



**PROGETTO GASSIFICAZIONE WASTE SMART SYSTEM  
RIFIUTI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI**

Ing. Lorenzo Lastella

### Premessa

Il presente documento è finalizzato alla presentazione della tecnologia BAT (Best Available Technics) per gestire la fase finale della gestione di **rifiuti municipali, anche conferiti tal quali, e rifiuti speciali non pericolosi**.

Si tratta di una configurazione **smart derivata, in una logica di semplificazione, dalla struttura impiantistica di maggiori dimensioni per rifiuti speciali pericolosi ed infetti**.

Nel caso specifico il rifiuto viene trattato in un ambiente a temperatura molto elevata, per cui, anche al fine di ridurre i consumi energetici del sistema, viene associata al processo di dissociazione al plasma una pre-gassificazione o pirogassificazione.

Il gas prodotto dalla pirogassificazione viene pulito prima con il plasma e successivamente con sistemi ad umido (pulizia e raffreddamento), per essere alimentato in un gruppo elettro generatore a gas appositamente predisposto per produrre energia elettrica e calore

L'emissione in atmosfera consiste solo nei fumi caldi provenienti dai cogeneratori per la produzione di energia elettrica, utilizzati, prima dell'emissione, per essiccare i rifiuti e innescare la pirogassificazione. In generale il consumo elettrico del sistema è circa il 10% dell'energia elettrica prodotta, grazie anche a torce al plasma a bassa potenza di nuova concezione.

La tecnologia *smart* è riassunta di seguito:

- essiccazione e pirogassificazione utilizzano parzialmente, in funzione del grado di umidità del rifiuto in ingresso, il calore del processo;
- pulizia del syngas che contiene anche residui di char (residui carboniosi da pirogassificazione) viene attuata tramite dissociazione al plasma e successiva pulizia ad umido;
- modulo base 25 TPD;
- configurazione trasportabile;
- configurazioni con il massimo di produzione elettrica netta;
- riduzione al minimo delle ceneri/carboncino, materiale generalmente inerte;
- nessuno scarico idrico;
- costi contenuti.

### Configurazione tecnologica

La configurazione tecnologica *smart* fornisce le prestazioni tipiche degli impianti al plasma di maggiori dimensioni, ma con una semplificazione dell'impianto dovendo trattare **rifiuti non pericolosi**.

La riduzione drastica dei consumi elettrici, tipici degli impianti al plasma, è ottenuta realizzando un sistema a due fasi, la prima di **pirolisi/gassificazione** a cui fa seguito la

**dissociazione con il plasma** del solo gas e carboncino prodotti.

In questo modo le torce al plasma possono essere di potenza limitata rispetto alla configurazione di trattamento unicamente al plasma, consumando meno energia.

Il materiale viene immesso in bocca di impianto (dall'alto), passa nei sistemi di essiccazione e pirogassificazione, utilizzando il calore residuale dal processo ed a seguire il flusso di gas e char passa nel reattore in assenza di ossigeno in cui è sottoposto alla dissociazione al plasma per formare il syngas, riducendo al minimo i residui non utilizzabili.

Il syngas viene raffreddato, filtrato, opportunamente deidratato nel demister ed inviato ad alimentare i gruppi elettro generatori.

Questi usufruiscono di particolari motori a syngas con sistemi di aumento del potere calorifico (sviluppati in Azienda).

Gli unici residui inutilizzabili del processo sono sottoprodotti solidi (materiali inerti): ceneri secche (che possono essere usate come aggregato di costruzione), vetro e metalli (separati in ingresso impianto).

### Innovazioni tecnologiche

Sono applicate diverse innovazioni chiave tra cui:

- progettazione di torce al plasma a bassa potenza;
- integrazione completa di diverse funzioni di gassificazione/pirolisi in un unico sistema;
- combinazione in un unico sistema compatto dell'essiccatore, del gassificatore e del reattore di dissociazione al plasma;
- sistema di aumento PCI syngas in alimentazione dell'elettro generatore,

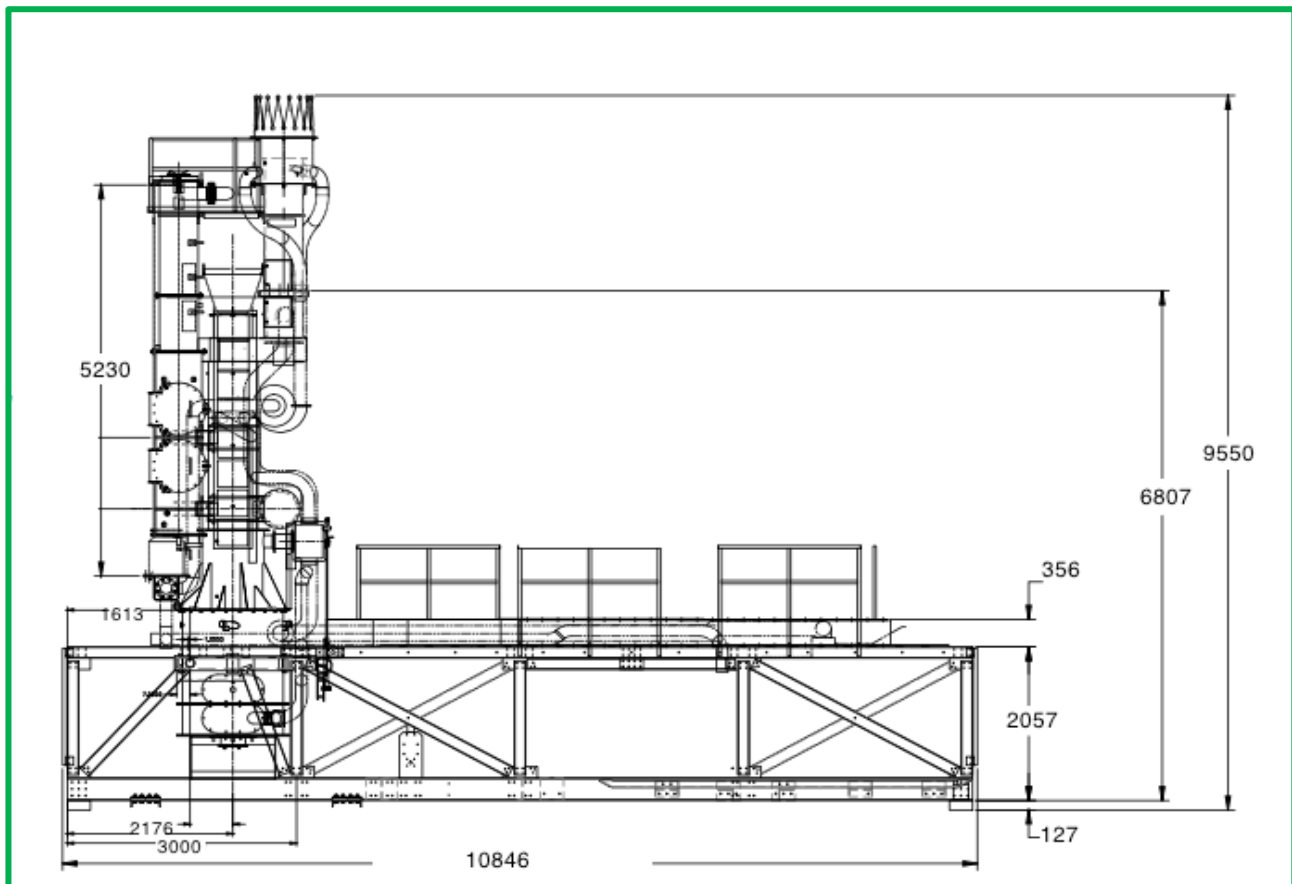
Queste innovazioni chiave portano vantaggi di costo e flessibilità nella tecnologia, non disponibili in altri sistemi di gassificazione.

### Dati principali dell'impianto

In sintesi i dati principali della tecnologia:

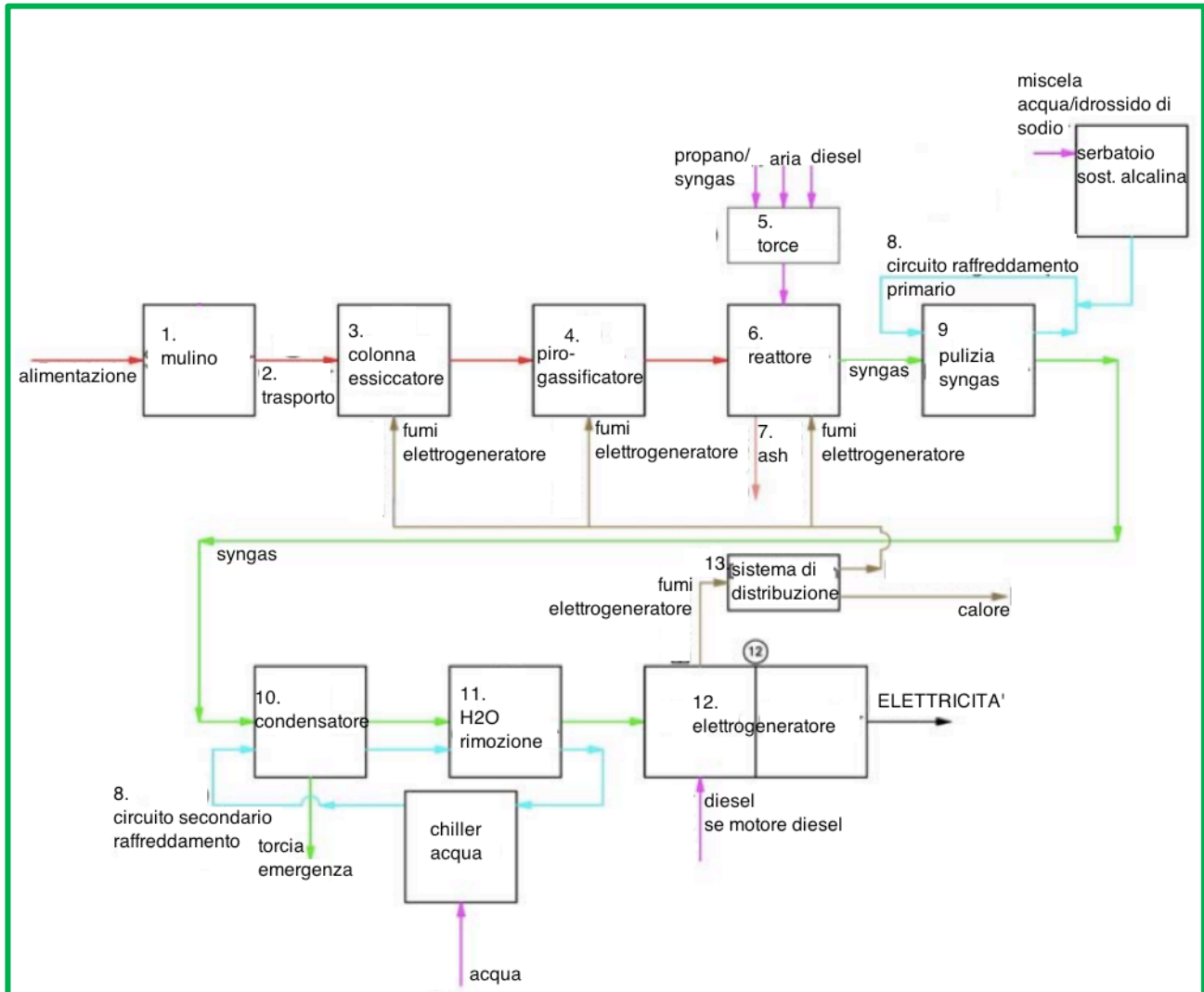
- Modulo base standard: mediamente 18-25 tonn/giorno in relazione a volume e peso specifico;
- Facilità di trasporto dei moduli;
- Dimensioni e pesi (medi)
  - Larghezza 2,4 mt x lunghezza 12,2 mt x 10,4 mt altezza,
  - Altezza in configurazione trasporto 2,4 mt,
  - Peso 17 ton,
- Flessibilità in alimentazione, sia con riduzione input che con on-off;
- Autosufficienza energetica (assorbimento max 10% dell'energia elettrica prodotta);
- Alimentazione anche con materiali umidi (fino al 50%);
- Produzione utile per ogni modulo fino a 1000 KWe in funzione del PCI del materiale in ingresso;
- Emissioni ridotte ai minimi ad oggi raggiungibili con le migliori tecnologie (BAT);
- Nessuna emissione idrica;
- Generazione di syngas pulito per effetto del plasma;
- Conversione elettrica mediante elettro generatori a gas,

### Dimensioni dell'impianto



### Schema funzionale

Lo schema funzionale del processo è riportato di seguito, (i numeri si riferiscono alle fasi di lavoro/sistemi specificate sinteticamente nel proseguo come sottotermini dei paragrafi).



#### Preparazione del materiale in ingresso - mulino/ triturazione (1)

I rifiuti vengono conferiti all'impianto e vengono separati i materiali inerti come metallo o vetro, che non contribuiscono alla generazione del syngas.

I restanti rifiuti sono caricati frontalmente nel mulino dove vengono triturati a circa 6-7 cm di diametro, che è la dimensione ottimale per il sistema.

Se l'alimentazione (rifiuto) è particolarmente acida e deve essere neutralizzata, può essere aggiunta nel trituratore della calce.

#### Nastro trasportatore (2)

Dal trituratore i rifiuti vengono convogliati con nastro trasportatore in bocca impianto (dall'alto) alla colonna di essiccazione. Il livello di riempimento del sistema è controllato dai sensori di livello.

Ci sono più sensori in modo da assicurare che la macchina sia riempita fino al livello corretto a seconda del tipo di materiale in ingresso.

#### Colonna di essiccazione (3)

Il rifiuto scende dall'alto al basso per forza di gravità fino al punto d'uscita della cenere - carbonio.

I rifiuti nella colonna di essiccazione subiscono un processo preliminare di essiccazione usando parzialmente il calore in eccesso proveniente dal gas di scarico.



#### Pirogassificatore (4)

Dopo che il materiale in ingresso è stato essiccato e parzialmente riscaldato, passa nel pirogassificatore in cui il materiale viene riscaldato alla temperatura di gassificazione, anche se in realtà funziona similmente ad un pirogassificatore.

Il prodotto della gassificazione è un gas combustibile ed il materiale residuo è cenere / carbonio, che passano alla successiva fase al plasma.

#### Torçe al Plasma (5)

Poiché la prima fase della pirogassificazione è endotermica, ci deve essere una fonte di calore esterna per avviare il processo.

Il calore del reattore proviene dalle torçe al plasma e dal gas di scarico.

Queste torçe utilizzano una combinazione di elettricità, aria e diesel o GPL in quantità ridotta per avviarsi; una volta avviate, le torçe vengono alimentate dal syngas invece che dal diesel/GPL.

Dopo che il materiale di alimentazione ha raggiunto una temperatura sufficiente, la reazione diventa esotermica: il materiale in alimentazione rilascia il calore.

Le torçe ed i gas caldi dagli elettro generatori aiutano a mantenere stabile il processo e a pulire il syngas che esce dal reattore.

#### Reattore (6)

L'ambiente all'interno del reattore è privo di ossigeno e con una leggera pressione negativa, consentendo solo ad una quantità controllata d'aria di partecipare alle reazioni chimiche.

Il flusso gas/char ottenuto dal materiale di alimentazione viene convogliato attraverso il plasma creato dalle torçe e questo passaggio induce rapidamente la dissociazione delle strutture organiche e dei composti complessi, in modo che il syngas prodotto contenga essenzialmente idrogeno (H<sub>2</sub>), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e azoto (N<sub>2</sub>).

Le torçe al plasma:

- puliscono il syngas prima che esca dal reattore e si sposti nella fase di pulizia finale e raffreddamento
- scindono il char in elementi base (C-H-N-O) che potenziano il PCI del syngas, rendendo il syngas praticamente esente dai catrami.

#### Raccolta ceneri (7)

Nella prima fase del processo di gassificazione, il materiale in alimentazione prima viene trasformato in char ad alto contenuto di carbonio; questo char viene poi trasformato in una cenere a basso tenore di carbonio durante la fase di pulizia al plasma.

La cenere risultante è normalmente di natura inerte e rappresenta la parte residua non dissociabile, raggiungendo circa il 5% in peso del materiale in entrata (varia in funzione del rifiuto in ingresso).

Questa miscela si deposita sulla base del reattore; mentre cade attraverso la griglia del char nel reattore, una spazzola raccoglie la cenere in un serbatoio e sarà poi automaticamente scaricata in un contenitore per la raccolta di ceneri.

#### Pulizia e raffreddamento syngas (8-9)

Dopo aver lasciato la zona del plasma, il syngas è pulito, anche se può avere ancora residui minimi di cenere e catrami.

Il quenching raffredda il syngas in uscita dal reattore fino a 80° C.

Il sistema utilizza due circuiti d'acqua (primario e secondario) per processare il gas (raffreddamento, pulizia e neutralizzazione del pH se necessario). L'acqua nel circuito primario circola all'interno del processore del gas, mentre in quello secondario tra il condensatore, il collettore di condensa e il refrigeratore d'acqua.

Quando il livello dell'acqua del serbatoio primario scende a causa dell'evaporazione per il syngas caldo, viene ricaricata automaticamente dal ciclo secondario.

L'acqua del ciclo primario si sporca poiché raccoglie i residui dal syngas, l'alta torbidità segnala ad un sensore di pompare l'acqua sporca nella colonna di essiccazione dove l'acqua evapora ed il catrame e la cenere vengono fatti ricircolare nel reattore.

L'umidità in eccesso nel syngas si condensa nell'apposito sistema (10), il che potrebbe portare un eccesso d'acqua nel ciclo secondario, che sarà deviato nel reattore per partecipare alla reazione chimica di trasformazione dell'acqua in gas.

Questa reazione utilizza l'intenso calore del reattore e il carbonio per trasformare l'acqua (H<sub>2</sub>O) in idrogeno (H<sub>2</sub>) ed in anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

Il sistema non produce acque reflue da depurare, mentre consuma acqua per circa 500 lt./giorno in funzionamento continuo.

Se l'acidità del syngas provoca l'abbassamento del pH dell'acqua nelle vasche primarie sotto una certa soglia, viene automaticamente aggiunta una soluzione alcalina all'acqua del serbatoio primario, alzando così il pH nuovamente verso il livello neutro.

#### **Pulizia del syngas (10)**

Il syngas subisce la pulizia finale con biofiltri, oltre alla eventuale neutralizzazione del pH e deidratazione.

Questo processo avviene in un filtro bio che elimina qualsiasi contaminante eventualmente presente nel syngas.

Se il materiale di alimentazione produce acidi, una soluzione alcalina neutralizzerà qualsiasi acidità del syngas nei bio-filtri mediante combinazione con i componenti alcalini dell'acqua di lavaggio per formare minerali (essenzialmente sali).

Quando il syngas esce dal filtro bio, viene deidratato e poi filtrato attraverso una serie di filtri a particelle.

#### **Condensatore (10)**

Il syngas transita in un condensatore dove viene raffreddato da 80° C a 20° C.

Tale effetto viene realizzato usando spruzzatori che vengono alimentati da un serbatoio d'acqua raffreddata e refrigerante; l'acqua di questo serbatoio è a 10° C.

Durante il raffreddamento, qualsiasi vapore nel gas, derivante dalla fase di processo, viene condensato.

L'acqua raccolta torna al refrigeratore e da questo al circuito primario o secondario.

#### **Deidratatore (Demister) (11)**

Elimina l'acqua residuale nel syngas prima dell'alimentazione nei motori.

L'acqua raccolta viene riportata nel serbatoio dell'acqua e viene riutilizzata nel ciclo dell'acqua secondaria.

#### **Generazione Elettrica (12)**

Il Syngas alimenta un elettro generatore con motore a gas.

Nel caso di motorizzazione a gas, il syngas viene immesso direttamente nel motore, che deve essere adeguatamente preparato per gas diversi da metano/GPL.

L'azienda ha predisposto, con un importante produttore di elettro generatori, un sistema di miglioramento del gas, per garantire migliore efficienza dei motori.

Durante i 20 minuti di riscaldamento del sistema in fase di primo avvio, il syngas viene mandato alla torcia dove viene bruciato per determinare la qualità del gas e determinare quando deve essere immesso nel motore.

Nel caso di elettro generatore con motore a ciclo otto alimentato con syngas, l'Azienda in collaborazione con uno dei maggiori produttori di tali sistemi:

- definiscono la configurazione del gruppo generatore appositamente per il syngas prodotto,
- installano un sistema autoprodotta che aumenta il PCI del syngas e migliora la combustione.

#### **Emissioni (13)**

Il gas di scarico proveniente dagli elettro generatori viene inviato in un sistema di distribuzione e da questo nella colonna di essiccazione, il resto uscirà dal sistema attraverso la canna fumaria.

Ciò consente all'impianto di riutilizzare il calore delle emissioni, che altrimenti sarebbero state espulse come scarto inutilizzato.

#### **Emissioni idriche**

Non sono previste né esistenti emissioni idriche in fognatura e/o acque reflue.



Esempio di torcia in aria