di emissioni rilasciate in atmosfera. Da qui la necessità di sostenere lo sviluppo di **filieri locali «a corto raggio»** in grado di produrre, trasformare e consumare la biomassa in ambiti territoriali quanto più possibile circoscritti.

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

Una delle possibili modalità per realizzare lo sfruttamento energetico delle biomasse consiste nel mettere a punto **processi di produzione di biocombustibili, o “biofuels”**, in grado di sostituirsi ai combustibili di origine fossile e consentire sensibili riduzioni sul quantitativo di emissioni inquinanti.

Di seguito si riportano i dati più significativi per quei biocombustibili (bioetanolo, biodiesel, biogas) che, presentando allo stato attuale delle tecnologie di produzione ormai mature, sono già disponibili a livello commerciale.

L'utilizzo del bioetanolo in autotrazione, puro o in miscela con la benzina, permette di ottenere sia la riduzione delle emissioni in atmosfera generate dal traffico veicolare, che in generale anche un aumento della loro qualità. Tutto ciò trova giustificazione nella struttura chimica del bioetanolo che, rispetto alla benzina, presenta un maggior quantitativo di ossigeno molecolare con una concentrazione in peso superiore di circa il 35% rispetto a quella del tradizionale derivato petrolifero. La maggior presenza di ossigeno, infatti, favorisce in linea generale il completamento del processo di combustione, con evidenti riflessi sia sulla quantità dei prodotti incombusti, che tendono sensibilmente a ridursi, che sulla durata media dei motori.

Se dunque i prodotti di parziale ossidazione (in particolare monossido di carbonio e idrocarburi incombusti), sono presenti allo scarico in misura tanto minore quanto maggiore è la percentuale di bioetanolo in miscela con la benzina, ciò non è valido in assoluto per tutti gli altri composti inquinanti come ad esempio gli ossidi di azoto (NOX) e l'acetaldeide, che invece aumentano all'aumentare della presenza di ossigeno nel carburante. Per quanto riguarda l'acetaldeide, nonostante si possa raggiungere un incremento della sua concentrazione fino al 400% in miscele di bioetanolo al 35% con la benzina, la sua presenza come inquinante è tuttavia tollerata poiché tale composto è caratterizzato da un potere cancerogeno da 10 a 60 volte inferiore rispetto a quello dei principali inquinanti, quali ad esempio il benzene, che si originano dalla combustione dei prodotti di natura fossile. Relativamente alle emissioni di ossidi di azoto invece si ritiene che queste possano essere sensibilmente ridotte, già entro i prossimi 15 anni, introducendo miglioramenti nei sistemi di abbattimento catalitico.

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

Benefici di carattere ambientale derivano anche dall'utilizzo del bioetanolo da impiego come additivo antidetonante nella benzina (ETBE), in sostituzione al benzene o all'MTBE.

Per quanto concerne il biodiesel come un qualunque altro prodotto derivato da biomasse anche questo biocombustibile non contribuisce di per sé ad incrementare il fenomeno dell'effetto serra, e proprio in merito a ciò si è stimato che per ogni kg di gasolio sostituito si evita una emissione di CO₂ in atmosfera pari a circa 2,5 kg.

Il biodiesel inoltre ha il vantaggio di essere un prodotto non tossico e complessivamente è biodegradabile dato che, se disperso nell'ambiente, si dissolve nell'arco di pochi giorni. Questo aspetto, che rappresenta sicuramente un beneficio dal punto di vista ecologico, può però diventare un inconveniente dal punto di vista dello stoccaggio, dato che elevata biodegradabilità significa anche minore stabilità chimica.

IL BILANCIO DELLE EMISSIONI

Un altro indubbio vantaggio ottenuto sostituendo il comune gasolio con del biodiesel si ha per il fatto che quest'ultimo, non contenendo composti solforati, rende praticamente nulle le emissioni di ossidi di zolfo, che invece sono presenti, anche se in minima quantità, nel pro-aldeidico dall'odore fortemente irritante noto con il nome di acroleina.

Un minore impatto ambientale rispetto ai tradizionali prodotti di origine fossile si ottiene anche utilizzando per fini energetici il **biogas derivante dai prodotti di origine fossile**. Contrastanti sono poi i dati relativi agli idrocarburi: se da un lato infatti si riducono le emissioni di idrocarburi monociclici aromatici (dal 20 all'80%), di idrocarburi policiclici aromatici (fino al 98%) e di acetaldeide (tra il 20 e il 40%), dall'altro aumentano quelle relative agli idrocarburi a catena corta, con un incremento percentuale compreso tra il 10 e il 20%.

Essendo poi il biodiesel un composto ossigenato, così come accade per il bioetanolo, aumentano anche in questo caso le emissioni di ossidi di azoto in percentuali variabili tra il 5 e il 23% che comunque saranno verosimilmente ridotte nei prossimi anni attuando miglioramenti nelle prestazioni dei catalizzatori. Infine è bene non trascurare, quando si utilizza biodiesel come combustibile nei motori, il problema causato dalla presenza di un composto aldeidico dall'odore fortemente irritante noto con il nome di acroleina.

**LIVING LAB «NATIBLEI»
LE AZIONI DI DECARBONIZZAZIONE**

**PROGETTUALITÀ INTEGRATA DEDICATA AL
SUPPORTO E ALLO SVILUPPO DEL SISTEMA DI
DECARBONIZZAZIONE PER QUALSIASI
ATTIVITÀ PUBBLICA E PRIVATA**

**INTERFACCIA CON LE RISORSE FINANZIARIE DA
P.N.R.R. / P.O.R. - F.E.S.R. / P.S.R. - F.E.A.S.R. / F.S.E.
/ INDUSTRIA & AGRICOLTURA 4.0 /
PROGETTI AREE INTERNE**

DECARBONIZZAZIONE DEDICATA A SOGGETTI PUBBLICI, IMPRESE E COMUNITÀ TERRITORIALI

La **DE-CARBONIZZAZIONE STRUTTURATA** consiste nell'elaborazione di strategie di diminuzione / eliminazione delle emissioni di gas climalteranti, abbinate alla **Certificazione della Sostenibilità «green e/o blue»** che ne deriva, con la conseguente emissione di **Titoli di «CO₂-equivalente»** che vengono collocati a cadenza annuale sul mercato, generando in tal modo un **«fatturato aggiuntivo Green & Blue»** per l'Operatore pubblico o privato.

Codeste iniziative di de-carbonizzazione comprendono i seguenti elementi professionali dedicati a Imprese e Comunità Territoriali :

- a) Joint-venture tra Istituzioni, Strutture e Soggetti pubblici e privati per l'adesione al primo **Registro Mondiale dei Crediti di Sostenibilità Interdisciplinari (ReM-CSI)**.
- b) Progettazione del sistema-pilota locale di **«De-carbonizzazione a corto raggio»** per Imprese e Comunità del Territorio.
- c) Realizzazione del modello-pilota.
- d) Formazione dedicata al Personale (pubblico e/o privato) coinvolto specificatamente.
- e) Progettazione dei sistemi di de-carbonizzazione locali, customizzati per ciascun settore economico.
- f) **Certificazione e deposito presso Registro ReM-CSI dei «Certificati di sostenibilità» espressi in «tCO₂eq» (Tonnellate di CO₂-equivalente)** e direttamente derivati dall'attività di de-carbonizzazione svolta presso i sedimi peritati.

NOTA: I suddetti Certificati sono cedibili a Terzi Acquirenti a prezzi di contrattazione concertati nel libero mercato «volontario» della de-carbonizzazione.

- a) Il lavoro propedeutico alle certificazioni di de-carbonizzazione si svolge attraverso la creazione ex-novo di un sistema di categorizzazione delle c.d. «Buone Pratiche», le quali consentono di generare le c.d. «Addizionalità» (addizionalità = consiste nel differenziale di efficienza ecologica delle azioni messe in atto dal SOGGETTO DE-CARBONIZZATORE), allo scopo di de-carbonizzare, cioè di ridurre le emissioni di gas serra climalteranti grazie, per l'appunto, all'adozione di pratiche «addizionali» volontarie (in inglese «GOOD PRACTICES – G.P.»).

Le suddette Good Practices sono afferenti le seguenti sezioni:

- i. GAP (Good Agricultural Practices concernenti agricoltura).
- ii. GFP (Good Forestry Practices concernenti attività boschiva e di selvicoltura // *N.B. Le GFP escludono la remunerazione dell'accumulo di carbonio operato «naturalmente» dalle piante arboree e arbustive perenni presenti nei sedimi agro-forestali europei. Essi sono già cooptati, e quindi contabilizzati (nell'ambito dell'accordo europeo 20-20-20) dallo Stato Italiano. Pertanto, sono contabilizzabili e cedibili da parte dei Soggetti De-carbonizzatori i soli Crediti di Sostenibilità pertinenti le «addizionalità» praticate volontariamente dal Gestore del bosco / foresta.*
- iii. GTP (Good Territorial Practices concernenti attività infrastrutturale sul territorio).
- iv. GMP (Good Manufacturing Practices concernenti attività manifatturiere).
- v. GEP (Good Energy Practices concernenti energia da fonti rinnovabili).
- vi. GWP (Good Water Practices concernenti attività generanti addizionalità positive nel consumo idrico di cui al Water Footprint aziendale).
- vii. GCP (Good Chemical Practices concernenti attività generanti addizionalità positive nella riduzione dell'utilizzo di sostanze di sintesi chimica).
- viii. GBP (Good Building Practices concernenti attività generanti addizionalità positive nell'ambito edilizio).
- ix. GLP (Good Logistical Practices concernenti attività generanti addizionalità positive nell'ambito della logistica intra- ed extra-aziendale)..

DECARBONIKA /// IL TEAM PER LE TECNICITÀ DELLA DECARBONIZZAZIONE

Istituto di Ricerca
di Dr. Arioli e C. S.a.s.



**D.A.F.E.E.S.
DEPARTMENT**



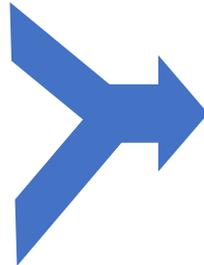
Torino - IT
Dipartimento detentore del know-how di decarbonizzazione.
Soggetto attuatore per protocolli e delle Certificazioni di Parte Seconda dei Crediti di Sostenibilità.
Brokeraggio di programmi e processi di cartolarizzazione finanziaria.
Domiciliazione condivisa del Registro Mondiale dei Crediti di Sostenibilità Interdisciplinari (ReM-CSI).



**Pôle Européen pour
l'Innovation,
la Transition énergétique
et l'Environnement**



Fessenheim - Alsazia – F
PST in liaison con l'Unione Europea e i Fondi di Investimento internazionali / Fundraising.
Validazione dei Protocolli di D.A.F.E.E.S. Department.
Domiciliazione condivisa del Registro Mondiale dei Crediti di Sostenibilità Interdisciplinari (ReM-CSI).



Thiene – IT (Ente C.S.Q.A.) e Novara – IT (Ente E.Q.A.)
Enti di certificazione di Parte Terna per le verifiche, presso i Soggetti produttori di Crediti di Sostenibilità, delle corrette prassi di applicazione di procedure e istruzioni operative relative ai Crediti di Sostenibilità.
Organismi di certificazione della corretta implementazione dei Protocolli di D.A.F.E.E.S. Department.



**AREKA RESEARCH &
DEVELOPMENT L.T.D.**



London (UK) and Budapest (Hungary).
System Integrator in DECARBONIKA® Partnership per la gestione della decarbonizzazione a livello mondiale, compresa l'animazione sul Territorio e le relazioni tra e con Stati Sovrani, Enti Pubblici e Soggetti Privati per progetti di Decarbonizzazione, di Blue & Green & Circular Economy..

BLUE & GREEN ECONOMY /// LE PROGETTUALITÀ DEL SISTEMA DECARBONIKA



DECARBONIKA /// DECARBONIZZAZIONE CERTIFICATA

IL DECALOGO DEI CREDITI DI DECRBONIZZAZIONE (ALIAS CREDITI DI SOSTENIBILITÀ)

Il mercato dei Crediti di Sostenibilità agisce in forma volontaria (Mercato Volontario Non Regolamentato), lasciando alla trattativa privata la concertazione sui parametri di vendita / acquisto.

Tale mercato è caratterizzato in modo singolare, in considerazione delle proprie prerogative riassunte nei seguenti «Dieci Comandamenti della Decarbonizzazione».

- a) Qualsiasi equazione di calcolo deve esprimere i Crediti da Buone Pratiche Addizionali di decarbonizzazione in Tons CO_{2eq} per ogni calcolo a cadenza annuale.
- b) Il calcolo delle Buone Pratiche può essere eseguito solo in presenza di una c.d. «Addizionalità» ottenuta in modo volontario e confrontabile con la c.d. «Baseline» (alias «B.A.U. = Business-as-Usual») che rappresenta la pratica ordinaria. Pertanto, un'Addizionalità esprime il «miglioramento di performance di sostenibilità attraverso Buone Pratiche volontarie».
- c) Il «bilancio del carbonio» di qualsiasi Soggetto (pubblico, privato, consortile, community) si definisce Carbon Footprint, letteralmente «Impronta di Carbonio».
- d) Le Buone Pratiche di riduzione delle emissioni di gas climalteranti, di cattura di CO₂, di stoccaggio di CO₂ prendono il nome di «Carbon SINK», letteralmente «Pozzo (deposito) di carbonio».
- e) Analogamente esiste il «Water Footprint» (abbinabile al Carbon Footprint) su consumi e valorizzazione delle risorse idriche.
- f) I Crediti di Decarbonizzazione, peritati ed espressi in Tons di CO_{2eq}, vengono calcolati a cadenza annuale.
- g) La data di cessazione del valore di ogni Credito di Sostenibilità è fissata al 31 dicembre dell'anno successivo a quello di riferimento. *Esempio*: Crediti di Sostenibilità per Buone Pratiche Addizionali ambientali del 2022 = durata commerciale sino al 31 dicembre 2023 (dopodiché il valore si azzerà).
- h) I Crediti di Sostenibilità, essendo a durata limitata con cessione / acquisto entro la fine dell'anno solare a quello di riferimento per il calcolo, non possono essere utilizzati per aumenti di capitale o per altri utilizzi di transazione finanziaria.
- i) Il Soggetto detentore di Crediti di Sostenibilità, sia in quanto autore di Buone Pratiche Addizionali sia in quanto acquirente, deve verificare per proprio conto l'assenza di «Doppia contabilizzazione»: trattasi di reato nel quale si incorre se si conteggiano i Crediti di Sostenibilità già conteggiati dallo Stato Italiano: ad esempio, nel caso in cui si produca energia da fonte rinnovabile usufruendo di tariffa pubblica agevolata che remunera la cessione dell'energia elettrica prodotta.
- j) Il Credito di Sostenibilità può essere ceduto solamente una volta, da un Soggetto «carbon negative» (disinquinatore) a un Soggetto «carbon positive» (inquinatore).
- k) Il Credito di Sostenibilità può essere utilizzato dai Detentori del Credito stesso in due modi:
 - i. Uso interno al Soggetto «Produttore & Detentore del Credito» = utilizzato per ottenere la neutralizzazione delle proprie emissioni di gas climalteranti in atmosfera (Carbon Footprint), anno per anno.
 - ii. Uso esterno al Soggetto «Produttore & Detentore del Credito» = cessione a Terzi acquirenti allo scopo di decarbonizzare il Carbon Footprint del Compratore, facendogli raggiungere la «neutralità carbonica», anno per anno..

DECARBONIKA /// DECARBONIZZAZIONE CERTIFICATA

MESSA IN SICUREZZA, CHAIN-OF-CUSTODY E TRACCIABILITÀ MEDIANTE BLOCKCHAIN PER DECARBONIZZAZIONE

Il mercato consiste in una piattaforma (creata da D.A.F.E.E.S Department) nella quale vengono scambiati crediti di Sostenibilità, attraverso il **sistema di garanzia, chain-of-custody & tracciabilità in Blockchain**.

La Blockchain di DECARBONIKA cristallizza in modo inalienabile, su supporto digitale, le seguenti operazioni e consistenze;

- A. Il Consorzio D.A.F.E.E.S. – DECARBONIKA funge da Program Operator.
- B. Operazione di memorizzazione digitale di ciascun singolo Token composto da 1 TonCO_{2eq} calcolata e certificata da Auditor / Revisore ed emessa a nome del Soggetto certificato (*N.B. Il Certificatore è un ISPETTORE ACCREDITATO del Sistema del Consorzio D.A.F.E.E.S. - DECARBONIKA®*).

Esempio: Se un Soggetto viene certificato annualmente per addizionalità generanti un'emissione di 100 Crediti di Sostenibilità da 1 Ton CO_{2eq} = emissione di 100 Tokens da 1 Ton CO_{2eq} cadauno.

- a) Ogni singolo Token da 1 Ton CO_{2eq} viene certificato quantitativamente e l'operazione viene cristallizzata in Blockchain (1° step di Blockchain).
- b) Ad ogni singolo Token da 1 Ton CO_{2eq} viene assegnato il nominativo del Proprietario (Soggetto Emittente / Venditore) e l'operazione viene cristallizzata in Blockchain (2° step di Blockchain).
- c) **OPZIONALE ///** Ogni singolo Token da 1 Ton CO_{2eq} viene immagazzinato nel Registro dei Crediti di Sostenibilità (a funzionamento First IN / First OUT)) (Denominazione = Registro Mondiale dei Crediti di Sostenibilità Interdisciplinari - ReM-CSI) e l'operazione viene cristallizzata in Blockchain (3° step di Blockchain).
- d) **OPZIONALE ///** All'atto della vendita, ogni singolo Token da 1 Ton CO_{2eq} viene prelevato dal Registro dei Crediti di Sostenibilità (a funzionamento First IN / First OUT) con conseguente «svuotamento dello scaffale», e l'operazione viene cristallizzata in Blockchain (4° step di Blockchain).
- e) **OPZIONALE ///** All'atto della vendita e in uscita dal Registro dei Crediti di Sostenibilità, ad ogni singolo Token da 1 Ton CO_{2eq} venduto e prelevato dal Registro viene assegnato il nominativo del Nuovo Proprietario (Soggetto Acquirente) e l'operazione viene cristallizzata in Blockchain (5° step di Blockchain).

Crediti di Sostenibilità /// Dalla gestione degli arboreti ai crediti per tutti i settori economici

Ad integrazione di quanto sviluppato nel Codice Forestale del Carbonio per i Carbon Credits delle aree forestali, è possibile ottenere **LA GENERAZIONE DI ANALOGHI «CREDITI DI SOSTENIBILITÀ»** attraverso l'applicazione di buone pratiche di gestione delle attività economiche. Ad esempio in ambito agricolo, per gli arboreti produttivi, si cooptano le GAP specifiche (Good Agricultural Practices) le quali, oltre alla capacità di contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso la riduzione delle emissioni climalteranti e/o l'aumento degli assorbimenti di carbonio, siano in grado di generare una serie di servizi ecosistemici con impatto favorevole su benessere sociale, sulla tutela paesaggistica e su green & blue economy.

Analogamente al caso degli arboreti messi a dimora dall'attività degli Agricoltori, **i CREDITI DI SOSTENIBILITÀ si conferiscono a tutte le attività ADDIZIONALI di qualsiasi settore economico che siano quantificabili sempre e comunque attraverso l'unità di misura «universale» della tCO₂-eq (come per i Crediti di Carbonio).**

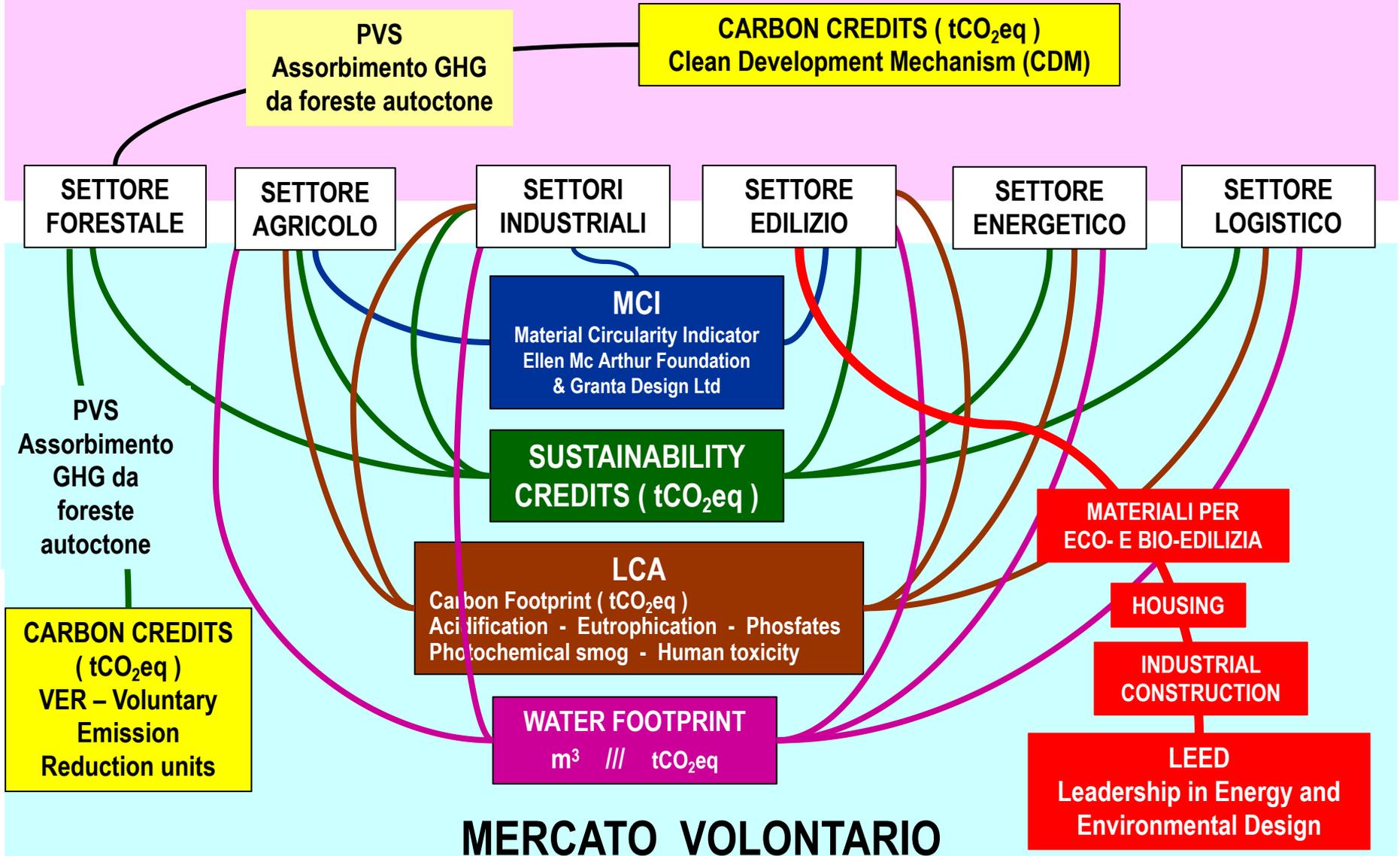
Ciò consente di mantenere la massima trasparenza contabile, al fine di prevenire l'ipotesi di doppio conteggio dei crediti, ovvero il loro utilizzo contemporaneo sia nel mercato istituzionale sia in quello volontario (il che comporterebbe responsabilità amministrative e penali).

Lo standard per la quantificazione e l'attestazione dei crediti di sostenibilità derivanti dalla **Gestione Sostenibile delle attività economiche** punta quindi a stimolare i principali Soggetti coinvolti in ciascun settore specifico a prendere parte al mercato volontario internazionale dei V.E.R. (Voluntary Emission Reduction units), considerando a tal fine il sequestro di carbonio operato da progetti sviluppati ad hoc e le riduzioni di emissioni di GHG (Green House Gases emessi) ottenute mediante le buone pratiche applicate nelle diverse fattispecie: GMP (Good Manufacturing Practices), GTP (Good Territorial Practices di gestione territoriale), GWP (Good Water Practices per water conservation e miglioramento del Water Footprint), GFP (Good Forestry Practices di gestione di foreste, boschi e selve).

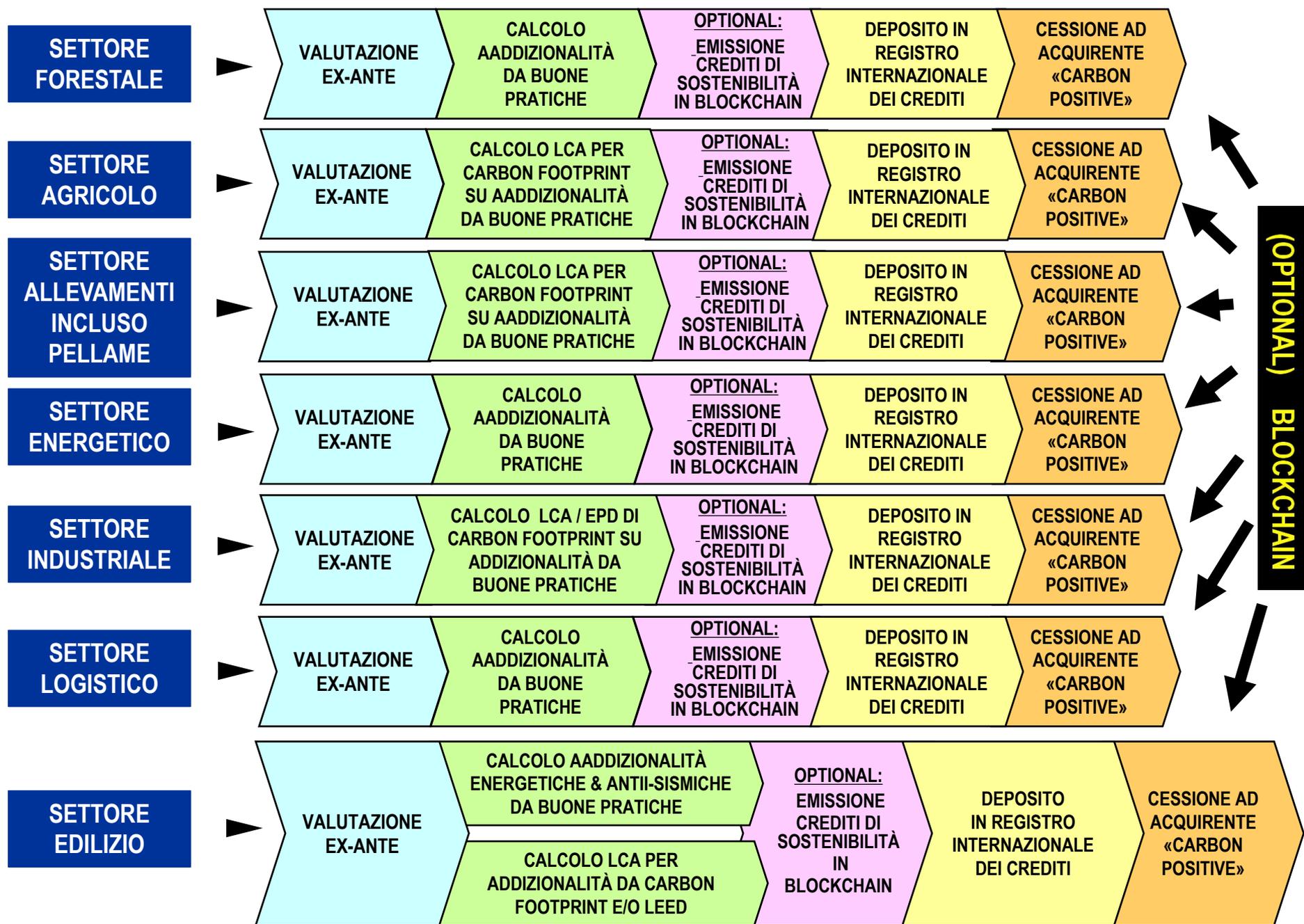
CODESTO PARADIGMA DI APPLICAZIONE DEL CALCOLO DEI CREDITI DI SOSTENIBILITÀ FRUIBILE PER LA MISURAZIONE E LA CERTIFICAZIONE DI QUALSIASI MODALITÀ DI GENERAZIONE DI SEQUESTRO DI CARBONIO CONSENTE, ATTRAVERSO L'EVOLUZIONE DEGLI STANDARDS INTERNAZIONALI PRODOTTI DA DI P.E.F.C. ITALIA (PROGRAMME FOR THE ENDORSEMENT OF FORESTRY CERTIFICATION) LE APPLICAZIONI DIRETTE ALLA DE-CARBONIZZAZIONE DI QUALSIASI SETTORE ECONOMICO.

VIENE RATIFICATA, PERTANTO, LA REDAZIONE EX-NOVO DI SPECIFICI STANDARDS SETTORIALI AD OPERA DI ESPERTI ACCREDITATI PER LE CERTIFICAZIONI PRESSO P.E.F.C. ITALIA E DOTATI, INOLTRE, DI ACCREDITAMENTO PRESSO ORDINI PROFESSIONALI PERTINENTI: AGRONOMI, FORESTALI, INGEGNERI AMBIENTALI, GEOLOGI.

MERCATO OBBLIGATORIO (CER – Certified Emission Reduction units)



PERCORSI DI CERTIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DECARBONIZZAZIONE



DECARBONIKA /// DECARBONIZZAZIONE CERTIFICATA /// PERCORSI DI CERTIFICAZIONE DEI CREDITI DI SOSTENIBILITÀ / CREDITI DI DECARBONIZZAZIONE



Istituto di Ricerca
di Dr. Arioli e C. S.a.s.



Dipartimento Prof. Arioli, PhD
D.A.F.E.E.S. Department

Protocolli DAFEES accreditati
da P.S.T. P.E.P.I.T.E.E. # 1,2,3, n

Certificazioni di conformità per ogni Soggetto
valutato da DAFEES Dept. ► C.S.Q.A. & E.Q.A.

Per Imprese, Enti, Associazioni
con codice ATECO agricolo

Protocolli di calcolo delle addizionalità
compatibili con Linee-Guida per Servizi
Ecosistemici PEFC Italia (Boschi,
Foreste, Arboreti, Arbusteti, Frutteti)

Protocolli di calcolo delle
addizionalità agricole, zootecniche,
agro-energetiche

Tutti i protocolli sono compatibili
con Carbon Farming UE
(attivo a partire da Luglio 2023)

Per Imprese, Enti, Associazioni con
codice ATECO non agricolo

LCA + EPD
Ai sensi norme
ISO 14040-14044-14025

↑
QUALSIASI
SETTORE
ECONOMICO
←

LCA - Ai sensi norme ISO 14040 - 14044

EPD – Environmental Product Declaration
Conforme a ISO 14025 ed EN 15804:2012+A2:2019

Carbon Footprint di Prodotto ISO 14067
Water Footprint ISO 14046

DECARBONIKA /// DECARBONIZZAZIONE CERTIFICATA

PERCORSI DI CALCOLO & CERTIFICAZIONE DEI CREDITI DI SOSTENIBILITÀ /// CREDITI DI DECARBONIZZAZIONE

**Protocolli DAFEES accreditati
da P.S.T. P.E.P.I.T.E.E. # 1,2,3, n**

**Protocolli D.A.F.E.E.S. di calcolo delle
addizionalità per Servizi Ecosistemici (Boschi,
Foreste, Arboreti, Arbusteti, Frutteti)
compatibili con Linee-Guida di PEFC Italia**

Imprese Forestali / Arboricole / Frutticole

**Protocolli D.A.F.E.E.S. di calcolo delle
addizionalità agricole, zootecniche,
agro-energetiche, agro-voltaiche**

Aziende Agricole / Zootecniche

**Tutti i protocolli sono compatibili con il
prossimo Carbon Farming UE
(attivo a partire dal 2024-2025)**

▼ QUALSIASI SETTORE ECONOMICO ▼

LCA & EPD
Ai sensi norme
ISO 14040-14044-14025

LCA - Ai sensi norme ISO 14040 - 14044

**Imprese di qualsiasi settore
per LCA dell'intera FILIERA
INTERNA o ESTERNA**

EPD – Environmental Product Declaration
Conforme a ISO 14025 ed
EN 15804:2012+A2:2019

**Imprese di qualsiasi settore
per LCA / EPD di
SINGOLO PRODOTTO**

Carbon Footprint di Prodotto ISO 14067
Water Footprint ISO 14046

**Imprese di qualsiasi settore
per CARBON FOOTPRINT di
SINGOLO PRODOTTO**



Pôle Européen pour l'Innovation la Transition Energétique et l'Environnement

Fessenheim (F), 13th March 2023

To the kind attention of

Prof. Dr. Alessandro Arioli, PhD
 CEO of D.A.F.E.E.S Department - Turin (Italy) / Prague (Cech Republic)/ Dubai
 CEO of Istituto di Ricerca di Dott. Arioli e C. S.a.s. - Turin (Italy)

Object: Declaration of Conformity and Eligibility of the Format:

«DECARBONIKA» DEDICATED TO CALCULATION AND CERTIFICATION OF SUSTAINABILITY AND CARBON CREDITS FOR THE WORLDWIDE VOLUNTARY MARKET.

DECLARATION OF CONFORMITY AND ELIGIBILITY

To whom it may concern

After a deep control and a multidisciplinary assessment, the undersigned Scientific Technopark P.E.P.I.T.E.E., with head office in Fessenheim (Alsace - France), **FORMALLY DECLARES AND AFFIRMS**

the following conclusions:

1. The so called DECARBONIKA FORMAT, developed for calculation, assessment and certification of Sustainability and Carbon Credits, addressed to Green and Blue Economies and to the Worldwide Voluntary Market, is perfectly fit and eligible for the independent expertise of decarbonization Additionalities and Good Practices of any economical sector.
2. All the formulas, calculations and statement are carefully selected and referred to international standard and to well known scientific references.
3. All the ethical aspects are in conformity with international rules and regulations concerning Gender parity, Data Protection and Privacy Legislation Worldwide.
4. The DECARBONIKA FORMAT is fit and eligible for the application either to Public or to Private sectors, either to Private Enterprises or to no-profit Organizations.

Faithfully,

The President, Prof. Albert Cavalli

STRICTLY CONFIDENTIAL – Document not to be displayed without written consent of PEPITEE



Pôle Européen pour l'Innovation la Transition Energétique et l'Environnement

FLWSHEET OF DECARBONIKA FORMAT

DECARBONIZZAZIONE CERTIFICATA /// FLOWSHEET



STRICTLY CONFIDENTIAL – Document not to be displayed without written consent of PEPITEE

DAFEES Department
Programma DECARBONIKA
Modulistica per Decarbonizzazione
dedicata alle Addizionalità da
Buone Pratiche

FAC-SIMILE DEL CERTIFICATO DI
DECARBONIZZAZIONE

Certificato ad emissione annuale recante il calcolo dell'equivalente quantitativo di CO₂ «non emessa in atmosfera e/o stoccata» ad opera del Soggetto attuatore di Buone Pratiche Addizionali.

L'insieme di codeste attività di decarbonizzazione, ad opera di qualsiasi Soggetto, si definisce «CARBON SINK» e consente la commercializzazione dei relativi Crediti di Sostenibilità sul Mercato Volontario Internazionale Non Regolamentato.



Istituto di Ricerca
di Dr. Arioli e C. S.a.s.



Corso Savona, 4
10024 Moncalieri (To - Italy)
www.istituto-ricerca-arioli.com



Certificato di Decarbonizzazione n° / Rev. 001-23
Crediti di Sostenibilità

Il **Network DECARBONIKA**, Soggetto Valutatore accreditato presso il Pôle Européen Pour l'Innovation, la Transition Énergétique et l'Environnement (Pôle PEPITEE - Fessenheim, F),

CERTIFICA

che il Soggetto
ai sensi dei Protocolli DECARBONIKA di Certificazione dei Crediti di Sostenibilità misurati in termini di riduzione delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera, ha correttamente creato addizionalità derivata da applicazione di Buone Pratiche volontarie, ottenendo il seguente risultato quantitativo annuale di CARBON SINK :

- totale di tCO_{2eq} (tonnellate di CO₂-equivalente);
- nell'ambito dell'attività di
- nel corso dell'anno 200...
- Data di scadenza del Certificato =

Il Soggetto è autorizzato a utilizzare il presente attestato sul Mercato Volontario Non Regolamentato.

Torino, Italy, xx / yy / 202...



D.A.F.E.E.S.
DEPARTMENT

Il Perito Valutatore
Prof. Dr. Alessandro Arioli, PhD



Alessandro Arioli

ULTERIORI BENEFICI AMBIENTALI

È importante sottolineare che l'impiego a fini energetici della biomasse generalmente si accompagna a ulteriori benefici ambientali connessi principalmente alla realizzazione di filiere produttive che estendono i loro effetti positivi sia sui comparti di provenienza della materia prima che sulle componenti ambientali ad essi correlate. Per rendersi conto di ciò basti pensare ad esempio a quanto già detto per le biomasse da colture dedicate; queste favoriscono da un lato lo sviluppo del comparto agricolo, rinforzando l'economia delle zone rurali, e dall'altro la presenza di benefici ambientali che si manifestano principalmente su i suoli o sulle falde acquifere. In relazione ad essi, un aspetto molto importante è quello legato alla possibilità di ridurre il loro livello di inquinamento grazie soprattutto al fatto che le biomasse energetiche, a differenza di quelle alimentari, richiedono per la loro crescita un apporto minore di fertilizzanti e diserbanti ovvero di prodotti chimici che comunque producono un impatto e quindi un danno a livello ambientale. Lo sviluppo di colture dedicate in territori privi di vegetazione, oltre a favorire un generale miglioramento della qualità paesaggistica, contribuisce poi, per effetto delle azioni di copertura e di trattenimento del terreno da parte degli apparati radicali, anche alla conservazione del suolo e alla riduzione dei fenomeni di erosione superficiale prodotti tipicamente dagli agenti atmosferici.

Per quanto riguarda poi la biomassa forestale, per attuare un proficuo sfruttamento energetico di questa risorsa è necessario predisporre un apposito piano di gestione del bosco che sia in grado di garantire comunque le principali funzioni di questo ecosistema; tra cui ad esempio quella di regolazione del regime idrico del terreno sottostante per la prevenzione dei rischi idrogeologici. Le operazioni di esbosco, quali il diradamento delle fustaie o il taglio delle formazioni boschive a ceduo, attuate nell'ambito di un programma che prevede lo sfruttamento energetico del legname, possono inoltre contribuire alla riduzione del rischio di eventi dannosi per l'ecosistema forestale quali ad esempio gli incendi boschivi o le infestazioni di insetti.

Gli interventi selvicolturali devono però essere regolati da piani di assestamento forestali, redatti da tecnici competenti, con lo scopo di ottenere una produzione legnosa regolare e continua del tempo, senza compromettere l'evoluzione e rinnovazione del bosco.

ULTERIORI BENEFICI AMBIENTALI

Ci sono poi i prodotti della digestione anaerobica; il loro sfruttamento rappresenta un'opportunità di rilievo non solo perché orientata all'ottenimento di una fonte energetica rinnovabile (il biogas) ma, più in generale, perché volta a garantire la corretta gestione agronomica dei liquami zootecnici. È sufficiente pensare che l'impatto ambientale, generato dallo spandimento dei reflui provenienti dagli allevamenti zootecnici intensivi, negli anni si è accentuato in relazione alla maggiore concentrazione degli allevamenti e al modificato uso del suolo. Il processo di digestione anaerobica favorisce invece la stabilizzazione dei liquami grazie alla mineralizzazione della sostanza organica, alla riduzione della carica patogena, alla riduzione delle sostanze fitotossiche nonché all'abbattimento degli odori.

Inoltre, da un punto di vista più in generale, questa trasformazione biochimica, determina un miglioramento delle proprietà fertilizzanti del materiale digerito grazie alla riduzione del rapporto C/N e alla maggior presenza di azoto ammoniacale prontamente disponibile per la nutrizione delle piante. La sostituzione dei liquami tal quali con fanghi humificati prodotti in digestione anaerobica per la concimazione dei terreni ne migliora la fertilità nonché la stabilità; inoltre il processo anaerobico riduce, rispetto ai sistemi di tipo aerobico convenzionali, la superficie di suolo sfruttata per il trattamento e l'eliminazione dei reflui.

Oltre a tutto ciò la captazione del biogas e la sua utilizzazione a fini energetici consente di ridurre le emissioni in atmosfera di metano (CH_4) che, come noto, ha un'incidenza sull'effetto serra 21 volte superiore a quello dell'anidride carbonica: premesso che vengano minimizzate le perdite in metano nella fase di stoccaggio (ad es. dotando di copertura la vasca di accumulo), la riduzione è stata stimata in oltre il 50%, rispetto alle emissioni che si originano da una gestione convenzionale dei liquami (stoccaggio senza copertura e spandimento agronomico).

**LIVING LAB «NATIBLEI»
LE AZIONI DI DECARBONIZZAZIONE**

**LA VALORIZZAZIONE DELLE BOMASSE NEL
CONTESTO SICILIANO E IBLEO**

DIGESTIONE ANAEROBICA E COGENERAZIONE

Con il termine cogenerazione si intende la produzione contemporanea di energia elettrica e calore. I sistemi di cogenerazione variano in funzione della potenza erogata e del combustibile impiegato. Nella cogenerazione ipotizzata per le aziende zootecniche vengono solitamente impiegati motori a scoppio e la trasmissione del calore attraverso acqua calda. In questi impianti l'energia meccanica del motore viene convertita in energia elettrica e i fumi servono per la produzione di calore da utilizzare per riscaldare le stalle nei periodi invernali.

Il biogas necessario per il funzionamento del cogeneratore avviene in un digestore anaerobico mantenuto ad una temperatura di 40°C grazie al calore prodotto dalla combustione. Il gas prodotto dal digestore viene immagazzinato in un gasometro dal quale viene poi convogliato all'impianto di cogenerazione. I profitti dell'impianto di cogenerazione sono notevoli e tra questi si vuole sottolineare l'indipendenza energetica dell'azienda zootecnica. La potenza dei motori per la cogenerazione in commercio varia da 21 kWe a 150 kWe con un prezzo che va dai 20.000 ai 70.000 euro. L'impatto ambientale dell'utilizzo di gas metano risulta decisamente positivo, anche rispetto ad altre energie rinnovabili, grazie ad un drastico abbattimento delle emissioni di gas climalteranti ed inquinanti e grazie alla riduzione del carico inquinante degli scarti. Le emissioni di CO₂ variano in maniera significativa in base alla fonte energetica considerata.

Alle emissioni di CO₂eq da cogenerazione con biogas da letame è associato il valore più basso, pari a 3.992 kg/TJ, seguito dalla legna gassificata, ma già con un valore molto più alto: 28.800 kg/TJ. Come è noto, però, le emissioni di CO₂ derivanti dalla combustione del legno, piuttosto che di altre biomasse vegetali, sono pari al quantitativo di CO₂ assorbito durante la loro crescita.

DIGESTIONE ANAEROBICA E COGENERAZIONE

Analogo discorso vale per il biogas: esso deriva, infatti, da escrementi che, in ultima analisi, possono essere considerati come il risultato della trasformazione di parte della biomassa vegetale ingerita dagli animali d'allevamento per nutrirsi. Tali emissioni, nel computo generale, sono documentate nelle statistiche come emissioni evitate.

La limitazione dello sviluppo di questa tecnologia dipende essenzialmente dalle caratteristiche della azienda agricola in questione e sostanzialmente il dato che è maggiormente limitante è la possibilità di raccogliere il liquame. La dimensione dell'azienda è fortemente limitante in quanto bisogna garantire la portata di biogas al cogeneratore.

Si considerano pertanto per lo studio le aziende che prevedono il ricovero degli animali in stalla e che abbiano una dimensione minima di 100 capi bovini. Si escludono dallo studio tutte le aziende con meno di 100 capi.

Dalla letteratura si evince che 100 capi bovini producono 170 m³/giorno di biogas e che 100 suini ne producono 20. Si escludono dallo studio i pollai data l'esigua quantità di biogas prodotta da ogni singolo animale.

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

DATI MEDI DI PRODUZIONE BIOGAS - ENERGIA ELETTRICA / TERMICA

	Unità di Misura	Produzione Biogas (m3 / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Elettrica (Kwh / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Termica (Kwh / tonnellata tal quale)
DEIEZIONI ANIMALI				
Letame bovino (fresco)	1t	80	172	189
Letame equino (fresco)	1t	70	151	166
Letame ovino (fresco)	1t	100	215	237
Letame pollame (fresco)	1t	55	118	130
Letame pollame (solido)	1t	110	237	260
Letame suino (fresco)	1t	70	151	166
Liquame bovino	1t	25	54	59
Liquame pollame	1t	70	151	166
Liquame suino	1t	15	32	35
Pollina	1 mc	225	484	532
Deiezioni di coniglio	1t	100	215	237

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

DATI MEDI DI PRODUZIONE BIOGAS - ENERGIA ELETTRICA / TERMICA

	Unità di Misura	Produzione Biogas (m3 / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Elettrica (Kwh / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Termica (Kwh / tonnellata tal quale)
BIOMASSE AGRICOLE				
Insilato di sorgo	1t	150	323	355
Insilato di erba	1t	157	338	371
Insilato d'erba, 1o taglio, mezza fioritura	1t	170	366	402
Insilato di frumento	1t	160	344	378
Insilato di mais, ammontare alto di grani	1t	200	430	473
Insilato di mais, ammontare medio di grani	1t	155	333	367
Paglia d'avena	1t	260	559	615
Paglia di colza	1t	180	387	426
Paglia di frumento (0.2-0.5 mm)	1t	270	581	639
Paglia di frumento (3 cm)	1t	170	366	402
Paglia di Mais	1t	310	667	733
Paglia di segale (0.2-0.5 mm)	1t	300	645	710
Paglia di segale (3 cm)	1t	200	430	473
Paglia d'orzo	1t	310	667	733
Fieno, inizio fioritura	1t	400	860	946
Trifoglio	1t	90	194	213
Stocchi di mais	1t	110	237	260
Barbabetola da zucchero intera	1t	145	312	343
Barbabetola da zucchero in pezzi	1t	95	204	225
Cavolo	1t	60	129	142
Patate, medio contenuto di amido	1t	150	323	355
Semi oleosi	1t	710	1.527	1.679

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

DATI MEDI DI PRODUZIONE BIOGAS - ENERGIA ELETTRICA / TERMICA

	Unità di Misura	Produzione Biogas (m ³ / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Elettrica (Kwh / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Termica (Kwh / tonnellata tal quale)
FOGLIAME				
Foglie barbabietola pulite	1t	60	129	142
Foglie di ippocastano	1t	240	516	568
Foglie di melo	1t	320	688	757
Foglie di salice	1t	460	989	1.088
Foglie di tiglio	1t	460	989	1.088
Foglie miste	1t	280	602	662

TRASFORMAZIONE PRODOTTI AGRICOLI				
Amido di mais	1t	585	1.258	1.384
Glicerina grezza	1t	840	1.806	1.987
Melassa	1t	340	731	804
Macinato da estrazione colza (2% Olio)	1t	450	968	1.064
Pannello di colza, pressato a freddo, 15% grasso	1t	580	1.247	1.372

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

DATI MEDI DI PRODUZIONE BIOGAS - ENERGIA ELETTRICA / TERMICA

	Unità di Misura	Produzione Biogas (m ³ / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Elettrica (Kwh / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Termica (Kwh / tonnellata tal quale)
SCARTI AGRO-ALIMENTARI				
Scarti alimentari misti	1t	120	258	284
Scarti di biscotteria	1t	730	1.570	1.726
Scarti di birra	1t	70	151	166
Scarti di cereali (da mulino con paglia)	1t	120	258	284
Scarti di frumento	1t	15	32	35
Scarti di gastronomia	1t	60	129	142
Scarti di leguminose	1t	90	194	213
Scarti di melassa	1t	35	75	83
Scarti di mele	1t	15	32	35
Scarti di patate	1t	125	269	296
Scarti grezzi da pelatura patate	1t	65	140	154
Scarti di panetteria	1t	650	1.398	1.537
Scarti di formaggio	1t	670	1.441	1.585
Scarti di verdure	1t	50	108	118
Buccette e semi di pomodoro	1t	120	258	284
Sansa di olive denocciolata	1t	200	430	473
Siero di latte	1t	30	65	71
Trebbie di birra	1t	130	280	307
Tritume misto di frutta	1t	130	280	307
Tritume misto di mele	1t	95	204	225
Vinacce senza graspo	1t	95	204	225

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

DATI MEDI DI PRODUZIONE BIOGAS - ENERGIA ELETTRICA / TERMICA

	Unità di Misura	Produzione Biogas (m3 / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Elettrica (Kwh / tonnellata tal quale)	Produzione Energia Termica (Kwh / tonnellata tal quale)
SCARTI DA MACELLAZIONE				
Contenuto di ruminante	1t	45	97	106
Contenuto di stomaco/intestino	1t	55	118	130
Intestini non trattati	1t	90	194	213
Intestini trattati	1t	215	462	508
Grasso animale	1t	750	1.613	1.774
Scarti misti di porzionatura (escluso grasso)	1t	55	118	130
Scarti misti di macellazione	1t	100	215	237
SCARTI SOGGETTI AD AUTORIZZAZIONE				
Potature - Sfalci	1t	60	129	142
Frazione Organica Rifiuti Solidi Urbani (FORSU)	1t	70	151	166
Scarti misto (foglie, erba, cibo)	1t	60	129	142
Pane vecchio	1t	480	1.032	1.135
Olio vegetale usato	1t	740	1.591	1.750
Fanghi di depurazione (Sost. Secca 10%)	1t	50	108	118

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

SICILIA /// PRODUTTIVITÀ ANNUA DI BIOMASSA SU BASE PROVINCIALE

Province	Paglie	Potature alberi da frutto	Sarmenti	Frasche di olivo	Totale Potature	Legno da conifere	Legno da latifoglie	Totale legno forestale	Totale biomassa legnosa
	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno	ton s.s./anno
Trapani	128.720	306	128.508	26.250	155.064	2.153	6.301	8.453	163.517
Palermo	304.640	8.537	33.020	28.588	70.145	57.921	18.868	76.789	146.934
Messina	6.828	25.681	3.298	43.903	72.881	149.522	4.819	154.341	227.222
Agrigento	154.882	32.976	54.862	32.144	119.982	9.610	20.470	30.081	150.063
Caltanissetta	183.052	17.129	20.904	10.863	48.895	31.530	1.100	32.630	81.525
Enna	213.040	26.118	1.050	20.325	47.493	44.404	3.428	47.832	95.325
Catania	125.900	12.712	16.312	16.888	45.911	44.550	10.454	55.003	100.914
Ragusa	84.680	14.058	8.522	8.063	30.643	1.066	9.944	11.011	41.654
Siracusa	70.238	16.967	3.912	13.875	34.754	13.160	2.364	15.524	50.278
Totale	1.271.981	154.483	270.388	200.897	625.768	353.916	77.748	431.664	1.057.432

I FLUSSI DELL'ENERGIA DA BIOMASSE PER IL CONTESTO IBLEO

Bilancio energetico

Valori indicativi, variabili in relazione alle condizioni ambientali e di utilizzo.

Il passaggio dalla consistenza in UBA (capi adulti bovini) alla produzione di reflui è stato effettuato sulla base dei seguenti coefficienti forniti da APA:

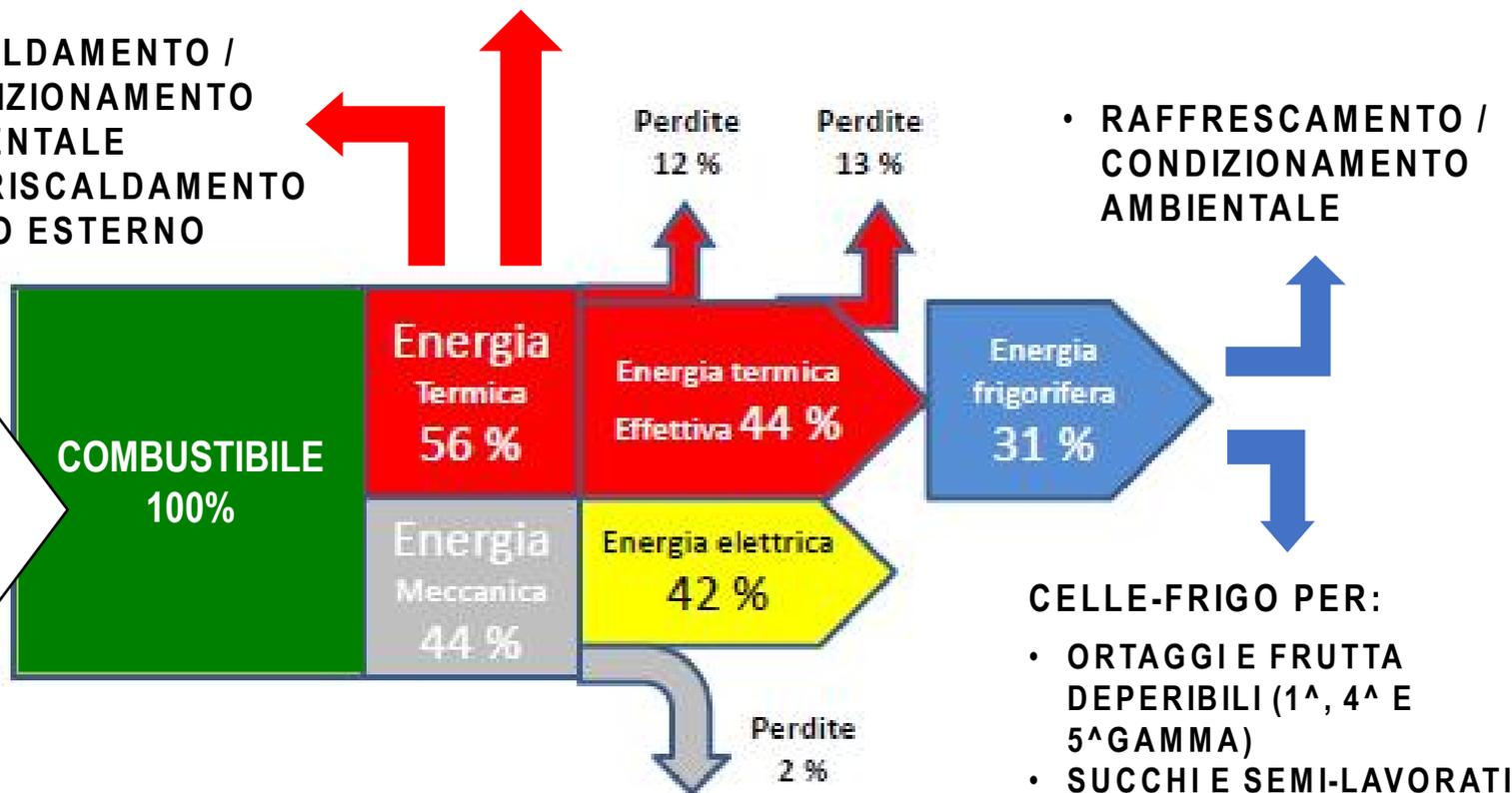
- Resa Liquame (80 litri/UBA x giorno) = **29,2 t/anno** x UBA
- Resa Letame (20 volte il pv capo di 600 kg / 1 UBA) = **12,0 t/anno** x UBA
- Resa Colaticcio (10 volte il pv capo di 600 kg / 1 UBA) = **6,0 t/anno** x UBA

- **ESSICCAZIONE FRUTTA IN GUSCIO**
- **DISIDRATAZIONE ORTAGGI E FRUTTA**
- **DISIDRATAZIONE BIOMASSA**

- **RISCALDAMENTO / CONDIZIONAMENTO AMBIENTALE**
- **TELERISCALDAMENTO VERSO ESTERNO**

- **RAFFRESCAMENTO / CONDIZIONAMENTO AMBIENTALE**

- **BIOGAS DA BIOMASSA UMIDA**
- **FLUIDI TERMICI DA BIOMASSA SECCA**
- **FLUIDI TERMICI DA SISTEMI WASTE-TO-ENERGY**



LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Disponibilità massima di paglie di cereali nelle province siciliane

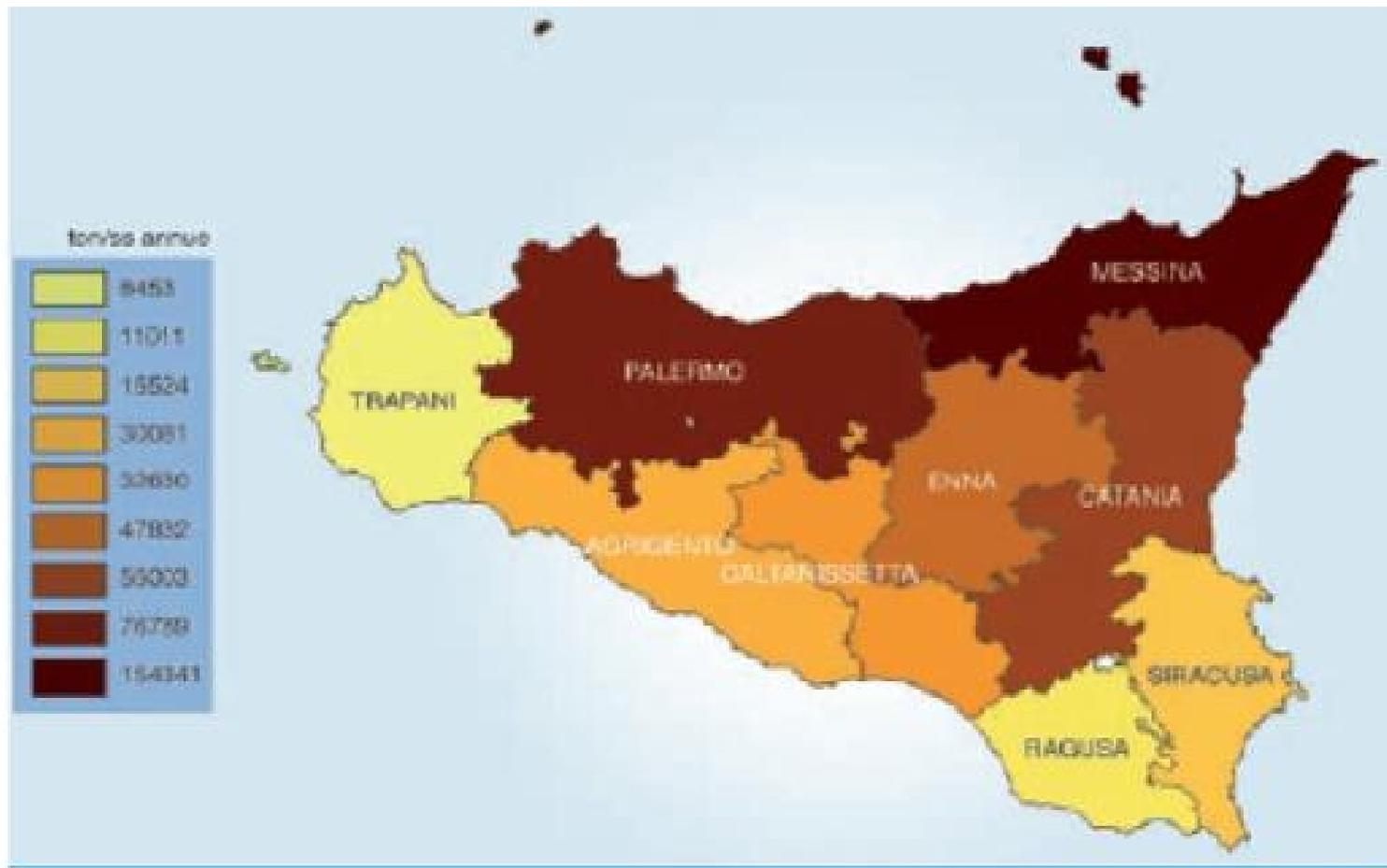


LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Disponibilità massima di paglie di patate di sarmenti di vite, olivo e agrumi nelle province siciliane

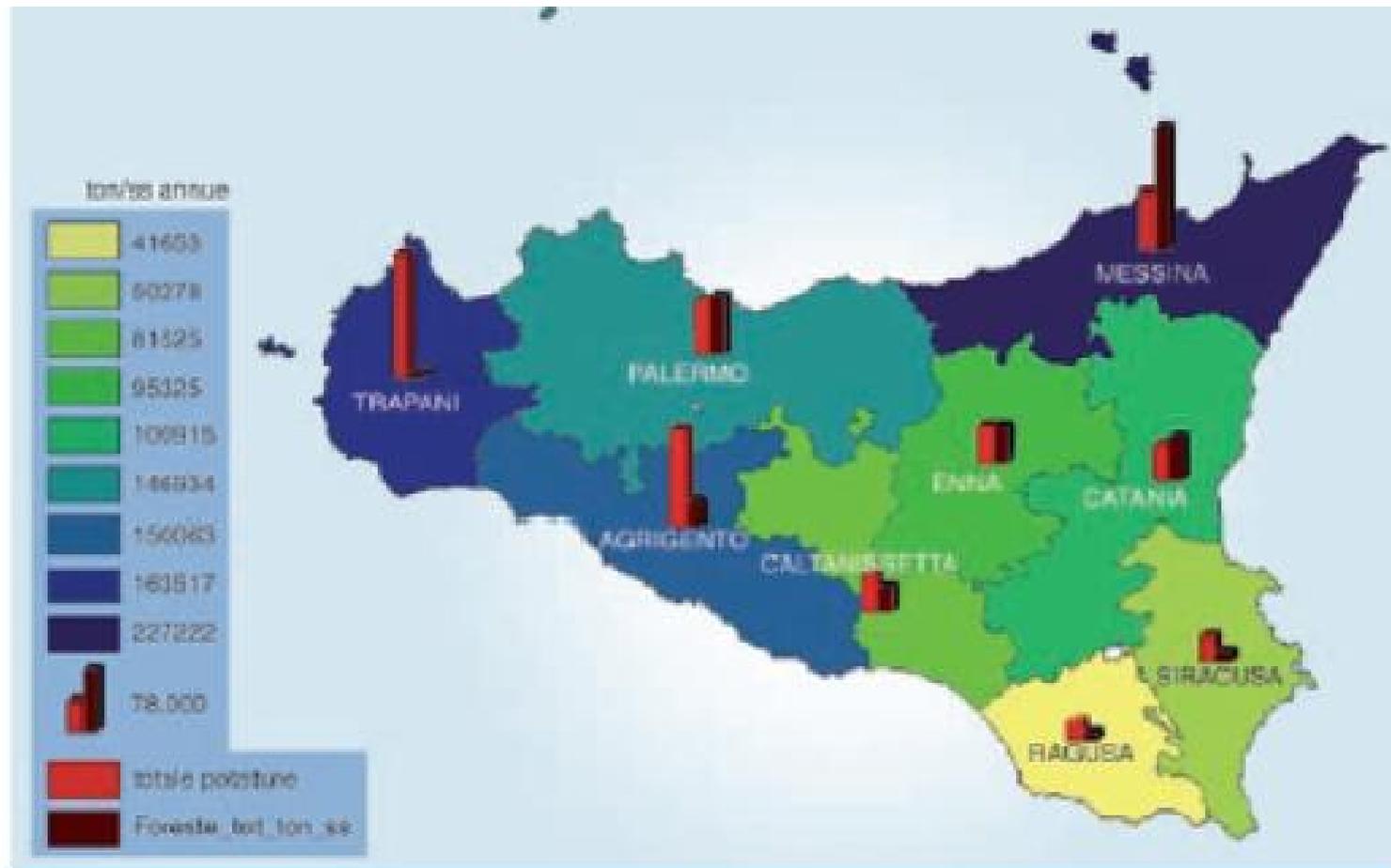


Disponibilità di legno forestale nelle Province siciliane

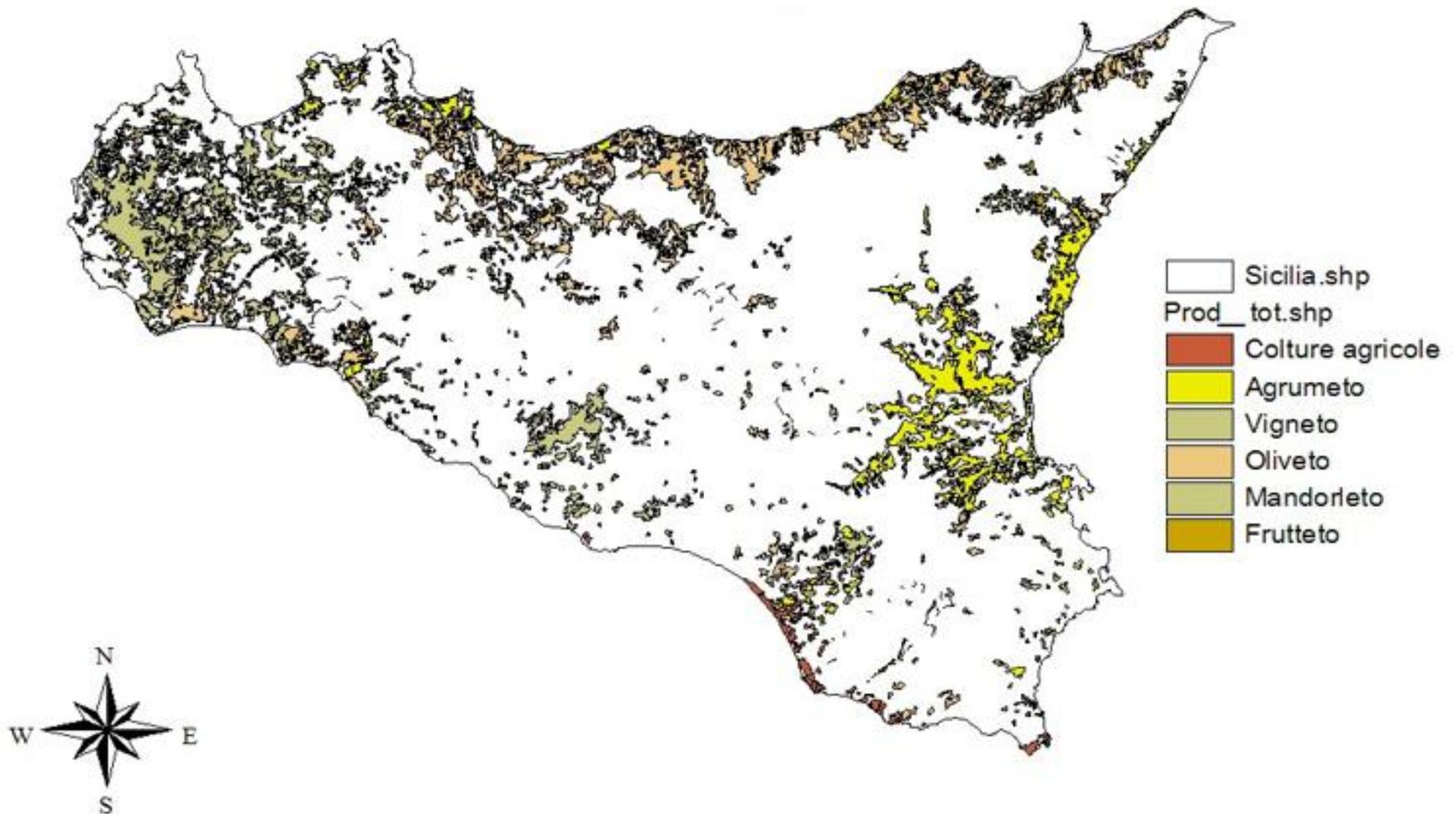


LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Disponibilità massima complessiva di biomassa legnosa (potatura più legno forestale) nelle province siciliane



Mappatura GIS sui potenziali tecnici provinciali con le rispettive aree di produzione in Sicilia

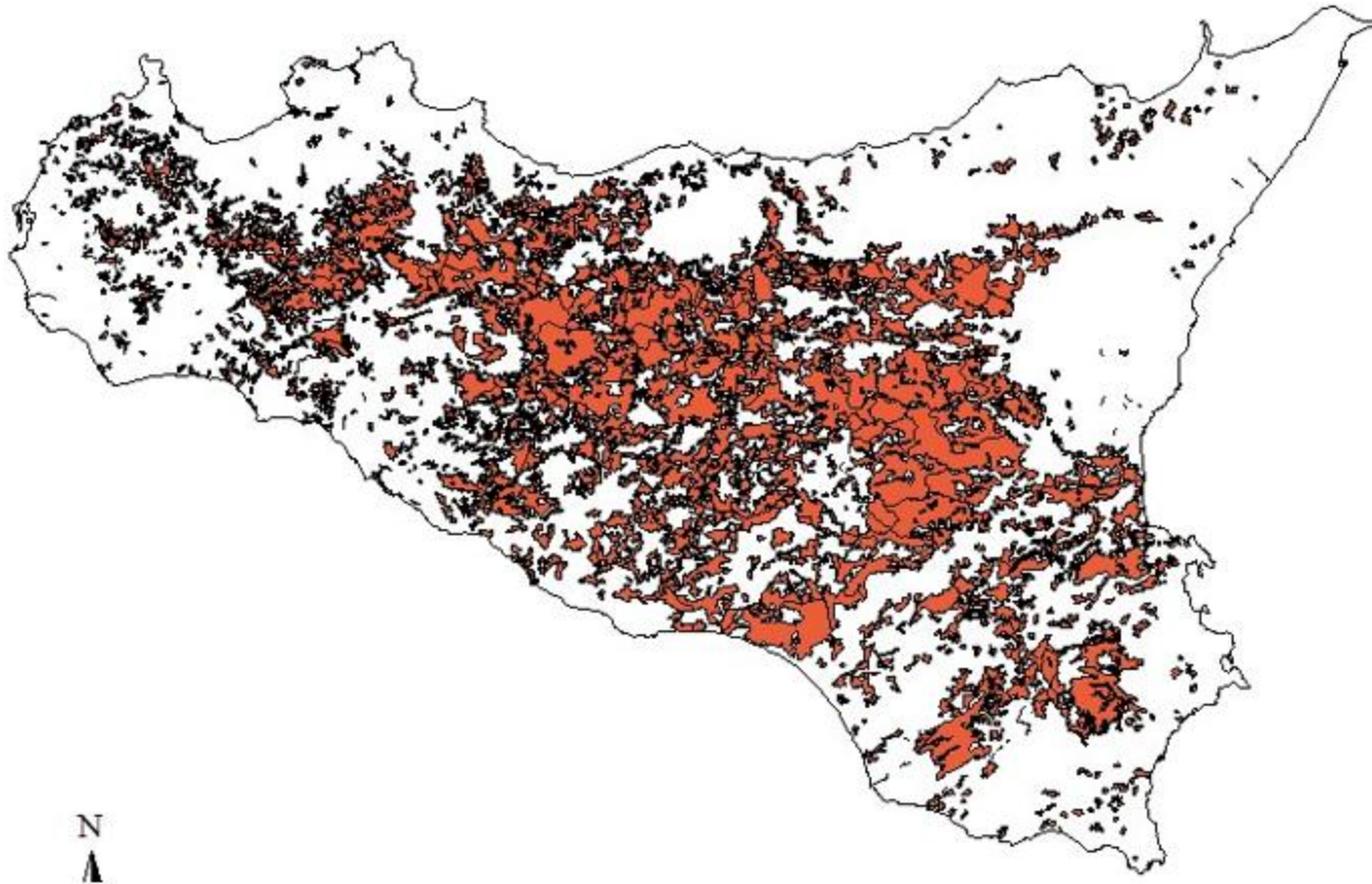


QUADRO RIEPILOGATIVO RESIDUI AGRICOLI IN SICILIA

	<u>Superficie</u>	<u>Produttività</u>	<u>Prodotto</u>	<u>Sanse</u>	<u>Energia Primaria</u>
	[ha]	[t/ha]	[t/a]	[t/a]	[tep]
<u>Colture in serra</u>	10.139	20	202.794		77.061
<u>Agrumeto</u>	126.726	1,8	228.106		86.680
<u>Vigneto</u>	144.125	2,5	360.313		136.918
<u>Oliveto</u>	168.727	1,9	320.582	224.407	121.821
<u>Mandorleto</u>	4.489	2	8.978		3.052
<u>Frutteto</u>	5.552	1,8	9.995		3.398
<u>Paglia</u>	392.110	3	1.117.330		

**Mappatura GIS sui potenziali tecnici provinciali con le
rispettive aree di produzione in Sicilia**

DISTRIBUZIONE AREE COLTIVATE A FRUMENTO



LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Potenziali tecnici dei residui agricoli nelle tre Province dell'areale Ibleo

L'**area iblea** ricade all'interno di tre province: Siracusa, Catania e Ragusa.

Il territorio ibleo è delimitato a Est dalla costa bagnata dal Mar Ionio.

Questo limite costiero si estende dalla Piana di Catania (a Nord) all'Isola delle Correnti (a Sud)

CATANIA	Superficie	Produttività	Prodotto	Sansa
	[ha]	[t/ha]	[t/a]	[t]
<i>Colture in serra</i>	0	20	0	
<i>Agrumeto</i>	59.038	1,8	106.269	
<i>Vigneto</i>	7.753	2,5	19.383	
<i>Oliveto</i>	4.635	1,9	8.807	6.605
<i>Mandorleto</i>	223	2	446	
<i>Frutteto</i>	3.461	1,8	6.230	

SIRACUSA	Superficie	Produttività	Prodotto	Sansa
	[ha]	[t/ha]	[t/a]	[t]
<i>Colture in serra</i>	1.455	20	29.118	
<i>Agrumeto</i>	23.449	1,8	42.208	
<i>Vigneto</i>	256	2,5	641	
<i>Oliveto</i>	3.401	1,9	6.462	4.846
<i>Mandorleto</i>	445	2	891	
<i>Frutteto</i>	70	1,8	126	

RAGUSA	Superficie	Produttività	Prodotto	Sansa
	[ha]	[t/ha]	[t/a]	[t]
<i>Colture in serra</i>	7.380	20	147.610	
<i>Agrumeto</i>	5.367	1,8	9.662	
<i>Vigneto</i>	1.875	2,5	4.688	
<i>Oliveto</i>	3.767	1,9	7.158	5.369
<i>Mandorleto</i>	0	2	0	
<i>Frutteto</i>	303	1,8	545	

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Quantità disponibili di biomasse e di energia nelle Province siciliane

††

	<u>Superficie</u> [ha]	<u>Produttività</u> [t/ha]	<u>Prodotto annuo</u> [ton/a]	<u>Energia</u> <u>Primaria</u> [tep]
<i>Trapani</i>	2.180	0,37	806	306
<i>Agrigento</i>	1.468	0,37	543	206
<i>Caltanissetta</i>	3.870	0,37	1.431	543
<i>Catania</i>	13.835	0,37	5.119	1.945
<i>Enna</i>	12.859	0,37	4.757	1.808
<i>Messina</i>	14.935	0,37	5.526	2.044
<i>Palermo</i>	8.400	0,37	3.108	1.181
<i>Ragusa</i>	2.908	0,37	1.076	408
<i>Siracusa</i>	3.110	0,37	1.150	437

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Correlazione tra liquami animali, prodotti energetici ed energia prodotta

F

<u>Origine Materiale Fecale</u>	<u>Abitanti Equivalenti</u>	<u>Biogas m³/d × 1000 capi</u>	<u>kJ/d combustibile</u>	<u>kW elettrici (40% rend.)</u>
<i>Uomo</i>	1,00	63	1.575.000	7,00
<i>Bovini</i>	16,40	1.033	25.830.000	120,00
<i>Avicoli</i>	0,01	1	22.050	0,10
<i>Ovini</i>	2,45	154	3.858.750	18,00
<i>Suini</i>	3,00	189	4.725.000	22,00

LIVING LAB SMART LAND IBLEI /// CARATTERIZZAZIONE DELLE BIOMASSE FRUIBILI NELLO SCENARIO SICILIANO E IBLEO

Densità energetica teorica derivante dalla zootecnia in Sicilia

	Capi	GJ/anno	%
<i>Bovini</i>	307.876	2.902.639,53	10,8
<i>Suini</i>	41.649	71.828,91	1,5
<i>Ovini</i>	708.182	997.434,51	24,7
<i>Avicoli</i>	1.678.455	13.508,62	58,7
<i>Caprini</i>	122.150	172.041,40	4,3
<i>Totale</i>	2.858.312	4.157.452,98	100,0

ESEMPIO TERRITORIALE :

**LA BIODIGESTIONE ANAEROBICA PER
LA VALORIZZAZIONE ENERGETICA E
AGRONOMICA DEI RESIDUI / REFLUI DI
MACELLAZIONE DEL FROGOMACELLO
DI PALAZZOLO ACREIDE (SI) INTEGRATI
DA LIQUAMI ZOOTECNICI**

BILANCIO ECONOMICO IMPIANTO A SOLI LIQUAMI E RESIDUI DI MACELLAZIONE // Impianto da 63 kW Frigomacello di Palazzolo Acreide (Si) - Elettricità e Calore //

DATI TECNICI NOMINALI

TIPOLOGIA IMPIANTO: MICRO 63 KW IN ACCIAIO

POTENZA ELETTRICA NOMINALE	63 kW
Autoconsumi elettrici (DM23giu2016)	11 %
POTENZA TERMICA NOMINALE	85 kW
Autoconsumi termici medi	73,087 kcal/h 50 %
PARAMETRI ENERGETICI:	
ORE di FUNZIONAMENTO ANNUE*	8.000 ore/anno
Energia elettrica prodotta	504.000 kWh
Energia elettrica autoconsumata	55.440 kWh
Energia elettrica vendibile con incentivo	298.560 kWh
Energia elettrica autoconsumata in azienda	150.000 kWh
Energia termica prodotta	680.000 kWh
Energia termica autoconsumata	340.000 kWh <small>584.694,75 kcal</small>
	340.000 kWh <small>292.347,37 kcal</small>
Energia termica disponibile	340.000 kWh
	340.000 kWh <small>292.347,37 kcal</small>

INVESTIMENTO:		
IMPIANTO BIOGAS MICRO 63kW	475.000	€
COMPONENTI ACCESSORI (pretrattamenti, separazione)	240.000	€
<i>Opere di complemento non incluse nella fornitura:</i>		
- Opere civili (vasche, platee, strutture)	190.000	€
- Realizzazione platea di base impianto	33.000	€
- Collegamenti elettrico al POD (100mt)	12.500	€
- Impianto recupero termico base (100mt)	10.000	€
- Opere elettriche Enel come da TICA	3.500	€
- Collegamento acqua e internet	1.000	€
TOT	965.000	€

FINANZIAMENTO:**		
Tipo di finanziamento		Da definire
Anticipo finanziamento		---
- quota [%]		
Rimborso capitale (medio)		---
- durata	anni	
Interessi passivi (medi)		---
- tasso		
TOT		---

COSTI di GESTIONE:		
1°Biomassa:	(non previste)	---
- quantità	---	ton.
- costo	---	€/ton.
2°Biomassa:	(non previste)	---
- quantità	---	ton.
- costo	---	€/ton.
Manutenzione prev, consumabili, manitraggio***		15.000
Manodopera per gestione ordinaria	(non necessaria)	---

***come descritto nel contratto di Manutenzione.

INCENTIVAZIONE E MERCATO:

Alimentazione impianto	Liquami zootecnici
Tipologia impianto (ex DM23giugno2016)	Sottoprodotti
Potenza impianto	63 kW
Tariffa Onnicomprensiva GSE ¹	0,233 €/kWh
Coefficiente di autoconsumo Termico (sul calore netto)	35%

Tariffa definita sulla base dello stato attuale delle normative riguardanti l'incentivo.

VANTAGGI ECONOMICI:

Vendita energia elettrica		69.564	€
- incentivo	0,233 €/kWh		
- quantità	298.560 kWh		
Autoconsumo energia elettrica	in azienda	45.000	€
- prezzo rif. ARERA	0,30 €/kWh		
- quantità non incent.	150.000 kWh		
Risparmio smaltimento scarti animali		80.000	€
- valore	80,00 €/ton		
- quantità	1.000 ton/anno		
Risparmio energia termica		17.850	€
- valore (GPL)	0,15 €/kWh		
TOT	119.000 kWh	212.414	€

PRESTAZIONE ECONOMICA in SINTESI:

Bilancio semplice:	Risultato (al netto dei costi)	
- media annuale	166.369	€
- in 20 anni	3.327.373	€
Rendimento:	Tempo di ritorno invest.	TIR
	--- (equity) 4,7 anni	--- (equity) 21 %
	(costi)	(costi)

Costo reale energia elett. prodotta dall'impianto: 0,139 €/kWh

****I risultati presenti sono raggiungibili (e superabili) grazie ad un impianto alimentato correttamente e mantenuto in efficienza. Non costituiscono impegno del produttore ma il rendimento può essere assicurato.

* il valore a pieno regime e raggiungibile (e superabile) grazie ad un impianto alimentato correttamente e mantenuto in efficienza. La tecnologia micro dimostra di poter produrre anche per più di 8.500 ore/ta.

Business Plan – Dettagli /// Impianto da 63 kW_e

Frigomacello di Palazzolo Acreide (Si) ///

Durata dell'incentive = 20 anni

anno	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
VANTAGGI ECONOMICI																					
Vendita energia elettrica		69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564	69.564
Autoconsumo in azienda		45.000	45.450	45.905	46.364	46.827	47.295	47.768	48.246	48.729	49.216	49.708	50.205	50.707	51.214	51.726	52.244	52.766	53.294	53.827	54.365
Risparmio gestione scarti macellazione		80.000	80.800	81.608	82.424	83.245	84.071	84.902	85.731	86.569	87.415	88.270	89.133	90.004	90.884	91.772	92.668	93.572	94.484	95.402	96.329
Risparmio energia termica		17.850	18.207	18.571	18.943	19.321	19.708	20.102	20.504	20.914	21.332	21.759	22.194	22.638	23.091	23.553	24.024	24.504	24.994	25.494	26.004
SUB TOTALE		212.414	214.021	215.648	217.295	218.961	220.649	222.356	224.085	225.836	227.608	229.401	231.217	233.056	234.917	236.801	238.709	240.641	242.597	244.577	246.582
COSTI GESTIONE																					
Biomassa coltivata/acquistata																					
Mantenimento prev. consumabili, monitoraggio***		0	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000
Manodopera per gestione ordinaria																					
SUB TOTALE		0	-15.000																		

MARGINE LORDO	212.414	199.021	200.648	202.295	203.961	205.649	207.356	209.085	210.836	212.608	214.401	216.217	218.056	219.917	221.801	223.709	225.641	227.597	229.577	231.582
----------------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

ONERI FINANZIAMENTO

Oneri finanziari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oneri gestione	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB TOTALE	0																			

MARGINE NETTO 212.414 199.021 200.648 202.295 203.961 205.649 207.356 209.085 210.836 212.608 214.401 216.217 218.056 219.917 221.801 223.709 225.641 227.597 229.577 231.582

RISULTATO CUMULATIVO -965.000 -752.586 -553.564 -352.916 -150.621 53.340 258.989 466.345 675.431 886.266 1.098.874 1.313.275 1.529.492 1.747.548 1.967.465 2.189.267 2.412.976 2.638.617 2.866.214 3.095.791 3.327.373[^]

RENDIMENTO	Risultato semplice	Media annuale	TIR	Tempo di ritorno	ROI	ROE
	€ 3.327.373	€ 166.369	21 %	4,7 anni	345%	345%

Equivalenza fotovoltaico²



359 kWp

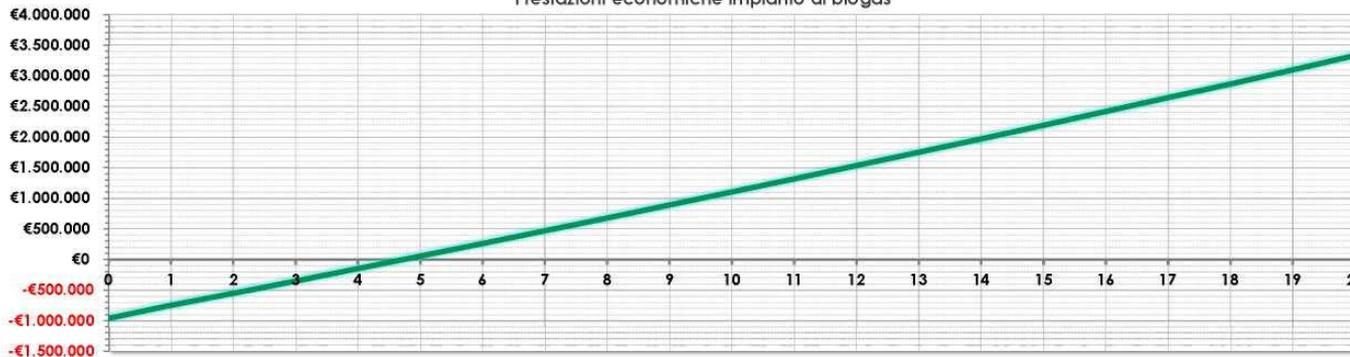
²Potenza necessaria per produrre la stessa quantità di energia con pannelli FV.

Risparmio potenziale di Gasolio³

17.200 litri

³ Supponendo il recupero del 50% dell'energia termica in surplus.

Prestazioni economiche impianto di biogas



— Rendita in 20 anni

**RAZIONE DI ALIMENTAZIONE DEL BIODIGESTORE /// Impianto da 63 kWe
Frigomacello di Palazzolo Acreide (Si) ///**

TABELLA CALCOLO RAZIONE BIOGAS			
MATERIALE	QUANTITÀ (q.li/d)	kW PRODOTTI (kW/qle/giorno)	kW TOTALI
LETAME EQUINO		0,90	0,0
LETAME OVINO		0,74	0,0
LETAME BOVINO		0,58	0,0
LIQUAME BOVINO	140	0,23	31,9
LIQUAME SUINO vacuum		0,13	0,0
LIQUAME SUINO grigl.		0,09	0,0
LETAME SUINO		0,49	0,0
POLLINA (umida)		0,80	0,0
POLLINA (secca)		1,63	0,0
LETTIERA BROILERS		1,50	0,0
SCARTO DI MACELLAZIONE	30	1,05	31,5
SIERO DI LATTE		0,25	0,0
PAGLIA IN PELLETTA		2,43	0,0
GRANELLA DI MAIS		4,17	0,0
INSILATO MAIS		1,52	0,0
INSILATO SORGO		1,24	0,0
INSILATO LOIETTO		1,08	0,0
INSILATO DI MEDICA		1,09	0,0
INSILATO DI FIENO		2,24	0,0
FIENO LOIETTO		2,82	0,0
FIENO MEDICA		2,64	0,0
PASTONE		3,00	0,0
TOTALE	170,0	---	63,4

Sostanza secca [%]
45
35
25
9,5
4,5
3,5
18
32
68
50
30
5,5
90
85
33
31
30
32
68
88
88
60
13,1



AZIONE CLLD «LIVING LAB» (ec M. 1.3.2.POR FESR SICILIA 2014/2020)
COMUNE DI CANICATTINI /// CAPOFILA COMUNI AREA RURALE LEADER DEL GAL «NATIBLEI»
LINEE-GUIDA PER PROPOSTE PROGETTUALI INTEGRATE E INNOVATIVE DEDICATE AL
SUPPORTO E ALLO SVILUPPO DEL TERRITORIO LOCALE IN AMBITO RURALE

L'autore resta a disposizione per qualsiasi approfondimento ulteriore. Grazie per l'attenzione.

Alessandro Arioli

Prof. Dr. Alessandro Arioli, PhD

e-mail: istariol.mail@gmail.com

Tel.: +39 3668627554