

Risultati Progetti PR FESR

Ricerca e Sviluppo

Polo EASS

Energia, Ambiente, Sviluppo Sostenibile

Operazione di importanza strategica – Azione 1.1.1

**Studio tecnico-ambientale per il recupero e la valorizzazione di rifiuti organici
altrimenti destinati a discarica o recupero energetico.**

Capofila Italiana Coke S.r.l.

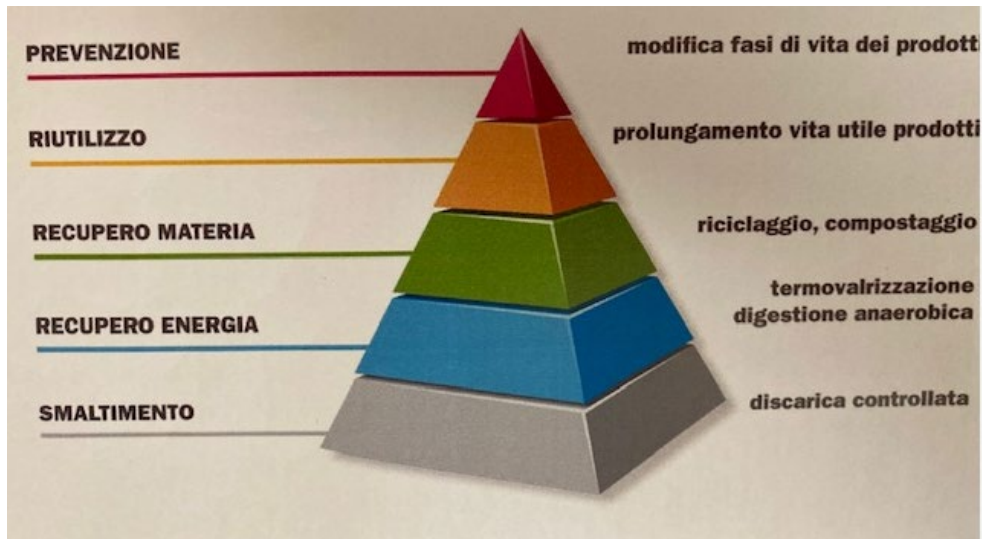
Partner Prometheus S.r.l., Ireos Lab Sr.l., IA IndustriaAmbiente S.r.l.,
Università di Genova.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Obiettivo dello studio



Sviluppare processi innovativi per la chiusura del ciclo dei rifiuti in maniera virtuosa ed in una ottica completamente integrata con le raccomandazioni europee dove la combustione ad ossidazione completa delle sostanze organiche a CO₂ è in ultima posizione tra le varie possibilità di chiudere il ciclo di vita dei rifiuti.

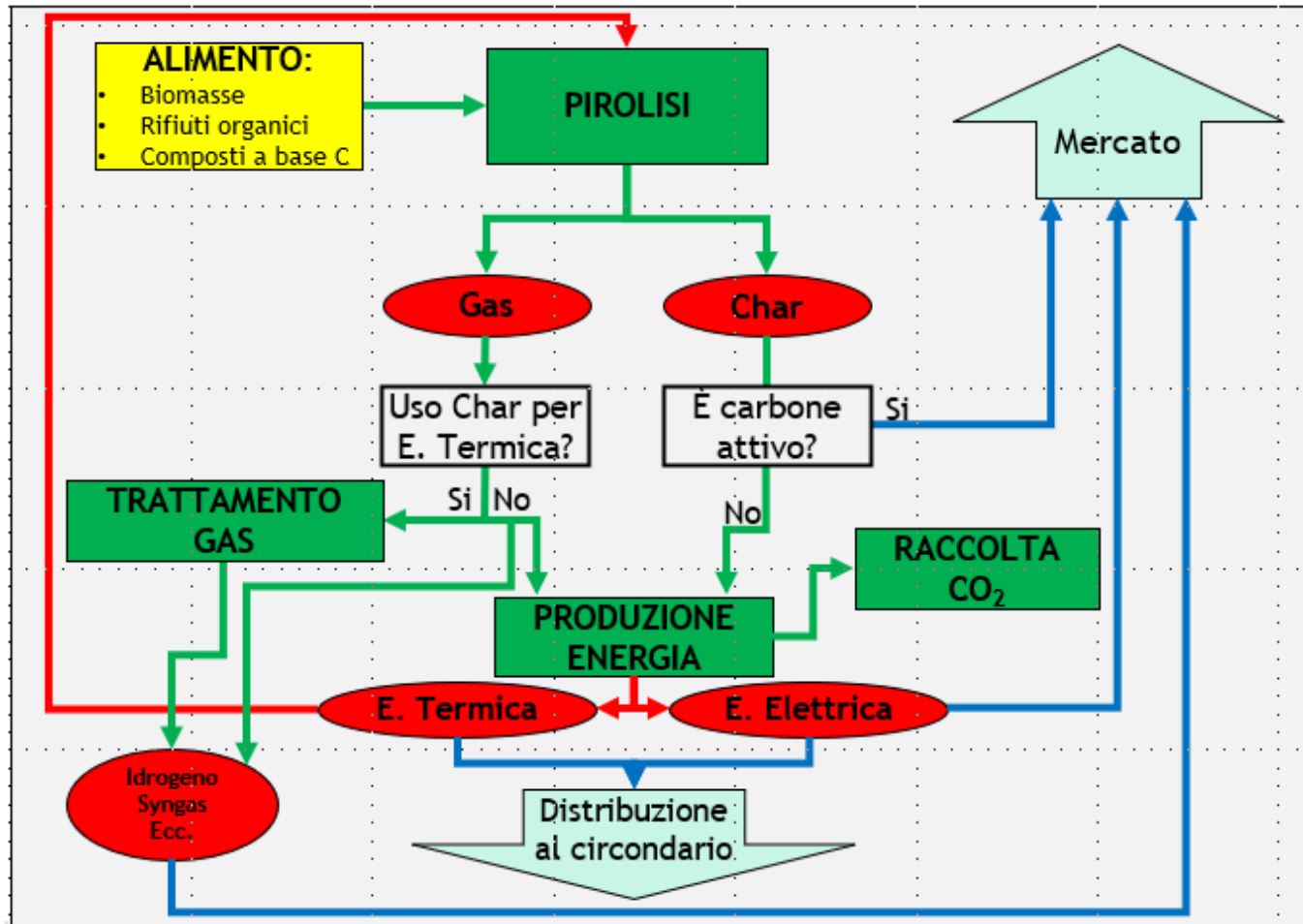


Applicare processi di pirolisi e/o di idrogassificazione per convertire con processi continui il materiale «rifiuto» dallo stato solido in prodotti solidi, liquidi e gassosi utilizzabili quali materie prime destinate a successivi processi chimici o quali combustibili.

Applicare processi di pirolisi e/o di idrogassificazione per convertire con processi continui il materiale «rifiuto» dallo stato.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Il progetto



Caratteristiche progetto:

- Massima duttilità alimento
- Variabilità prodotto in base a mercato
- Autogestione energetica
- Raccolta CO₂

Aree di studio fondamentali:

- Reattore di pirolisi/gasificazione
- Sistema di produzione energia
- Trattamento gas
- Separazione idrogeno
- Sistema per raccolta di CO₂

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Individuazione delle frazioni di rifiuti



- Miscela di materiali polimerici denominato «plasmix»: plastiche che concorrono alla produzione di CSS, ovvero frazione dello scarto da impianti di recupero, utilizzato come combustibile nei pochi impianti autorizzati ovvero inviati a termovalorizzatori;
- Scarto dell'industria cartaria denominato «pulper»: materiali prodotti dai bagni di flottazione della raccolta differenziata della carta per il recupero della cellulosa. Si distingue pulper leggero (parte superiore bagno di macero) e pulper pesante (parte inferiore del bagno) ;
- Biomasse: scarti della lavorazione e della raccolta differenziata del legno e da lavorazioni agricole (gusci di frutta quali noci, nocciole, mandorle, noci di cocco, ecc.);
- Fanghi da trattamento/ depurazione delle acque civili e industriali: fanghi di supero degli impianti biologici ovvero da separazione meccanica solido



PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE



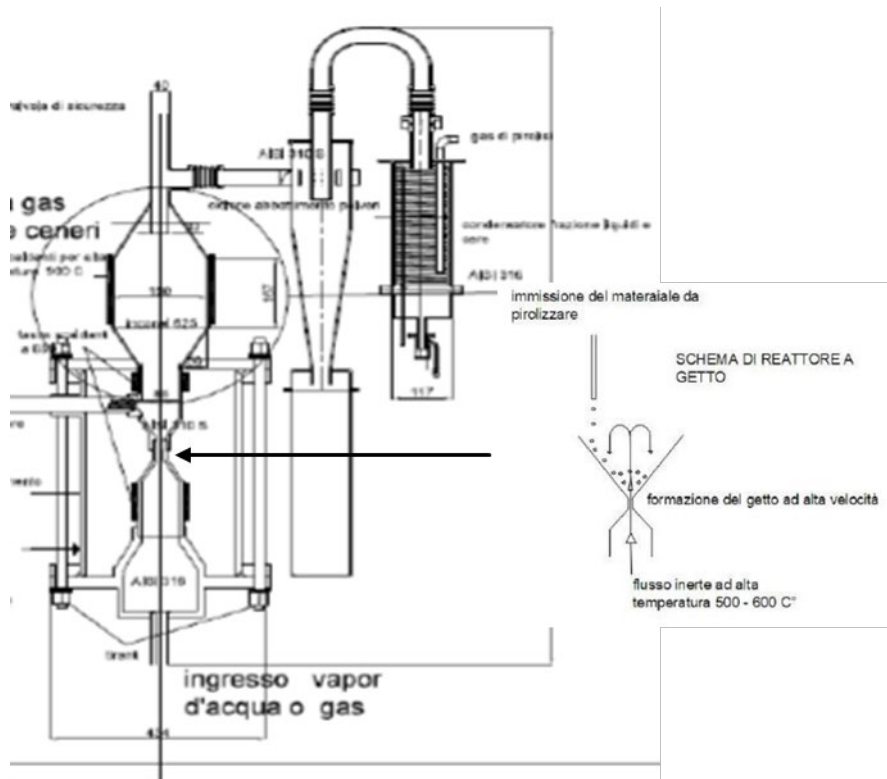
Composizione delle frazioni di rifiuti e loro disponibilità sul mercato

- Miscela di materiali polimerici (plasmix):* plastica (57% costituita da poliolefine, principalmente PE, PP e PS) carta e cartone (10%); legno (3%); fibre tessili (3%); altri materiali specialmente metalli (27%).
sul mercato italiano = 500 kt. (dato 2023).
- Pulper Mix :* plastica (72%); carta (19%); metalli (3%); altri materiali (6% quali vetro, sabbia, ecc.).
Umidità del 30-35%.
Sul mercato italiano = 400 kt. (dato 2023).
- Biomasse lignocellulosiche:* lignina (10-30%); cellulosa (30-35%); emicellulosa (20-35%); ceneri (1-3% composte da ossidi).
Sul mercato italiano = variabile tra 2,25 e 3,5 Mt/anno.
- Fanghi da depurazione acque:* composizione variabile dipendente dal processo di provenienza.
caratterizzati dall'elevata umidità di oltre il 75%.
sul mercato italiano = oltre 3 Mt/anno.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Pirolisi/idrogassificazione in continuo dei rifiuti organici

Nuovo processo in continuo finalizzato alla valorizzazione dei residui derivanti dal trattamento pirolitico/idro-gasificazione degli scarti della raccolta differenziata di rifiuti di natura organica per la produzione di prodotti “end of waste” utilizzabili nell’industria di trasformazione in sostituzione di materie prime.

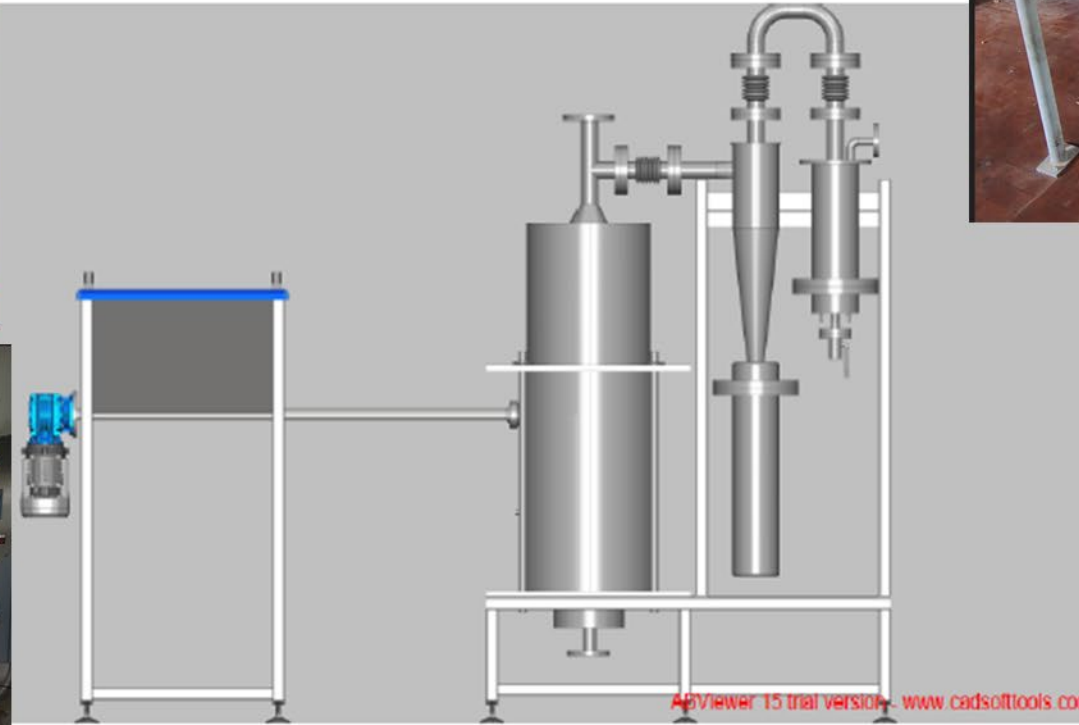


Il nuovo impianto di pirolisi/gassificazione di laboratorio, configurabile come un mini reattore a getto di pirolisi/gassificazione di materiali carboniosi, risulta composto dalle seguenti apparecchiature:

- alimentatore della materia prima da processare;
- reattore a getto;
- separatore solido/gas (ciclone);
- condensatore con separazione gas/liquido;
- torcia di combustione del gas prodotto.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

L'impianto sperimentale



PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

L'impianto sperimentale: il ciclo



- **Il reattore:** i componenti meccanici, che formano il getto(sezione convergente, ugello e cono divergente), sono realizzati impilabili senza saldature tenuti impaccati tra due piatti metallici, quello inferiore su cui è inserita la camera di raccolta del vapore ed il superiore a cui è saldato un serbatoio in inconel ove continua l'espansione dell'aeriforme di depolimerizzazione. Gas e vapore subiscono un ulteriore riscaldamento attraverso l'irraggiamento delle pareti del serbatoio che sono tenute ad alta temperatura attraverso delle fasce scaldanti esterne.
- **Trattamenti dell'aeriforme:** Il gas e il vapore in uscita sommitale dal reattore, ancora ad alta temperatura, sono indirizzati ad un ciclone, che ha il compito di separare e precipitare le particelle solide raccolte in un serbatoio sottostante, e ad un condensatore ove un tubo elicoidale, percorso da acqua raffreddata, abbatte la temperatura di gas e vapori al di sotto dei 100° per la liquefazione dei condensabili mantenendo nel contempo le eventuali cere liquide.
- **Combustore:** . Il gas in uscita dal condensatore sono inviati alla torcia di tipo catalitico che viene mantenuto ad una temperatura superiore ai 400°C per azione di una resistenza a fascia che provvede alla loro combustione prima dell'immissione in aria.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

I risultati delle prove sperimentali



Miscela polimerica (plasmix)

Trattamento.

- idrogassificazione per processo “end of chemicals” - temperatura $> 1400^{\circ}\text{C}$;
- pirolisi per processo bio-fuels - temperatura $850 - 900^{\circ}\text{C}$ (no formazione di agglomerati plastici e scarso cracking di composti idrocarburici).

Prodotti.

- Solido (char): elevato contenuto di carbonio idoneo come additivo per i processi metallurgici;
- Liquido (condensato): prodotto analogo al catrame di carbone fossile diversa composizione (maggiore quantità di idrocarburi lineari e bassobollenti), idoneo per processo di cracking/reforming per produzione carburanti o bitumi;
- gas (syngas): elevato contenuto energetico (potere calorifero compreso tra 7000 e 8000 Kcal/m³). Utilizzabile come combustibile ovvero «end of chemicals» per sintesi metanolo

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

I risultati delle prove sperimentali



Pulper mix

Trattamento.

- idrogassificazione - temperatura 850-900°C;

Prodotti.

- Solido (char): elevato contenuto di carbonio idoneo come additivo per i processi metallurgici con la sezione leggera di pulper; dato elevato contenuto inerti per pulper pesante uso in edilizia come componente coibente/insonorizzante;
- Liquido (condensato): prodotto analogo al catrame di carbone fossile diversa composizione (maggiore quantità di idrocarburi lineari e bassobollenti e di naftalina), idoneo per processo di cracking/reforming per produzione carburanti o bitumi ovvero recupero naftalina per produzione resine e coloranti ;
- gas (syngas): elevato contenuto energetico (potere calorifero compreso tra 7000 e 8000 Kcal/m³). Utilizzabile come combustibile ovvero con incremento temperatura (<1350°C) «end of chemicals» per sintesi metanolo e produzione idrogeno.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

I risultati delle prove sperimentali



Biomasse lignocellulosiche basso peso specifico (segatura, legno tipo pioppo)

Trattamento.

- idrogassificazione - temperatura caratteristica per prodotti da ottenere: 800°C per produzione condensati; > 1350°C per «end of chemicals».

Prodotti.

- Solido (char): praticamente assente (< 1,5% del materiali in);
- Liquido (condensato): caratterizzato da elevato contenuto di acqua, il prodotto è idoneo per processo di cracking/reforming per produzione bio-carburanti o recupero naftalina per produzione resine e coloranti. Data la Q del liquido la produzione di bio-carburanti deve essere economicamente valutata;
- gas (syngas): gas di processo composto in maggior parte da miscela di CO e CO₂ dovuta anche al vapore immesso, idrogeno e gas naturale (metano, etano, etilene). Innalzando la temperatura (cracking degli idrocarburi) si ottiene una miscela stechiometrica per la sintesi del metanolo.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

I risultati delle prove sperimentali



Biomasse lignocellulosiche alto peso specifico (legno duro quale rovere, olmo e gusci di frutta quali noci e nocciole)

Trattamento.

- Pirolisi con iniezione di vapore – temperatura 900°C:

Prodotti.

- Solido (char): parte solida composta da carbonio che con attivazione ad alta temperatura con vapore può costituire un ottimo carbone attivo con elevata microporosità;
- Liquido (condensato): acqua e miscugli di idrocarburi leggeri C10-C20 suddivisi tra lineari (C10-C12) e aromatici (naftalina) non emulsionati. La sezione idrocarburica è idonea per processo di cracking/reforming per produzione bio-carburanti o recupero naftalina per produzione resine e coloranti ;
- gas (syngas): gas di processo composto in modo analogo all'aeriforme del materiale polimerico con sostanze tendenzialmente più leggere (etilene, etano e acetilene + altri maggiori atomi C), idoneo all'uso come combustibile o, se di interesse, per la produzione di «end of chemicals» innalzando la temperatura.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

I risultati delle prove sperimentali



Fanghi di supero da trattamento acque in impianto biologico.

Trattamento.

- Idrogassificazione – temperatura 900°C:

Prodotti.

- Solido (char): bassa quantità (materia prima in esame < 5% alimentazione) costituita da ossidi inerti, utilizzabile in edilizia;
- Liquido (condensato): bassa quantità con composizione simile al processo con biomassa più diluita in acqua. Nel merito si ricorda che il processo è stato condotto su campioni di materiale disidratato ;
- gas (syngas): gas di processo composto in maggior parte da miscela di CO e CO2 dovuta anche al vapore immesso, idrogeno e gas naturale (metano, etano, etilene); idoneo alla produzione di «end of chemicals»(metanolo e idrogeno) innalzando la temperatura.

PROGETTO DI ECONOMIA CIRCOLARE

Scalabilità del progetto.



Progettazione impianto pre-industriale.

Portata di trattamento: 5 t/giorno di materia prima costituita da scarto dell'industria di recupero rifiuti;

Sezioni impianto.

- Alimentazione materiale costituita da:
 - Coclea di Carico a Passo Variabile con vite in Inox 310S (nella parte terminale) per trasporto da tramoggia alimentazione a
 - Camicia di Raffreddamento ad acqua: prevista per evitare la pirolisi precoce.
 - Sistema di tenuta a doppia valvola stellare: due valvole rotative in serie, con camera intermedia flussata ad Azoto; la seconda valvola è in flusso di vapore saturo o gas inerte.
- Generazione di calore costituito da:
 - Soffiante centrifuga aria comburente;
 - Recuperatore aria/gas: scambiatore di calore in Inox 316L tra fluido uscita ciclone e aria in ingresso combustore;
 - Combustore gas: camera in acciaio con rivestimento interno in refrattario ceramico.
- Reattore di termoconversione a testa flottante (fascio tubiero scambio termico tra fumi e materia prima + vapore).
- Separazione e raffreddamento prodotti: ciclone e coclea char, condensatore verticale.
- Separatore trifasico (decanter).

Grazie per l'attenzione

E-mail

giancarlo.bruni.consultant@italianacoke.it