

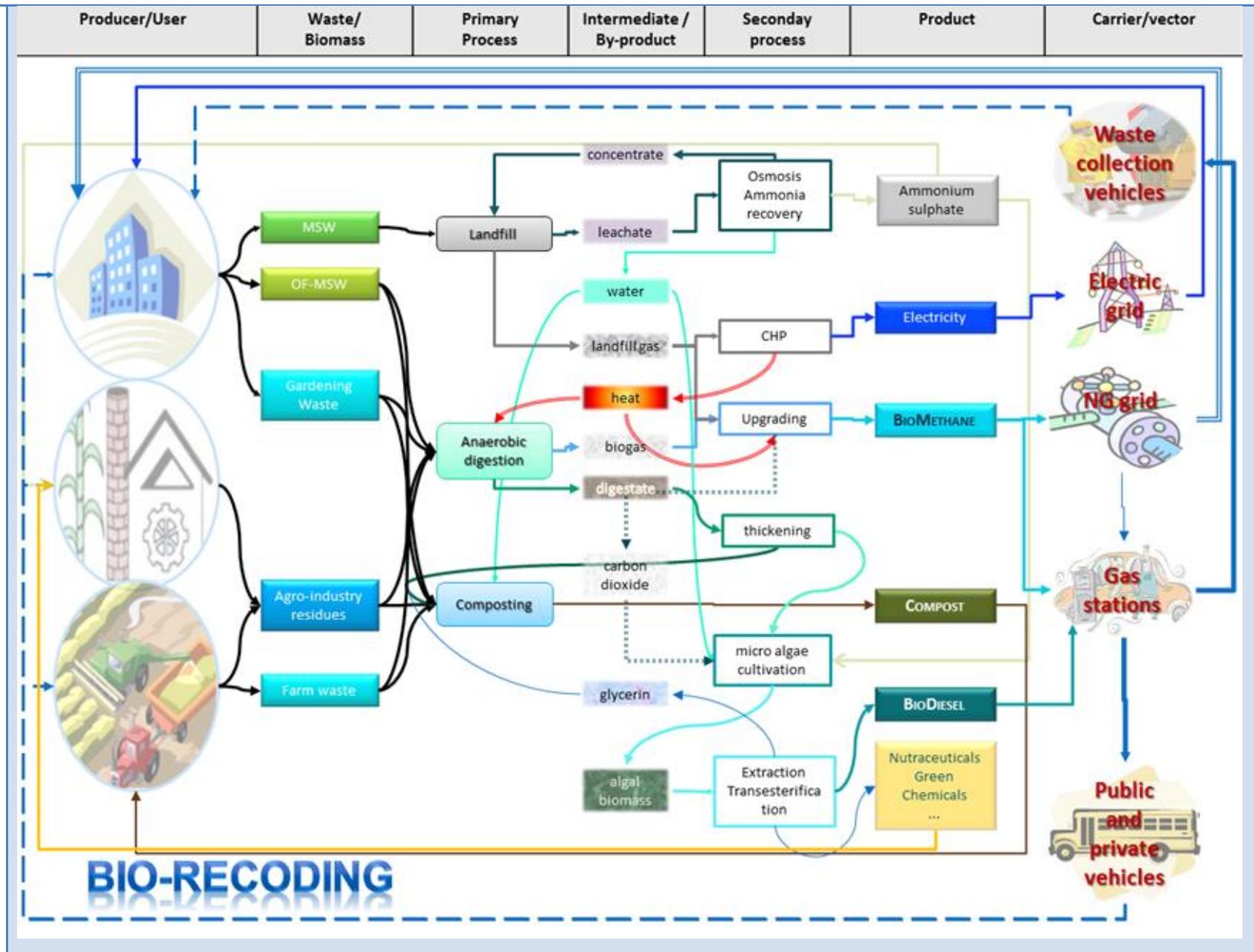
| | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acronimo: | BIO-RECODING |
| Titolo: | BIO-REFINERY FOR COMPOST, DIESEL AND NATURAL GAS AND OTHER GREEN CHEMICALS FROM BIOWASTE |
| Sommario: | Il progetto BIO-RECODING integra in un concetto avanzato di Bioraffineria le migliori tecniche disponibili di trattamento e riciclaggio dei rifiuti organici biodegradabili con la coltivazione di microalghe al fine di massimizzare il recupero di materia ed energia attraverso l'ottenimento di fertilizzanti organici, biocarburanti e bio-based chemicals per la green industry. |
| Settore: | Bioraffinerie. Riciclaggio dei rifiuti organici. Produzione di biocarburanti. Chimica verde. Energia rinnovabile. Uso sostenibile del suolo. |
| Area di mercato: | Tecnologie ambientali. Biocarburanti. Fertilizzanti. Prodotti chimici sostenibili. Smaltimento rifiuti. |
| Attuatore: | Gruppo Catanzaro |
| Tipo impresa | PMI |
| Localizzazione | Comune di Siculiana (AG) |
| Data di inizio | 2012 |
| Data di fine | 2020 |
| Descrizione del progetto (concept): | <p>Il principale concetto intorno al quale ruota il progetto BIO-RECODING è la trasformazione della componente organica dei rifiuti urbani in una risorsa per il territorio da cui provengono sotto forma di fertilizzanti, biocarburanti, green chemicals ed energia attraverso l'integrazione delle più avanzate tecnologie disponibili.</p> <p>La corretta gestione dei rifiuti organici biodegradabili prodotti in ambito domestico e urbano è uno degli elementi centrali di ogni efficace strategia di gestione dei rifiuti solidi. I rifiuti biodegradabili, infatti, rappresentano circa un terzo in peso dei rifiuti urbani e la loro gestione è problematica in tutte le fasi del ciclo di raccolta e smaltimento. La loro</p> |

tendenza a degradarsi biologicamente comporta rischi sanitari ed ambientali nella manipolazione, nel riciclaggio e nello smaltimento. Il processo di degradazione, se incontrollato, provoca emissioni liquide inquinanti (percolati) e gassose altamente odorigene, potenzialmente nocive e climalteranti. La loro elevata umidità impedisce un efficace recupero energetico mediante combustione diretta. Lo smaltimento dei rifiuti urbani in discarica, per quanto correttamente la stessa sia gestita, deve oggi essere considerato un approccio superato a favore del recupero spinto di materia e di energia che non può prescindere dalla raccolta differenziata delle varie componenti del RSU fra le quali, appunto, la frazione organica.

Il presente progetto partendo dall'analisi critica dello modello attuale di smaltimento dei rifiuti urbani nel sito di discarica di Siculiana (AG), gestito dalle aziende del Gruppo Catanzaro, propone un percorso pragmatico di ottimizzazione dell'esistente e di introduzione graduale di tecnologie innovative per giungere ad sistema complesso che integra, unico nel suo genere, le migliori biotecnologie oggi disponibili (alcune consolidate, altre innovative) in una efficiente **bioraffineria** per la produzione di fertilizzanti organici e minerali, biocarburanti e altre materie prime rinnovabili in un bilancio energetico ed ambientale complessivamente positivo.

Le tecnologie principali che ci si propone di integrare in un unico sistema ad alta efficienza energetica sono: il **compostaggio**, la **digestione anaerobica**, l'**upgrading** di biogas a biometano, la **coltivazione di microalghe** per la *CO₂ capture* con conseguente produzione di ulteriore biomassa dalla quale estrarre **biodiesel** e altre materie prime di origine biologica ad alto potenziale commerciale.

La complessità delle relazioni funzionali interne fra le varie componenti coinvolte e quelle esterne con l'ambiente antropico (città e settori produttivi, trasporti, reti) è rappresentata graficamente di seguito.



**Descrizione
sommatoria
delle
tecnologie e
delle azioni
coinvolte**

Negli ultimi decenni il **COMPOSTAGGIO** si è affermato come tecnica idonea a trasformare i rifiuti organici raccolti separatamente in un prezioso fertilizzante, il compost, facile da manipolare e utilizzare, igienizzato, e di alto valore agronomico. Il compostaggio è un processo complesso ma relativamente conosciuto e controllabile basato su trasformazioni biologiche operate da microrganismi aerobici. La gestione controllata di tale processo richiede comunque l'utilizzo di energia dall'esterno per l'insufflazione di aria, le movimentazioni e operazioni meccaniche quali, ad esempio, la triturazione dei rifiuti strutturanti e la raffinazione finale oltre che per il trattamento di deodorizzazione delle arie di processo. Nella bioraffineria BIO-RECODING il compostaggio svolge la funzione **recupero di materia** valorizzando tutte la biomasse rifiuto (FORSU, potature di scarto, frazione solida del digestato, biomassa algale dopo estrazione degli olii e di altri prodotti utili) per la produzione di **compost di qualità**, un fertilizzante ad elevato valore agronomico ed ambientale, igienizzato e risanato, indispensabile strumento per la sostenibilità della produzione agraria.

La **DIGESTIONE ANAEROBICA** permette, in condizioni controllate, di recuperare parte dell'energia biologica contenuta nei rifiuti organici e in altre biomasse grazie alla produzione di biogas, una miscela di **anidride carbonica** e **metano**, che i microrganismi anaerobici producono degradando la sostanza organica. Il metano contenuto nel biogas può essere (parzialmente) utilizzato sul posto per la produzione di energia elettrica e calore mediante stazioni di cogenerazione. Il substrato residuo (digestato) può essere avviato a compostaggio in miscela con i rifiuti organici e valorizzato come fertilizzante mentre l'eccesso di acqua in esso contenuta può essere utilizzata come substrato per la coltivazione algale (vedi oltre). Il ruolo della digestione anaerobica nel *concept* BIO-RECODING è quindi quello di portare in positivo il bilancio energetico dell'intero sistema integrato trasformando i rifiuti organici e la biomassa algale residua in biogas.

Il biogas prodotto dalla digestione anaerobica dei rifiuti organici differenziati, insieme a quello ottimizzato captato dalla discarica per rifiuti urbani indifferenziati, viene frequentemente utilizzato in loco come combustibile per la cogenerazione (elettricità e calore) in motori endotermici. Secondo un approccio più recente ma che si sta rapidamente affermando lo stesso biogas può essere sottoposto a purificazione (**UPGRADING**) per la separazione del metano dall'anidride carbonica: il metano così ottenuto (**biometano**) può essere utilizzato come carburante per autotrazione o essere immesso nella rete nazionale del gas naturale. L'anidride carbonica viene invece normalmente rilasciata in atmosfera ed essendo di derivazione biologica il suo contributo come gas serra è considerato nullo. Tuttavia la sua disponibilità come gas molto concentrato, come quello che si ottiene nell'upgrading del biogas, offre l'opportunità, che sarà sviluppata nel *concept* BIO-RECODING, di una sua ulteriore utilizzazione come *gas tecnico* o come *fertilizzante* per organismi fotosintetici (es.: alghe).

Due azioni, prodromiche alla realizzazione di un impianto di upgrading, dovranno essere attuate e riguardano l'ottimizzazione gestionale della discarica per rifiuti urbani indifferenziati esistente.

Prima azione: **ottimizzazione della captazione del gas di discarica**. La discarica è dotata di un sistema di captazione

del gas, generato dalla fermentazione dei rifiuti, mediante il quale questo viene catturato e inviato a recupero energetico (2 motori elettrogeni a combustione interna). I criteri gestionali adottati oggi nella regolazione dell'impianto di aspirazione rispondono alle esigenze dettate da tale attività di recupero e dalla esigenza di bonifica per la limitazione delle fughe incontrollate. La qualità e la quantità attuale del gas estratto sono però da considerare non ottimali per la presenza di aria (azoto e ossigeno) in quota significativa nel biogas; tale quota è infatti compatibile con gli obiettivi attuali ma non con l'Upgrading per il quale è necessario minimizzare il tenore di ossigeno e azoto per poter ottenere un biometano di adeguato potere calorifico. L'ottimizzazione prevede quindi lo studio mediante modelli teorici del potenziale metanigeno, l'indagine scientifica sulle cause di inefficienza di captazione, l'utilizzo di strumentazione di controllo e misura più avanzata, la formazione del personale addetto, la realizzazione di nuovi punti di misura, e l'automazione parziale delle valvole di regolazione.

Seconda azione: **realizzazione di un impianto di gestione del percolato**. Il percolato che si forma per la degradazione dei rifiuti e per l'infiltrazione di acqua meteorica nel corpo discarica viene raccolto (per obbligo di legge) e portato a smaltimento in impianti esterni alla discarica e, data l'insufficienza impiantistica regionale, posti a grandi distanze dalla discarica. Questo comporta, da un lato, un notevole dispendio energetico (ed economico) per i trasporti e, dall'altro, una progressiva disidratazione della massa dei rifiuti (in particolare nelle celle di discarica già chiuse definitivamente) che rallenta i processi degradativi allungando indefinitamente i tempi necessari al raggiungimento della condizione di "compatibilità ambientale" della discarica esaurita. La realizzazione di un impianto di trattamento *in situ* di concentrazione osmotica del percolato permetterà di separare l'acqua in eccesso contenuta nel percolato raccolto dalle sostanze inquinanti contenute nel percolato che vengono concentrate nella frazione acquosa residua (concentrato osmotico). L'acqua purificata potrà essere riutilizzata per scopi gestionali in altre sezioni dell'impianto o scaricata nei corsi d'acqua superficiali; il concentrato osmotico sarà reimmesso all'interno del corpo rifiuti dove contribuirà a evitare la "mummificazione" dei rifiuti organici favorendone la degradazione fermentativa e contribuendo alla produzione di biometano.

Le **COLTURE MICROALGALI MASSIVE** costituiscono una delle soluzioni di maggiore potenzialità e sostenibilità nella produzione di biocarburanti e nella fissazione biologica della CO₂ grazie allo sfruttamento di una fonte energetica praticamente illimitata e gratuita: la radiazione luminosa solare. Nella giusta condizione ambientale e con le opportune tecniche di coltivazione la microalghe possono fissare fotosinteticamente grandi quantità di CO₂: circa 1,8 Kg di CO₂ per ogni chilogrammo di biomassa algale prodotta. Oltre l'utilizzo/cattura della CO₂, un'ulteriore possibilità di integrazione tecnologica è offerta dall'utilizzo degli elementi nutritivi (in particolare azoto e fosforo) contenuti nella frazione liquida del digestato come fertilizzanti per le microalghe. La biomassa algale così ottenuta può contenere grandi quantità di oli/grassi naturali (20-60% sul peso secco) che possono essere facilmente convertiti in biodiesel, mentre la biomassa

residua e il sottoprodotto della transesterificazione (glicerolo) possono a loro volta essere utilizzati come fonte di prodotti chimici primari per l'industria chimica verde o essere avviati a co-digestione anaerobica per un ulteriore incremento di produzione di biogas.

La produzione di **BIODIESEL** a partire dalla biomassa algale prevede due fasi principali:

1. L'estrazione degli oli/grassi dalla biomassa; per questa attività sono state proposte diverse soluzioni tecnologiche ma
2. La trasformazione degli oli in biodiesel (transesterificazione)

Come detto, oltre alla produzione di biodiesel, che è comunque l'obiettivo strategico di lungo periodo, saranno investigate le possibilità di ottenere dalla biomassa algale anche prodotti o sottoprodotti ad alto valore aggiunto per l'impiego nell'industria chimica verde.

Il ruolo delle colture algali nel *concept* BIO-RECODING è quindi quello di trasformare i cascami di materia altrimenti inquinanti (CO₂ e elementi minerali) in biomassa utile sfruttando la radiazione solare. Per questo si stanno stabilendo degli accordi di partnership con centri di ricerca di livello internazionale e con partners industriali che hanno interesse all'utilizzo dei chemicals nei propri processi produttivi: queste collaborazioni consentiranno di guidare la ricerca e lo sviluppo di questa attività in maniera efficiente e selettiva rispetto all'enorme spettro di possibilità che la plasticità biologica delle microalghe consente.

Aspetti innovativi del progetto

Lo sviluppo del progetto BIO-RECODING comprende attività di carattere di investimento, di sviluppo sperimentale e di ricerca industriale.

Attività di investimento in tecnologie innovative

Le tecnologie del compostaggio e della digestione anaerobica sono da considerare mature e le soluzioni tecnologiche sono reperibili nel mercato. Nel territorio di riferimento non hanno però trovato applicazioni industriali degne di rilievo e il presente progetto, di concezione estremamente sofisticata, costituirà quindi un esempio di elevato valore dimostrativo.

L'utilizzazione di tali tecnologie nel progetto BIO-RECODING richiede comunque una componente di sviluppo industriale in fase progettuale e gestionale per la ricerca del corretto equilibrio dimensionale e dinamico in un sistema integrato complesso come quello proposto. Sarà infatti necessario dimensionare le strutture tecnologiche e sviluppare soluzioni innovative di collegamento e gestione operativa tenendo conto delle numerose interazioni funzionali, anche di feedback, con le altre componenti del sistema.

Anche le tecniche di Upgrading del biogas e del gas di discarica contano ormai numerose applicazioni industriali ma la maggior parte di esse si trovano in paesi diversi dall'Italia. L'utilizzo congiunto di biogas da diverse fonti, comunque rinnovabili, richiede una attenta valutazione delle tecnologie applicabili in funzione degli impieghi previsti.

Ricerca industriale e sviluppo sperimentale

La coltivazione algale per la cattura di CO₂ e la produzione di biofuels, quali biodiesel e biometano, e altre materie prime "green" (food, feed, nutraceuticals, chemicals, ecc.) riscuote da alcuni decenni una grande attenzione da parte del mondo scientifico e anche di quello industriale e finanziario. Tuttavia alcune criticità operative del ciclo di produzione e utilizzo delle microalghe necessitano di ulteriori ricerche e sperimentazioni. Oggetto di ricerca a sviluppo dovranno essere l'individuazione di:

- specie e varietà algali idonee al raggiungimento degli obiettivi di processo;
- efficaci e sostenibili tecniche di coltivazione che valorizzino le possibili integrazioni con le altre componenti del progetto;
- efficaci tecniche di raccolta della biomassa algale;
- efficaci tecniche di estrazione degli oli e grassi;
- appropriate tecniche di raffinazione per l'ottenimento di biodiesel, e altri prodotti e/o sottoprodotti ad alto valore commerciale .

Per tutti gli aspetti sopra elencati la comunità scientifica ha prodotto e continua a produrre, a ritmo crescente, una cospicua quantità di ricerche e lavori sperimentali ed esistono anche numerosi applicazioni industriali con la presenza sul mercato operatori e produttori di tecnologie più o meno validate. Sarà necessario stabilire delle partnership mirate che consentano di portare nel progetto BIO-RECODING le soluzioni più idonee ad essere integrate nel sistema proposto, validarle scientificamente e svilupparle fino a livello industriale.