

Impianto per la gestione dei fanghi di depurazione PyroDry® 5000

Descrizione

L'impianto di seguito descritto consente il trattamento di 5.000 tonnellate/anno di fanghi di depurazione di reflui civili con un contenuto di sostanza secca pari al 20~25%. Il processo, che prevede essiccazione e conversione termochimica (Figura 1), funziona in modo continuo ed ha una produzione massima pari a circa 625kg/h.



Figura 1: PyroDry® 5000 – Sistema PyroDry completo

L'essiccatore è costituito da una centrifuga ad albero che lavora alta temperatura e l'energia termica necessaria è ricavata dalla combustione del gas di pirolisi. I gas di scarico provenienti dalla reazione termica di pirolisi sono a circa 850°C e vengono miscelati con l'aria di raffreddamento del reattore fino a raggiungere una temperatura di circa 300°C ed un contenuto di ossigeno di circa il 17%. Questa miscela, suddivisa in parti uguali, alimenta le tre camere di essiccazione.

Nelle camere di essiccazione la biomassa umida viene fatta ruotare sottoposta al flusso dei gas di scarico caldi. L'elevata differenza di temperatura e pressione favorisce l'immediata evaporazione dell'acqua contenuta nei fanghi e contestualmente il gas di scarico si raffredda ad una temperatura di circa 65~70°C. L'impatto del gas caldo fa evaporare l'acqua e sfruttando l'alta superficie di esposizione del materiale, creata dal vortice permanente, garantisce un'elevata efficienza di essiccazione. Il fango permane in media circa 4,5 minuti all'interno dell'essiccatore e viene rilasciato con una sostanza secca pari a circa il 90%. Il materiale secco va ad alimentare una pellettatrice a ruota ZRP250 (Figura 2) che costituisce un sistema chiuso.

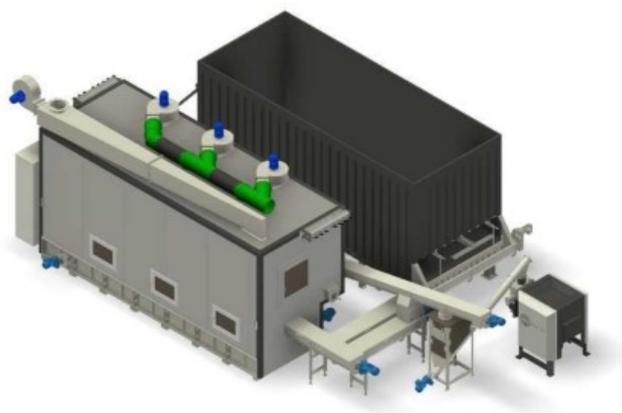


Figura 2: Sistema di essiccazione con pellettatrice

La biomassa essiccata viene pressata in pellet, lunghi circa 1,5cm, attraverso due ruote di pressatura che si intersecano lentamente. La pellettizzazione è integrata in modo completamente automatico al processo (Figura 3).

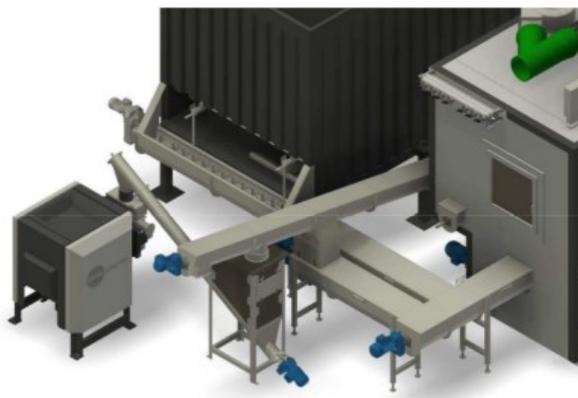


Figura 3: Pellettatrice integrata nel sistema

I pellet, dopo la compattazione, vengono avviati al processo di pirolisi tramite una valvola rotante. Nel T-TRACKER® (Figura 4) il materiale organico viene decomposto termicamente ad una temperatura di circa 700°C in assenza di ossigeno ($\lambda \approx 0$). Il processo di pirolisi produce fondamentalmente due frazioni: il vapore ed il Char (carbonizzato). Il processo è influenzato da tre parametri: la composizione della materia prima; la temperatura di esercizio ed il tempo di sosta.

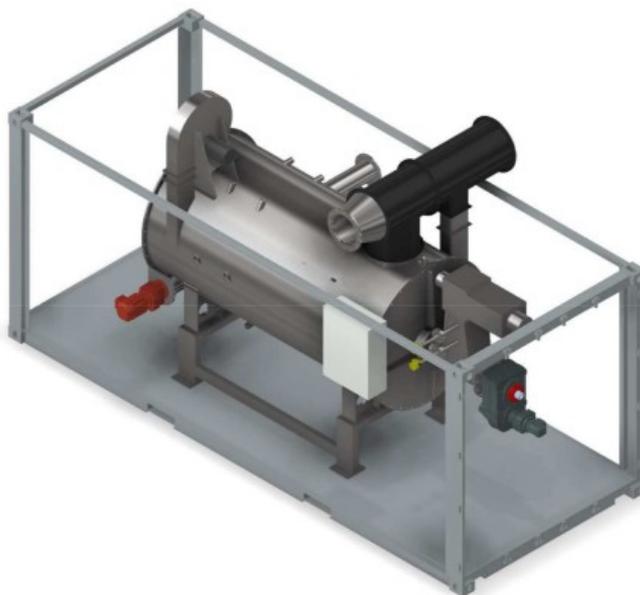


Figura 4: T:CRACKER® Disegno semplificato del reattore senza periferia

La pirolisi consiste nella **decomposizione termochimica dei materiali organici in assenza di ossigeno**. Durante la pirolisi le molecole organiche complesse vengono decomposte in molecole più piccole allo stato gassosa (**pyrogas**), liquido (oleoso) e solido (**char**).

- I residui solidi (**char**) rappresentano circa il 20~30% in peso del materiale di partenza ed hanno un potere calorifico medio compreso tra i 5.000 ed i 6.000kcal/kg e sono costituiti da sostanze carboniose, simili al carbone bituminoso, se ottenuti da pirolisi a bassa temperatura (400~500°C) o all'antracite, se ottenuti a temperature più elevate (800~900° C). La fase carboniosa, se combusta, dà origine a ceneri simili a quelli derivanti dalla termovalorizzazione, che costituiscono una potenziale fonte di fertilizzanti (fosfati). Il char può anche essere trasformato in carbone attivo. I prodotti di pirolisi possono avere vari usi, secondo il tipo di materiale trattato. L'uso più frequente è come combustibile per la produzione di energia. Le caratteristiche dei materiali ottenuti e le loro quantità relative dipendono dal materiale trattato e dalle condizioni operative con cui è condotta la pirolisi, in particolare la temperatura ed il tempo di processo.

In Europa sono stati messi in funzione pochi impianti per la pirolisi dei fanghi di depurazione, tutti su scala pilota. Nell'impianto di Niederfrohna, comune del land di Sassonia in Germania, alimentato con fanghi con il 25% di sostanza secca ed operante tra i 650 e gli 800°C, viene prodotto **char** e **pyrogas**. La combustione di quest'ultimo a 930°C produce energia termica utilizzata per attivare il processo pirolitico e per essiccare i fanghi di depurazione fino all'85% di sostanza secca. L'impianto è operante dal gennaio 2020 ed ha all'attivo circa 25.000 ore di lavoro in continuo (h24).

La pirolisi è fondamentale per il processo endotermico in quanto fornisce calore al sistema. Il sistema di pirolisi è integrato alla camera di combustione del gas di pirolisi, questo significa che il calore necessario è fornito direttamente.

Il gas di pirolisi generato viene bruciato direttamente nel T-TRACKER®. Parte del calore generato viene utilizzato per la pirolisi stessa, come già indicato, mentre l'altra parte alimenta l'essiccatore sotto forma di aria di essiccazione a 300°C. In questo modo è possibile evitare l'uso di altre fonti di energia ad elevata emissione di CO₂ (ad esempio il gas naturale). Nel complesso le emissioni dell'intero sistema sono notevolmente ridotte. Non è da sottovalutare, ad esempio, la riduzione dell'emissione di anidride solforosa che reagisce nell'essiccatore con l'ammoniaca presente per formare solfito/solfato di ammonio stabilizzato e fissato nel materiale solido carbonizzato (**char**).

Il **char** prodotto viene raffreddato e raccolto in fondo al reattore. Questo materiale è un fertilizzante utilizzabile in sostituzione di quelli al fosforo prodotti da minerali importati, è rispettoso del clima e migliora le caratteristiche del terreno.

L'aria di scarico risultante dal processo di essiccazione viene convogliata attraverso un sistema integrato di filtri autopulenti e completamente depurata dalla polvere. Questa aria di scarico, insieme ai gas di scarico della combustione della pirolisi, viene convogliata attraverso un biofiltro costituito da frammenti di corteccia e trucioli di legno. Le sostanze organiche odorose vengono ossidate dai microrganismi presenti nel biofiltro per far sì che l'aria rilasciata non abbia un cattivo odore.

Con il processo illustrato i fanghi di depurazione dei reflui civili possono essere trattati in modo efficiente, anche nel luogo di produzione, e restituiti al ciclo naturale mediante un processo con un bilancio di CO₂ negativo, sterilizzati e senza sprechi.



PyroDry® 5000

Esempio di impianto da 5.000 tonnellate/annue

Il sistema che viene illustrato è progettato per trattare 5.000t/anno di fanghi di depurazione disidratati meccanicamente con il 25% di sostanza secca (TS in breve). Ciò significa che è possibile lavorare 625kg di materiale in ingresso ogni ora. Nella Figura 5 è mostrata una panoramica del processo. Il diagramma a blocchi mostra il bilanciamento di massa e di energia nel processo PyroDry® con i principali dati di processo.

Fanghi disidratati

Quantità	5.000 t/anno
TS	25 %
Capacità operativa	625 kg/h

L'essiccazione del materiale nell'essiccatore Jumbo comporta una riduzione di massa di circa il 25% ed un contenuto di TS del 90%.

Fanghi essiccati

Quantità	1.389 t/anno
TS	90 %
Riduzione di quantità al	27,8 %
Capacità operativa	174 kg/h

Nell'ulteriore fase di lavorazione i fanghi vengono trasformati in pellet e vengono inviati al trattamento termico. In questo caso si ottiene un'ulteriore riduzione di massa di circa il 13% rispetto al materiale d'ingresso.

Carbonizzato (Char)

Quantità	680 t/anno
TS	100 %
Riduzione di quantità al	13 %
Capacità operativa	85 kg/h



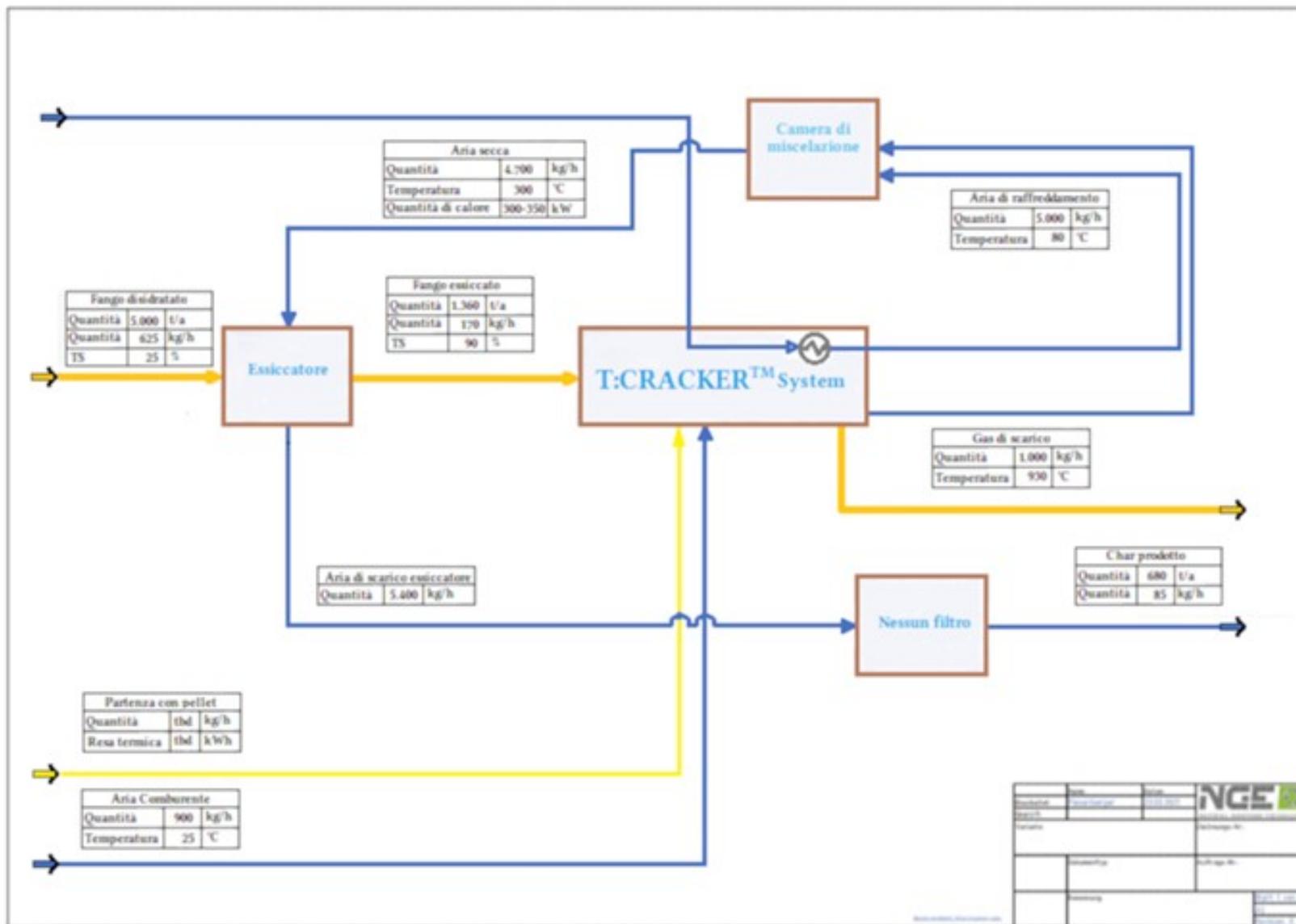


Figura 5: P&I : Quantità e bilancio energetico



La riduzione di massa ottenuta con il processo **PyroDry®** è mostrata chiaramente nella **Figura 6**. La riduzione di massa è di circa il 13% rispetto al materiale di ingresso.



Figura6: Riduzione di massa dei fanghi di depurazione attraverso il Processo-PYRODRY®

CO₂ – Potenziale di assorbimento del processo PyroDry®

Oltre all'enorme riduzione di massa durante il processo **PyroDry®**, si verifica anche un arricchimento in carbonio del materiale. Il carbonio esistente non viene completamente riconvertito durante il trattamento termico, ma rimane in forma stabile nel prodotto. Ciò si traduce in un potenziale assorbimento che sta assumendo un ruolo sempre più importante nel contesto della gestione delle crisi climatiche. Se si confronta, ad esempio, un impianto centrale di mono incenerimento con il processo **PyroDry®** per un quantitativo di 40.000 tonnellate di fanghi di depurazione l'anno, emerge il quadro di seguito rappresentato (**Figura 7**):

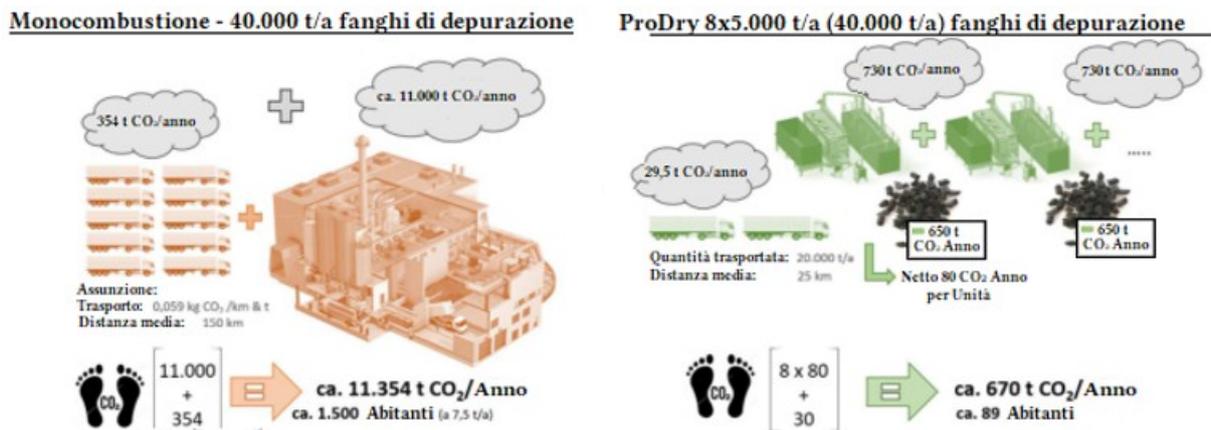


Figura7: CO₂ Confronto dell'impronta CO₂ tra tecnologie Combustione e Pirolisi

Da ciò si può dedurre che l'uso del sistema **PyroDry®** può far risparmiare circa 260kg~270kg di CO₂ per tonnellata di fanghi di depurazione trattata.

Punti di forza del Sistema PyroDry® (Jumbo – NGE)

- Trattamento completo, essiccazione e trattamento termico, dei fanghi di depurazione dei reflui civili per ottenere un prodotto intermedio o finale nella forma più compatta ed efficiente dal punto di vista energetico (autosufficienza termica!).
- Tecnologia impiantistica adatta al funzionamento completamente automatizzato di un moderno impianto di depurazione per insediamenti da 10.000 a 100.000 abitanti equivalenti o di un'azienda di smaltimento di rifiuti di medie dimensioni.
- Struttura modulare di dimensioni progressive fino a 5.000t/anno di fanghi o circa 450kW_{therm} di potenza termica dell'unità di carbonizzazione.
- Possibilità di dimensionamento da 1.500t/anno a 50.000t/anno unendo in parallelo più unità di sistemi **PyroDry®** garantendo il funzionamento per 24 h al giorno e per 365 giorni l'anno.
- Funzionamento in continuo ed indipendente ed alto grado di automazione ne rendono possibile la gestione senza la presenza costante dell'operatore.
- Capacità di essiccazione specifica a 0,7 kWh/kg di acqua, grazie al sistema Jumbo, abbinata alla massima efficienza termica grazie all'utilizzo diretto dei gas di scarico.
- Utilizzo di sinergie specifiche nel processo di purificazione dell'aria di scarico: l'essiccatore agisce contemporaneamente come purificatore dei gas di scarico con separazione chimica dell'SO₂ attraverso la reazione dell'NH₃ esistente nel processo di essiccazione.
- La combinazione dei due stadi in un unico sistema consente di convertire termicamente il materiale essiccato in ingresso in modo "delicato" e con bassi livelli di polvere varie.
- Possibilità di ulteriori utilizzi del residuo carbonizzato (Char) in funzione della qualità dei fanghi provenienti dai diversi depuratori (parola chiave: riciclaggio del fosforo).

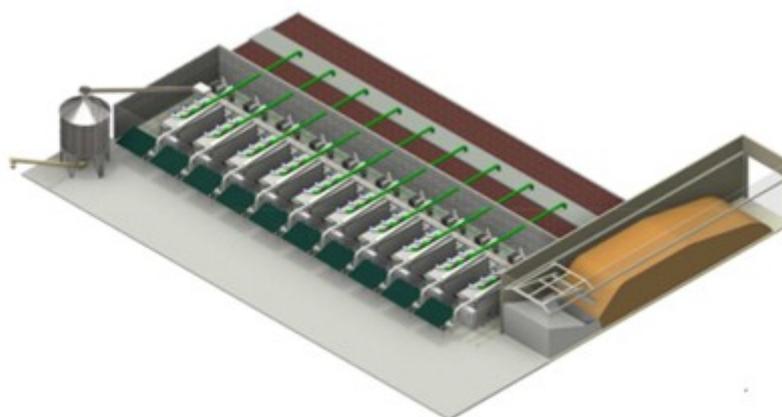


Figura 8: Simulazione di 10 sistemi da 5.000t/a PyroDry per 50.000t/a