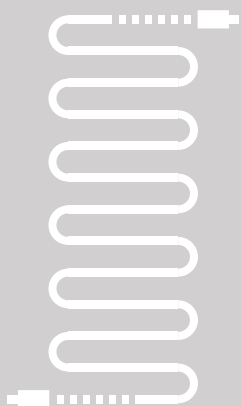
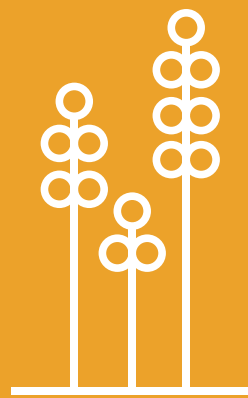
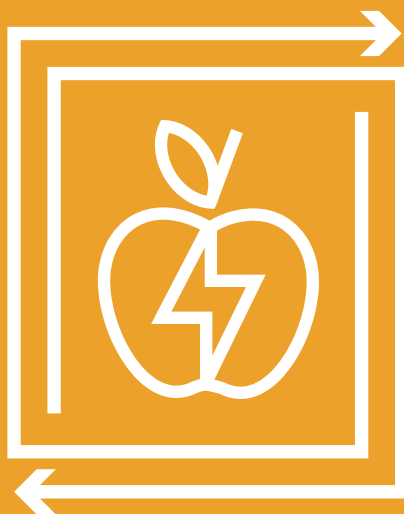


# BIOENERGIE E TRATTAMENTO LOCALE DELLA FORSU

in un'ottica di economia circolare



xxxxxx



## FORUM

Frazione Organica Rifiuti Urbani Smart Management





**POR Calabria**  
**2014-2020**

Fesr-Fse

*il futuro è un lavoro quotidiano*



UNIONE EUROPEA  
FONDI STRUTTURALI E D'INVESTIMENTO EUROPEI



REPUBBLICA  
ITALIANA



REGIONE  
CALABRIA



A CURA DI

Werdera srl:

**C. Gasparini, F. Coppi**

CNR-IIA:

**F. Petracchini, V. Paolini,**

**M. Torre, M. Segreto**

Progetto grafico, infografiche  
ed impaginazione:

**G. Ghergo - Heap Design**

[www.heapdesign.it](http://www.heapdesign.it)

Stampato nel Giugno 2018

# BIOENERGIE E TRATTAMENTO LOCALE DELLA FORSU

in un'ottica di economia circolare





# INDICE

## **Gli elementi fondamentali di un'Economia Circolare**

### **Le Bioenergie**

#### **Le Biomasse**

Biomasse solide

Bioliquidi

Biogas

### **La Digestione anaerobica ed il biogas**

### **Parliamo di FORSU**

### **Perché valorizzare la FORSU?**

### **Come funziona l'impianto Forum**

### **Bioenergie e biogas, rispondono gli esperti!**

Bioenergie

Biogas



## **Gli Elementi fondamentali di un'Economia Circolare**

La perdita di materiali preziosi è una costante delle nostre economie. Utilizzare le risorse in modo più efficiente e garantire la continuità di tale efficienza non solo è possibile, ma può apportare importanti benefici economici.

Dopo lo sviluppo sostenibile e la green economy, al centro delle politiche ambientali ed economiche europee entra l'economia circolare, un modello che si fonda sulla sostenibilità del sistema, in cui NON esistono prodotti di scarto perché le materie vengono costantemente riutilizzate: un sistema opposto a quello definito "lineare", che parte dalla materia prima e arriva al rifiuto.

Elementi fondamentali di una "Economia circolare" sono:

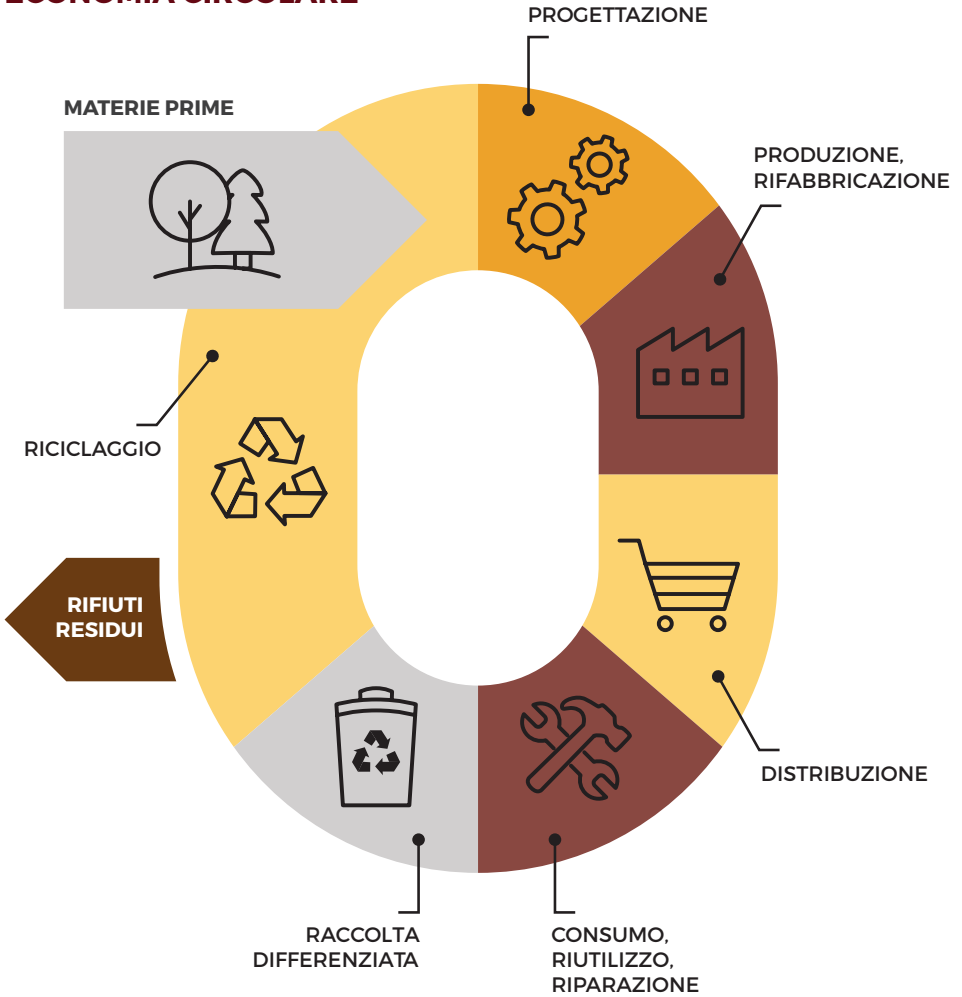
- Energie rinnovabili
- Riduzione dei consumi di materie prime
- Minimo impatto ambientale di processi e prodotti
- Gestione sostenibile delle risorse idriche e dei territori
- Riduzione, riutilizzo, riciclo e recupero dei rifiuti



## ECONOMIA LINEARE



## ECONOMIA CIRCOLARE





## Le Bioenergie

La bioenergia è una fonte energetica fondamentale nell'economia circolare. La bioenergia infatti è una fonte rinnovabile, continua e programmabile, che si basa su una pluralità di materie prime (biomasse residuali e/o da colture dedicate) e sulla disponibilità di tecnologie mature e affidabili.

Le bioenergie sono in grado di soddisfare i diversi settori della domanda energetica:

### **CALORE PER USI CIVILI E INDUSTRIALI:**

prevalentemente da biomasse solide;

### **ELETTRICITÀ:**

da biomasse solide, biogas e bioliquidi

### **BIOCARBURANTI PER TRASPORTI:**

LIQUIDI: biodiesel, etanolo/ETBE da colture dedicate o da residui

GASSOSI: biometano da biomasse fermentescibili.





Pertanto, per bioenergie si intendono tutti quei processi che producono energia (elettrica, termica o una combinazione di queste due) partendo da:

- FORSU (frazione organica dei rifiuti urbani);
- Biomasse solide (biomasse ad elevato contenuto ligno-cellulosico);
- Bioliquidi (combustibili liquidi per scopi energetici diversi dal trasporto prodotti a partire dalle biomasse);
- Biogas (gas originato da fermentazione anaerobica di materiale organico).

Gli impianti alimentati con bioenergie installati in Italia alla fine del 2016 sono 2.735, con un aumento pari a +3,3% rispetto all'anno precedente. I più numerosi sono gli impianti a biogas. In termini di potenza, dei 4.124 MW totali, il 40,5% viene alimentato con biomasse solide, il 34,5% con biogas e il restante 25% con bioliquidi.

Assicurare nel tempo la sicurezza di approvvigionamento, le quantità, la qualità e il costo delle biomasse per alimentare un impianto e/o sostenere gli obiettivi nazionali e regionali è un aspetto prioritario di ogni serio piano di sviluppo del settore.

Inoltre, è fondamentale che tutto ciò sia perseguito avendo a riferimento la sostenibilità ambientale, sociale ed economica, assicurando la protezione del territorio e della biodiversità, valutando con attenzione gli aspetti legati alla salute.

## Ma qual è il punto di vista da seguire?

Chiaramente occorre cercare un punto di incontro tra l'offerta delle biorisorse disponibili e l'insieme delle tecnologie praticabili, interrogandosi sia sull'efficacia dei processi, sia sull'approccio da intraprendere per raggiungere gli obiettivi.

Se parliamo di sostenibilità in agricoltura, secondo una definizione, accettata in sede OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), possiamo affermare che un'attività agricola per essere definita sostenibile deve possedere simultaneamente tre diversi requisiti:

1. **Garantire la conservazione degli equilibri ambientali** in modo da consentire la produttività per un periodo di tempo indefinito, ossia non deve condurre al consumo di materiali ed energie non rinnovabili. Questo requisito (la sostenibilità delle risorse) è quello universalmente più noto, spesso confuso con lo stesso concetto di sostenibilità;

2. **Garantire sicurezza agli operatori e condizioni igienico-sanitarie di assoluta tranquillità per i consumatori**

(sostenibilità della salute): un principio talora dimenticato, o per lo meno non associato con il concetto di sostenibilità;

### 3. Garantire produzioni economicamente convenienti,

ossia un reddito agli operatori (sostenibilità economica).

Quest'ultimo requisito è quello più frequentemente dimenticato o talora aggirato, mediante sostegni economici agli operatori o, peggio, frodi nei confronti dei consumatori.

Il biogas può dare un notevole contributo a ridurre le emissioni dell'agricoltura, ossia a "decarbonizzarla", e a migliorare la qualità e la fertilità del suolo.

## Le Biomasse

Le biomasse, secondo la normativa attuale, includono 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 (D.lgs. 28/2011).

Si tratta di una gamma vastissima di materiali, sia materie prime che residui e sottoprodotti dati dalla lavorazione di materie prime biologiche che hanno ognuna diverse caratteristiche, fisiche ed energetiche. Questo comporta che ci siano numerosi impianti per rispondere alle diverse tipologie di biomasse, onde sfruttare al meglio le differenti proprietà di ciascuna per produrre energia termica, energia elettrica o una combinazione di entrambe.

**Alcune di queste biomasse, come il legno, l'olio o il grasso animale, sono state utilizzate fin dagli albori dell'umanità per produrre luce, calore ed energia.**

Nel corso degli ultimi anni questi processi sono andati sempre più migliorandosi per rendere il più possibile efficiente l'utilizzo delle biomasse e al tempo stesso andando in direzione di una sempre maggiore sostenibilità ambientale.

## Biomasse solide

---

Tra i combustibili più conosciuti, generalmente utilizzati nelle caldaie e nei sistemi a combustione, ci sono le biomasse ad elevato contenuto ligno-cellulosico. Gli impianti che le sfruttano vanno dalle stufe a legna o a pellet che si trovano nelle case, a piccoli impianti che sfruttano processi di pirogassificazione del legno, fino alle grandi centrali termoelettriche alimentate a cippato.

Diversi i vantaggi nell'uso di questa risorsa che offre l'opportunità di valorizzare prodotti, come gli scarti di origine forestale e vegetale, altrimenti considerati rifiuti.

A questo si aggiunge il costo evitato di smaltimento (privato o pubblico), il contributo alla produzione di energia pulita e alla lotta ai cambiamenti climatici e il miglioramento delle condizioni di inquinamento atmosferico locale.

Fondamentale per la sostenibilità dell'impianto è però che il bilancio delle emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> equivalenti (ossia non solo di CO<sub>2</sub> ma anche di altri gas a effetto serra, quali ad esempio metano o protossido di azoto) sia effettivamente ridotto rispetto all'utilizzo di un combustibile fossile.

Questo è possibile grazie al fatto che la quantità di anidride carbonica liberata nell'intero processo - dal reperimento della biomassa alla combustione - può essere bilanciata da quella assimilata dalla pianta durante la crescita.

Naturalmente vanno adottate le migliori tecnologie disponibili dotando gli impianti di opportuni sistemi di abbattimento per ridurre le emissioni in atmosfera.

Un altro criterio fondamentale di sostenibilità è la corretta progettazione, a partire dalle dimensioni dell'impianto che devono essere proporzionate alla quantità di biomassa disponibile in un raggio massimo di 30-50 km dall'ubicazione dell'impianto.

## **Bioliquidi**

---

I bioliquidi sono i combustibili liquidi per scopi energetici diversi dal trasporto, compresi l'elettricità, il riscaldamento ed il raffreddamento, prodotti a partire dalla biomassa.

Possono essere costituiti da diversi oli vegetali grezzi o raffinati e da oli estratti dalla spremitura di colture oleaginose: ad esempio olio di colza, di palma o di girasole. Esiste anche la possibilità di usare grassi animali.

I bioliquidi, normalmente, vengono utilizzati all'interno di cogeneratori per produrre energia elettrica e termica. Le taglie degli impianti che utilizzano questo tipo di combustibile vanno da pochi kW a decine di MW.

## Biogas

---

In natura la decomposizione di sostanze organiche, attraverso fenomeni di fermentazione microbica, porta alla produzione di gas che si liberano nell'atmosfera. Ne è un esempio la cellulosa dei vegetali che, nelle paludi (fuori dal contatto dell'aria), si decompone in anidride carbonica e metano. La produzione di biogas sfrutta lo stesso principio che avviene in natura, ma in modo controllato e con minori emissioni.

Questa avviene in grandi reattori chiusi, chiamati digestori, in assenza di ossigeno ed a temperatura costante. Il processo prevede la progressiva decomposizione del materiale organico introdotto nel digestore da parte di diversi tipi di batteri con la conseguente produzione di anidride carbonica, metano e piccole quantità di altri composti (acqua, acido solfidrico, ammoniaca, ecc).

Attualmente in Italia il biogas viene ottenuto a partire da:

- Biomasse agricole (colture insilate di primo raccolto, per esempio il mais);
- Effluenti zootecnici;
- Colture intercalari coltivate prima o dopo una coltura destinata all'alimentazione umana o animale;
- Colture pluriennali, soprattutto su terreni marginali in fase di abbandono;
- Residui delle coltivazioni erbacee;

- Scarti agroindustriali (soprattutto residui della lavorazione e trasformazione industriale di uva, olive, agrumi e pomodoro);
- Residui delle industrie della macellazione delle carni e della lavorazione del latte;
- Frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) ossia la parte biodegradabile degli scarti, ad esempio quelli alimentari, quelli di cucina o mercati ortofrutticoli. La FORSU, eventualmente, può essere miscelata allo sfalcio erboso e al fogliame raccolti nei giardini e nei parchi pubblici;
- Acque reflue o fanghi di depurazione, prodotti del processo di depurazione civile o industriale;
- Fermentazione anaerobica dei rifiuti stoccati nelle discariche controllate di rifiuti urbani.

Nel caso del biogas da biomasse agricole, agroindustriali e da FORSU, non tutta la biomassa introdotta nel processo si trasforma in gas: resta un'ampia frazione semiliquida, detta digestato, ricca di azoto e di altri elementi, che può essere riutilizzato in agricoltura come concime e ammendante (per il dettaglio dell'applicazione del digestato in agricoltura si veda il *Decreto Interministeriale n. 5046 del 25 Febbraio 2016 recante "Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento e delle acque reflue nonché per la produzione e l'utilizzazione agronomica del digestato"*).



Grazie al suo ottimo potere calorifico derivante dall'alto contenuto in metano, il biogas viene normalmente valorizzato nella cogenerazione di elettricità e calore. Meno comunemente lo si può usare attraverso una combustione diretta che può essere attuata in caldaia (produzione di solo calore) o in motori accoppiati a generatori (produzione di sola elettricità).

**L'Italia, dopo la Germania,  
è il secondo produttore  
europeo di biogas.**



## Digestione anaerobica e biogas

La digestione anaerobica è un processo biochimico, costituito da diverse fasi successive, mediante il quale la sostanza organica viene decomposta e trasformata in una miscela di gas (metano, CO<sub>2</sub> e tracce di altre componenti) che prende il nome di biogas. Tale processo microbiologico è già esistente in natura ed è molto antico dal punto di vista evolutivo.

Oggi l'innovazione e la ricerca biotecnologica ne hanno esteso la flessibilità e l'affidabilità. Di fatto, con le opportune tecnologie, è possibile recuperare metano da ogni scarto organico (effluenti zootecnici, sottoprodotti agro-industriali, frazione organica dei rifiuti solidi urbani).

Due aspetti legati a questo processo sono sicuramente rilevanti;

1. La digestione anaerobica, può essere **il cuore di un ciclo ecosostenibile che si integra nel territorio**, con riduzione delle emissioni in atmosfera, valorizzazione energetica (biometano, energia elettrica, energia termica) e fertilizzazione dei terreni;
2. **Esistono potenzialità e sviluppi innovativi ancora da esplorare** (chimica verde, bioraffinerie, biocarburanti).

Sicuramente è interessante valutare l'uso della Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani (FORSU) per la produzione di biogas poiché:

- Nel 2014 la raccolta differenziata (RD) in Italia ha raggiunto una percentuale del 45,2% dei rifiuti urbani complessivamente raccolti (29,66 Mtonn/anno) e ammontava a 5,72Mt, con una crescita del 9,5% rispetto al 2013;
- La RD di umido e scarto verde è pari a quasi il 43% di tutta la RD nazionale e si stima che nel 2014 siano state raccolte quasi 3,66 milioni di tonnellate di FORSU, pari a 60,2 kg per abitante, e 2,06 milioni di tonnellate di scarto verde, pari a 33,9 kg per abitante;
- La principale destinazione di questo materiale era la produzione di compost (252 impianti in funzione nel 2014 sul territorio nazionale), seguita dalla produzione di biogas (46 impianti, con una capacità nominale di trattamento di 2 milioni di tonn/anno di materiale in ingresso), con successiva trasformazione in compost del materiale residuo.

(Fonte: CIC, Dati Annuali Sintetici 2015)

Il compostaggio e la digestione anaerobica non sono due processi alternativi e contrapposti, ma si tratta piuttosto di due tecnologie complementari. Infatti, il residuo solido della digestione anaerobica ("digestato") possiede ancora nutrienti per il terreno e generalmente viene compostato.

In Italia, in base al rapporto ISPRA 2017 sui rifiuti, il trattamento biologico della frazione organica nel 2016 era così suddiviso: 59,4% solo compostaggio; 4,3% solo digestione anaerobica; digestione anaerobica seguita dal compostaggio 36,3%.



**16 Milioni**  
di tonnellate di rifiuti urbani

raccolti  
in Italia  
nel  
2016



**6,5 Mln solo di FORSU**

in un anno  
un cittadino italiano  
medio produce

**107,6 kg  
di FORSU**



in un anno  
un cittadino calabrese  
medio produce

**54,8 kg  
di FORSU**

## Parliamo di FORSU

La frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) è costituita dall'umido raccolto con la raccolta differenziata (RD) e dal verde urbano. Si tratta di una biomassa utilizzabile per la produzione di biogas tramite digestione anaerobica. La sua composizione, in termini di rapporto carbonio/azoto e potenziale di biometanazione, consente di trattarlo all'interno dei digestori anaerobici anche senza l'aggiunta di altri substrati.

Nel 2016, in Italia sono state raccolte poco più di sei milioni e mezzo di tonnellate di FORSU: si tratta quindi di una componente importante del totale dei rifiuti urbani, se si pensa che il totale dei rifiuti raccolti con RD nello stesso anno non supera i 16 milioni.

Si calcola che in media un cittadino Italiano produca 107,6 kg all'anno di FORSU. Nel Sud Italia, questo quantitativo pro-capite è più basso (77,3 kg/anno) ma comunque anche in questa macro-area la FORSU contribuisce per un milione e seicentomila tonnellate al totale di tre milioni e mezzo di tonnellate dei rifiuti da RD.

Per quanto riguarda la Calabria, nel 2016 sono state prodotte poco più di **centomila tonnellate** di FORSU (per l'esattezza, 107620). Si calcola infatti che ogni cittadino calabrese produca in media 54,8 kg di FORSU (fonte dati: Rapporto rifiuti ISPRA 2017).

La FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani) può essere considerata una risorsa preziosa sotto differenti punti di vista. In primo luogo, è possibile ottenere energia tramite la digestione anaerobica. Inoltre, la FORSU possiede nutrienti adatti a migliorare la qualità del terreno, perché contiene azoto, fosforo, potassio e microelementi utili.

Per poter essere utilizzati come ammendanti nel terreno, occorre prima sottoporre il materiale ad un processo detto compostaggio: si tratta di un processo biologico, spontaneo e condotto senza fornire calore (come la digestione anaerobica), in cui alcuni microorganismi degradano la sostanza organica. Il compostaggio avviene in presenza di ossigeno: per questo motivo si dice che è un processo "aerobico". Al contrario, la digestione anaerobica avviene in assenza di ossigeno e proprio per questa ragione è detta "anaerobica".




## Perché valorizzare la FORSU?

Per evitare il trasporto in impianti dislocati a decine di chilometri dai luoghi di raccolta, se non addirittura in altre Regioni, con le relative conseguenze sull'ambiente (si pensi ad i camion alimentati a gasolio che percorrono tutti i giorni le strade calabresi) bisogna ripensare al trattamento dei rifiuti su scala locale, specialmente della frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU).

**Il cosiddetto “umido di casa” può e deve essere considerato una risorsa, nell’ottica di economia circolare, che preveda recupero, riutilizzo e riciclo delle materie prime.**

Una lavorazione locale della FORSU permetterebbe importanti vantaggi a livello ambientale, la possibilità di “chiudere i cicli” restituendo alla terra i suoi frutti sotto forma di nutrimento, ed utilizzando il potenziale energetico di ciò che oggi viene considerato un rifiuto.

La dislocazione di piccoli impianti per il trattamento della FORSU con produzione di biogas e compost può essere una soluzione vantaggiosa per i piccoli comuni della Calabria (78% del totale), costretti ad impegnare cifre importanti del proprio budget per il trasferimento e lo smaltimento della frazione organica dei rifiuti.







## Come funziona l'impianto Forum

Il progetto Forum prevede l'installazione di un sistema innovativo: a differenza degli altri sistemi attualmente in uso, questo prevede un approccio integrato, ovvero la FORSU in ingresso al digestore attraverso processi di natura anaerobica ed aerobica verrà trasformata rispettivamente in biogas e compost utilizzando la stessa linea di produzione.

La tecnologia proposta prevede quindi in dettaglio:

- **un sistema integrato di produzione di biogas e compost** utilizzando la consolidata tecnologia della digestione anaerobica e del compostaggio aerobico;
- **il trattamento completo dei reflui liquidi (percolato) e solidi (digestato)**, con produzione di fertilizzante sotto forma di ammendante compostato misto (ACM).

**Forum permette di minimizzare gli scarti e il rifiuto in uscita dall'impianto** costituito in gran parte dal digestato (il prodotto solido della digestione anaerobica). Quest'ultimo infatti subisce un processo aerobico e diventa compost. Il compost prodotto dall'impianto, raffinato e stoccato in un'area apposita in cui avviene il processo di post-maturazione risulterà inoltre idoneo alla commercializzazione.



# Bioenergie e biogas, rispondono gli esperti!

## **La combustione di biocombustibili solidi può essere fonte di emissioni inquinanti in atmosfera?**

Premettendo che il carico di inquinanti varia molto in base alla tecnologia utilizzata, ad esempio una vecchia stufa è molto più inquinante di una moderna caldaia a pellet o a cippato, in generale, ogni volta che vengono analizzate le emissioni di un combustibile è opportuno effettuare il confronto con le emissioni causate dal combustibile fossile/tradizionale sostituito.

## **Le bioenergie occupano più suolo di altre fonti rinnovabili e quindi sono meno sostenibili!**

È importante distinguere tra impianti a biomassa che usano raccolti e colture dedicate come coltivazioni legnose (silvicoltura) o agricole (miscanto, sorgo, canna, cardo) ed impianti a biomassa che usano biomasse residuali e/o di scarto (tagli boschivi, prodotti della lavorazione del legno, reflui zootecnici). Questi ultimi rispetto ai primi presentano un consumo di suolo nettamente minore: meno di 10 km<sup>2</sup> per unità di energia finale prodotta in un anno e misurata in MTep contro i 2000÷3000 km<sup>2</sup> richiesti dai primi. Il consumo di suolo richiesto risulta minore anche nel confronto con gli impianti eolici on-shore (circa 300 km<sup>2</sup> per MTep prodotto) e gli impianti fotovoltaici non integrati in edilizia (circa 45 km<sup>2</sup> per MTep prodotto).

Da queste considerazioni risulta sempre più evidente l'importanza di produrre bioenergia da materiali di scarto, sottoprodotti e/o reflui zootecnici, senza ricorrere a colture dedicate.

Inoltre le biomasse necessarie per alimentare un impianto a differenza di solare ed eolico, possono essere stoccate e funzionare quindi in continuo per tutto l'anno (questo corrisponde ad un aumento del numero di ore equivalenti dell'impianto).

## **Mais e altre colture che andrebbero destinate a cibo e foraggi vengono invece utilizzate per produrre direttamente biogas ed energia!**

In Italia, la superficie agricola utilizzata (SAU) per colture dedicate alla produzione di biogas rappresenta circa il 3% della SAU nazionale e i terreni abbandonati sono in costante aumento. Inoltre gli attuali decreti che regolano la produzione di biogas e biometano premiano principalmente i piccoli impianti alimentati con sottoprodotti e/o reflui zootecnici.

### **La produzione di biogas è fonte di emissioni inquinanti e di sviluppo di batteri patogeni?**

Il processo fondamentale per produrre biogas è la digestione anaerobica che avviene in ambiente chiuso e quindi senza emissioni (a differenza di quanto avviene in natura). Quanto ai batteri, il processo di digestione anaerobica è in grado di abbattere il contenuto della maggior parte dei batteri nocivi per l'uomo, rendendo più sicuro l'uso del digestato rispetto al refluo tal quale.

## **La produzione di biogas è fonte di odori sgradevoli?**

Gli odori possono essere generati dal tipo di matrici impiegate, nel caso di liquami zootecnici o insilati, e dal digestato. Ma un'adeguata copertura dei sistemi di stoccaggio e di alimentazione riduce notevolmente il rischio. La digestione anaerobica in ogni caso abbatte gli odori della maggior parte delle materie prime trattate





# Ringraziamenti

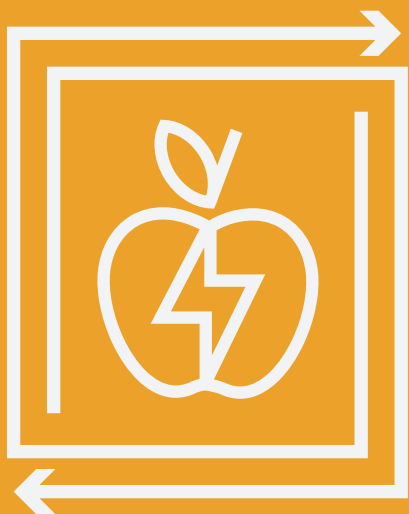
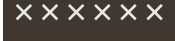
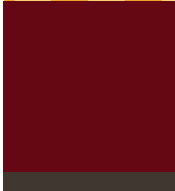
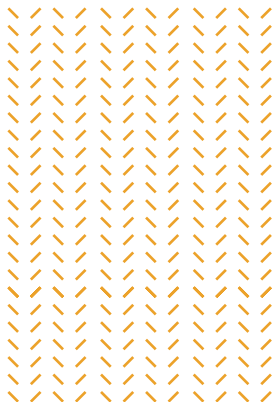
Si ringrazia il team del progetto ISAAC (Isaac-project.it) ISAAC: Increasing Social Awareness and ACceptance of biogas and biomethane, in particolare si ringrazia l'associazione Chimica Verde Bionet (web: [www.chimicaverde.it](http://www.chimicaverde.it)) che ha realizzato l'HANDBOOK Corso di Formazione per Tecnici e Funzionari della Pubblica Amministrazione, da cui parte del presente testo ha preso ispirazione.





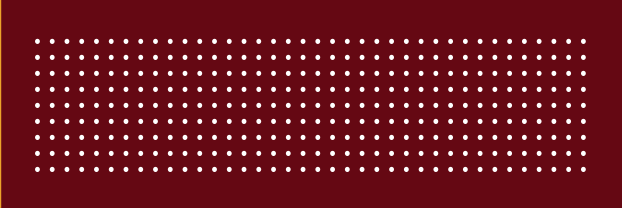






## BIOENERGIE E TRATTAMENTO LOCALE DELLA FORSU

in un'ottica di economia circolare



**POR Calabria**

**2014-2020**

Fesr-Fse

*il futuro è un lavoro quotidiano*



UNIONE EUROPEA  
FONDI STRUTTURALI E DI INVESTIMENTO EUROPEI



REPUBBLICA  
ITALIANA



REGIONE  
CALABRIA

