



Sistemi non convenzionali per lo smaltimento distribuito e la valorizzazione energetica di rifiuti di varia natura

Dott. Ing. Pietro Capaldi
Dipartimento di Energia e Trasporti -

CNR

20 Gennaio 2010 – Aosta

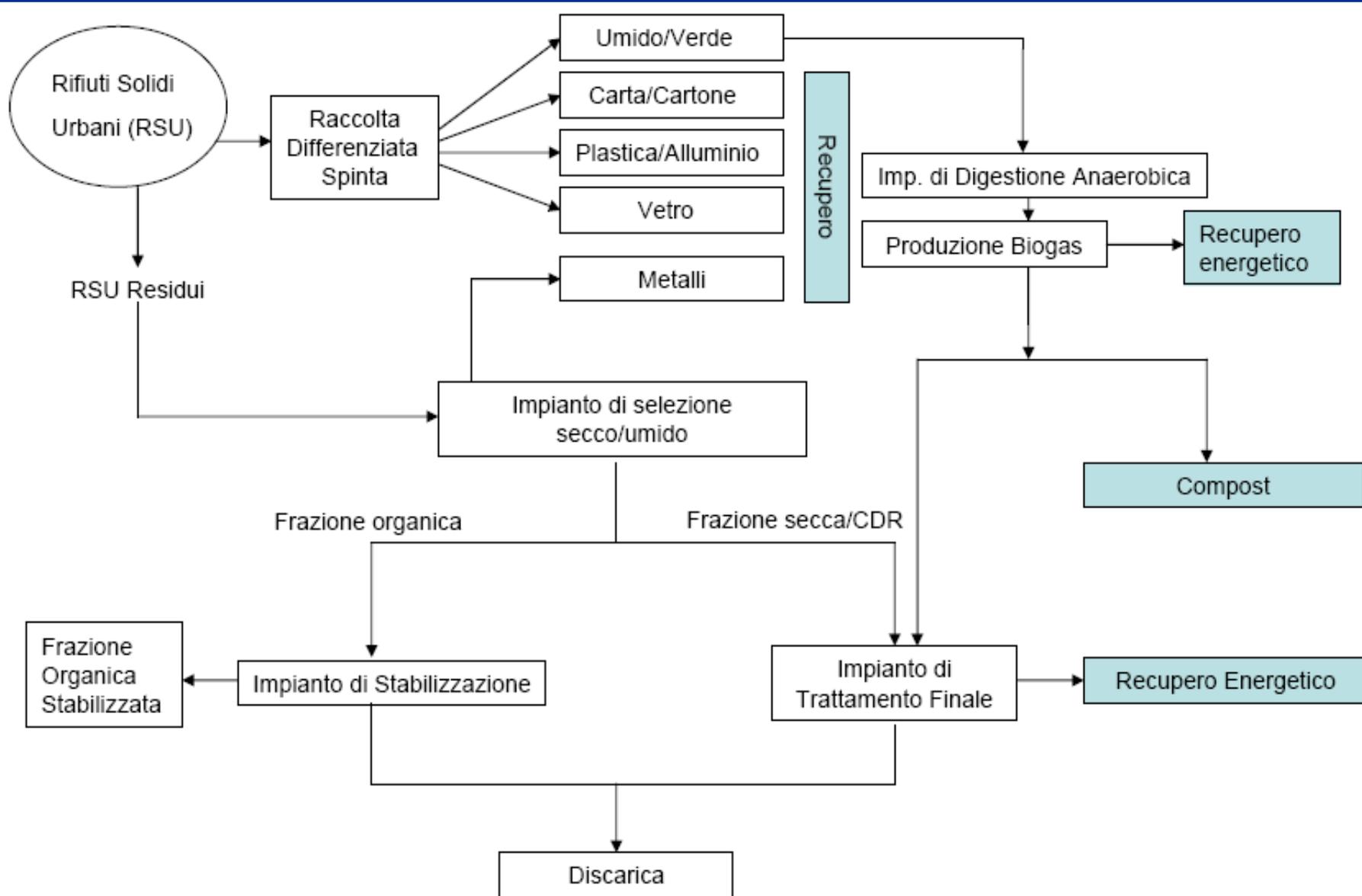
IL CICLO INTEGRATO DEI RIFIUTI

L'attuale sistema di smaltimento integrato dei rifiuti ruota intorno ai termovalorizzatori a combustione diretta, siano essi di ultima generazione alimentati con RUR (da differenziazione spinta come Milano, Brescia, Parigi, Amsterdam) che alimentati con CDR (in impianti meno recenti e differenziazione meno spinta);

In entrambi i casi è necessario un certo processo di pretrattamento e selezione per evitare la combustione di sostanze non idonee ed altamente inquinanti;

Il ciclo integrato è molto complesso a causa dell'elevato numero di fasi interconnesse, oltre ad essere molto oneroso in termini economici (avviamento e gestione).

IL CICLO INTEGRATO DEI RIFIUTI



**IL CICLO INTEGRATO DEI RIFIUTI:
LA SOSTENIBILITA' DEL PROCESSO**

Un ciclo integrato è rigido e critico nella gestione ed è difficile ottimizzare attentamente per ottenere la sostenibilità economica e finanziaria nel lungo periodo;

E' poco flessibile rispetto alla variabilità della domanda del mercato dei materiali riciclati (combustione diretta) non consentendo lo smaltimento del “non richiesto”;

Bilancio critico tra energia e/o materia recuperata e fonti primarie utilizzate (inquinamento ed energia da trasporto)

Situazione difficile in Italia a causa delle percentuali “non europee” di raccolta differenziata, dovute alla specifica situazione sociale ed organizzativa (specie nel Sud).

Tali considerazioni suggeriscono un approccio diverso.

DIFFERENTI SPECIFICHE RICHIESTE AGLI IMPIANTI

Possibilità di trattamento di rifiuti poco differenziati;

Ridotte dimensioni ed impatto visivo (accettazione della comunità locali – Sindrome di NIMBY);

Limitazione del bacino di raccolta, con smaltimento in loco riduzione di costi ed inquinamento da trasporto;

Emissioni inquinanti specifiche pari o migliori delle BAT ridotte in assoluto (senza concentrazioni locali);

Tecnologie già industrializzate e non sperimentali;

Ridotti tempi di costruzione ed avviamento;

Costi specifici €/ton-ora di rifiuto competitivi con le BAT, sia rispetto al costo dell'impianto che alla conduzione dello stesso;

Bilancio energetico manifestamente positivo;

E' un evidente esempio di smaltimento localizzato a causa dell' specifico contesto territoriale e sociale;

Le esigenze di smaltimento sono proprie di una rinomata meta turistica, con grandi fluttuazioni di produzione dei rifiuti (flussi turistici stagionali) ed una certa percentuale di indifferenziato (il turista è meno attento);

Per le piccole comunità è fondamentale la ridotta estensione dell'impianto e la possibilità di inserirlo facilmente in base alle esigenze logistiche del territorio;

I costi assoluti devono essere contenuti, con soluzioni che non prevedano necessariamente delle economie di scala, per poter essere convenienti dal punto di vista economico e finanziario nel breve periodo.

ALCUNI SISTEMI NON CONVENZIONALI

- **GASSIFICAZIONE:** sistemi già industrializzati per piccole medie taglie, anche se dal costo specifico ancora piuttosto elevato. Processo più efficace della combustione diretta rispetto ad emissioni e rendimento. Necessario un processo di pretrattamento e selezione nel caso di rifiuti solidi urbani per un controllo effettivo degli inquinanti.
- **PLASMA:** gassificazione mediante arco elettrico, con ottima qualità del gas prodotto e totale inertizzazione dei residui solidi. Indispensabile per il trattamento diretto di materiali estremamente pericolosi (amianto, pesticidi, etc.). Elevato dispendio di energia elettrica e potenzialità annua non elevata causa degli interventi di manutenzione (max 6000 ore/anno).

- Processo di scomposizione molecolare (tramite riscaldamento) di materiali di natura organica in totale assenza di ossigeno;
- Il rifiuto non viene bruciato direttamente, ma prima trasformato in altre sostanze combustibili che vengono di seguito ossidate secondo modalità ottimali e con ridotti eccessi d'aria.
- Elevato rendimento termodinamico e riduzione dei costi di impianto grazie ai minori volumi di fumi da trattare. Filtrazione ultrafine delle polveri sottili.
- Ridotte emissioni inquinanti (diossine, furani) grazie alla captazione delle sostanze pericolose prima della combustione. Riduzione metalli pesanti.

Privare il rifiuto di sostanze pericolose prima della combustione conferisce alla pirolisi la possibilità di trattare residui dalla composizione molto variabile (che varia fortemente rispetto alle zone ed alla stagione) ed anche molte tipologie di rifiuti (anche speciali) quali:

- > TQ (Tal Quale) e CDR di bassa qualità (Ecoballe);
- > Rifiuti ospedalieri;
- > Residui da rottamazione autoveicoli (Fluff);
- > Materiali poliaccoppiati (plastica-metallo);
- > Fanghi industriali.

In Giappone viene da tempo impiegata con successo per il trattamento di una parte significativa di tali residui

ALCUNI IMPIANTI NEL MONDO

Thide-IFP-Hitachi (Francia, Giappone pirolisi a tamburo rotante
www.thide.com);

Takuma (Giappone, www.takuma.co.jp);

Mitsui-Babcock (Regno Unito/ Giappone
www.mitsuibabcock.com);

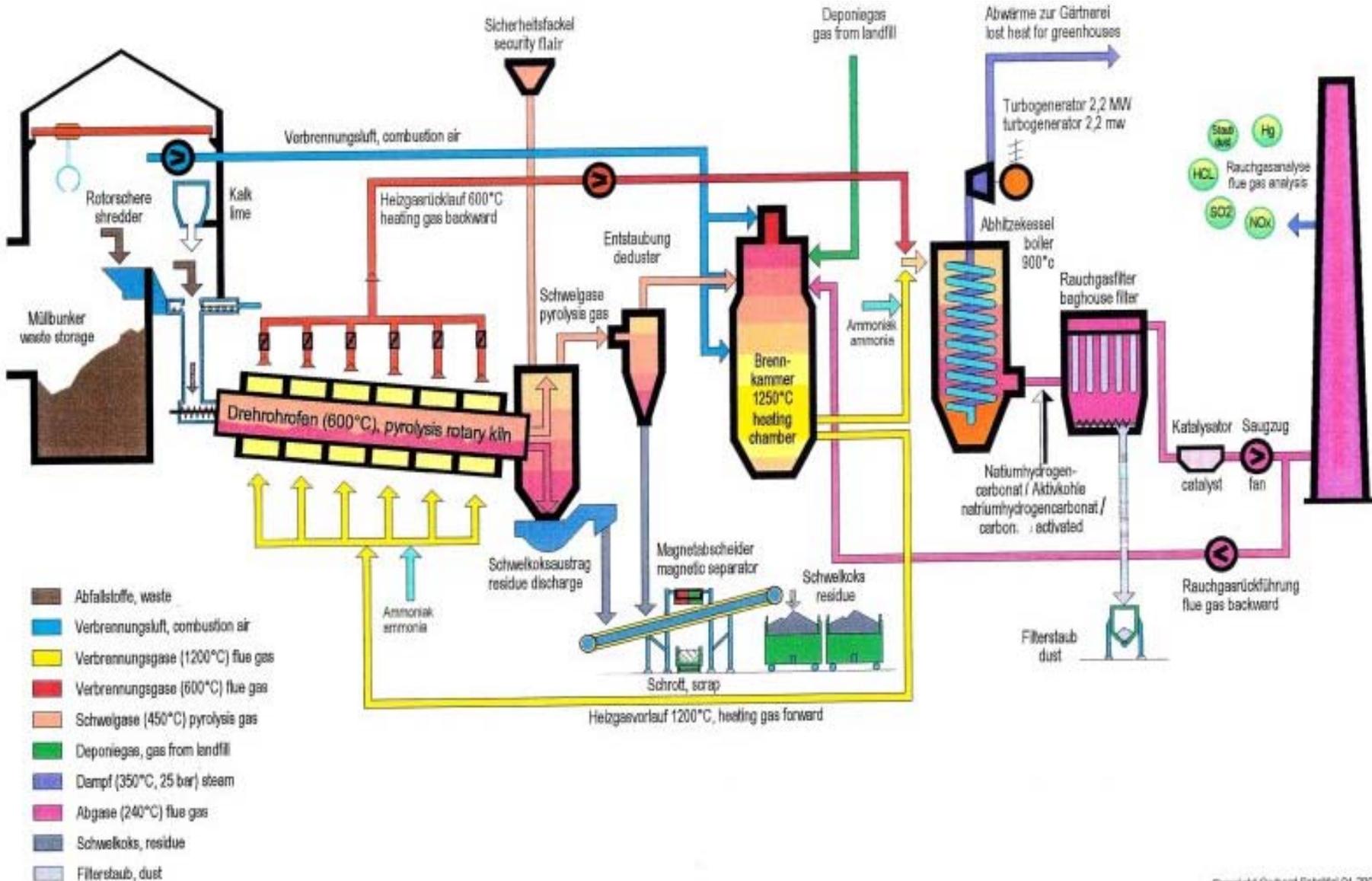
WasteGen (Regno Unito www.westgen.com);

Compact Power (U.K, www.ethosrecycling.co.uk);

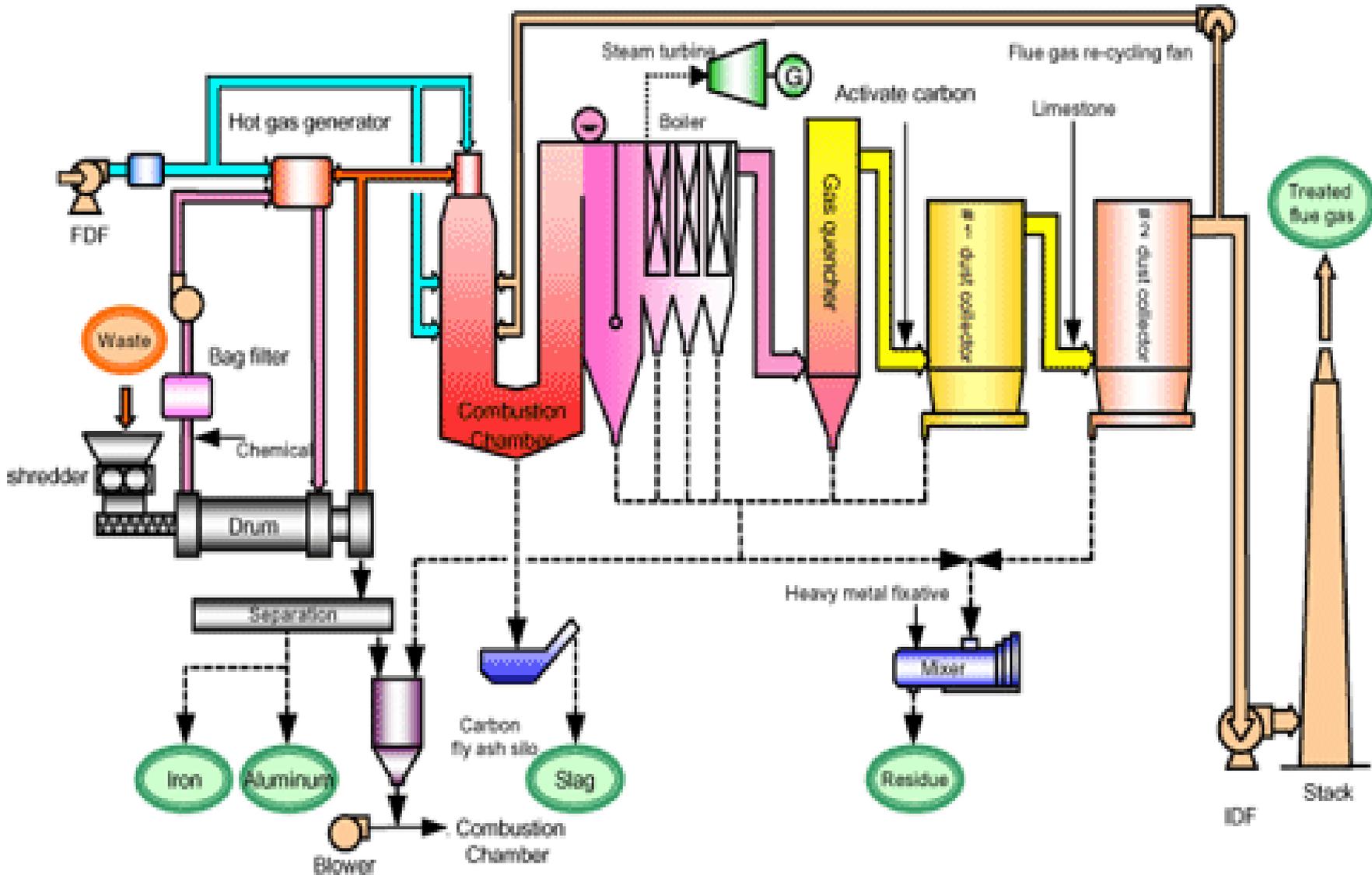
Techtrade (Belgio, Germania www.AAA.be);

Serpac (Belgio, www.bseri.com);

TECHTRADE PYROPLEQ BURGAU (4,5 Ton/ora)



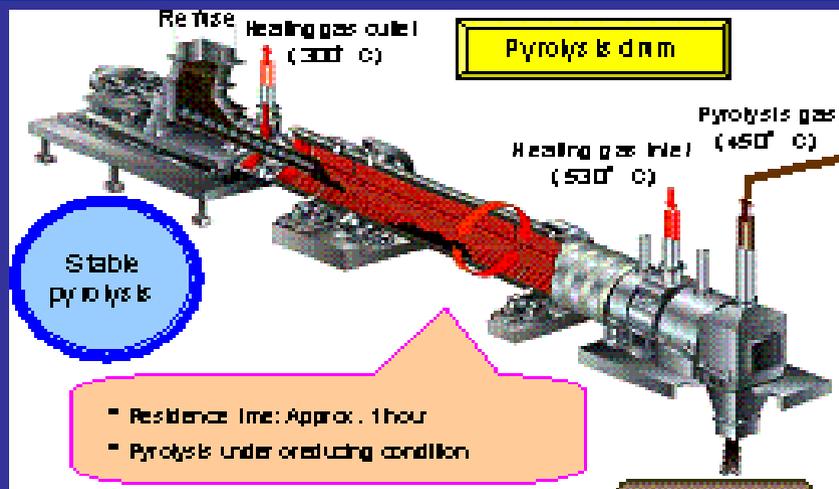
IMPIANTO TAKUMA (ASR) DA 4 Ton/ora



IMPIANTO TAKUMA (ASR) DA 4 Ton/ora

Stable pyrolysis which is not affected by deviation of waste
 → Securing stable pyrolysis gas

Achievement of reduced CO/DX due to stable combustion

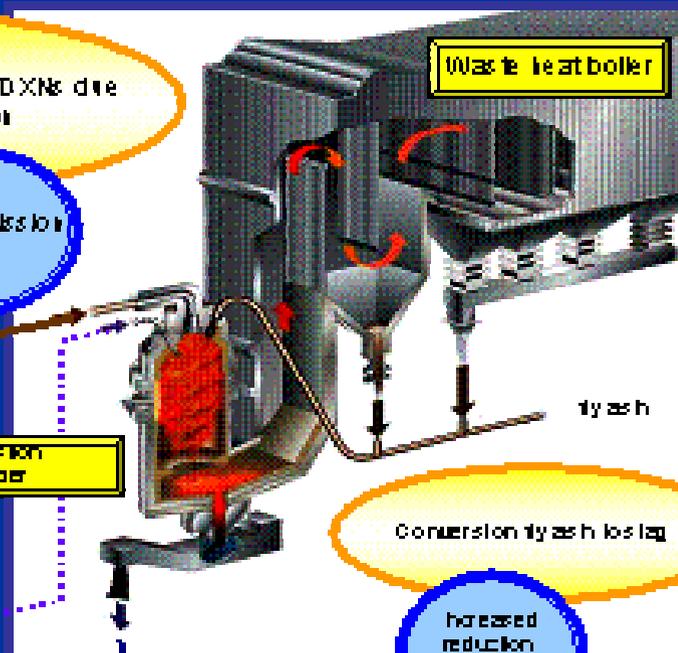


Low emissions

Gas-bus fuel

Combustion chamber

Solid fuel



Pyrolysis residue

Melting slag

Recovery of valuable

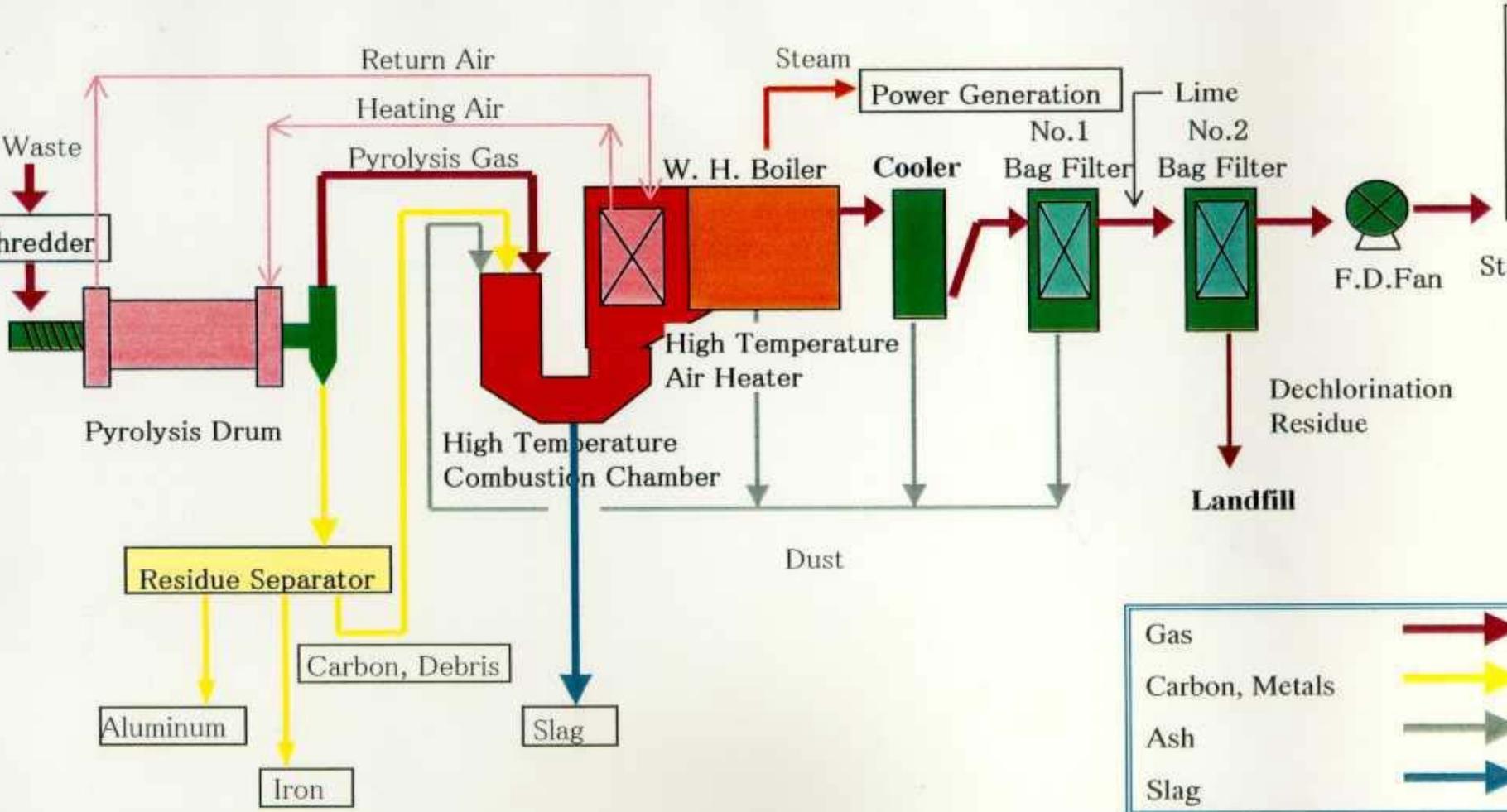


The iron is free of rust, aluminum is not melted, and the carbon is used as solid fuel.

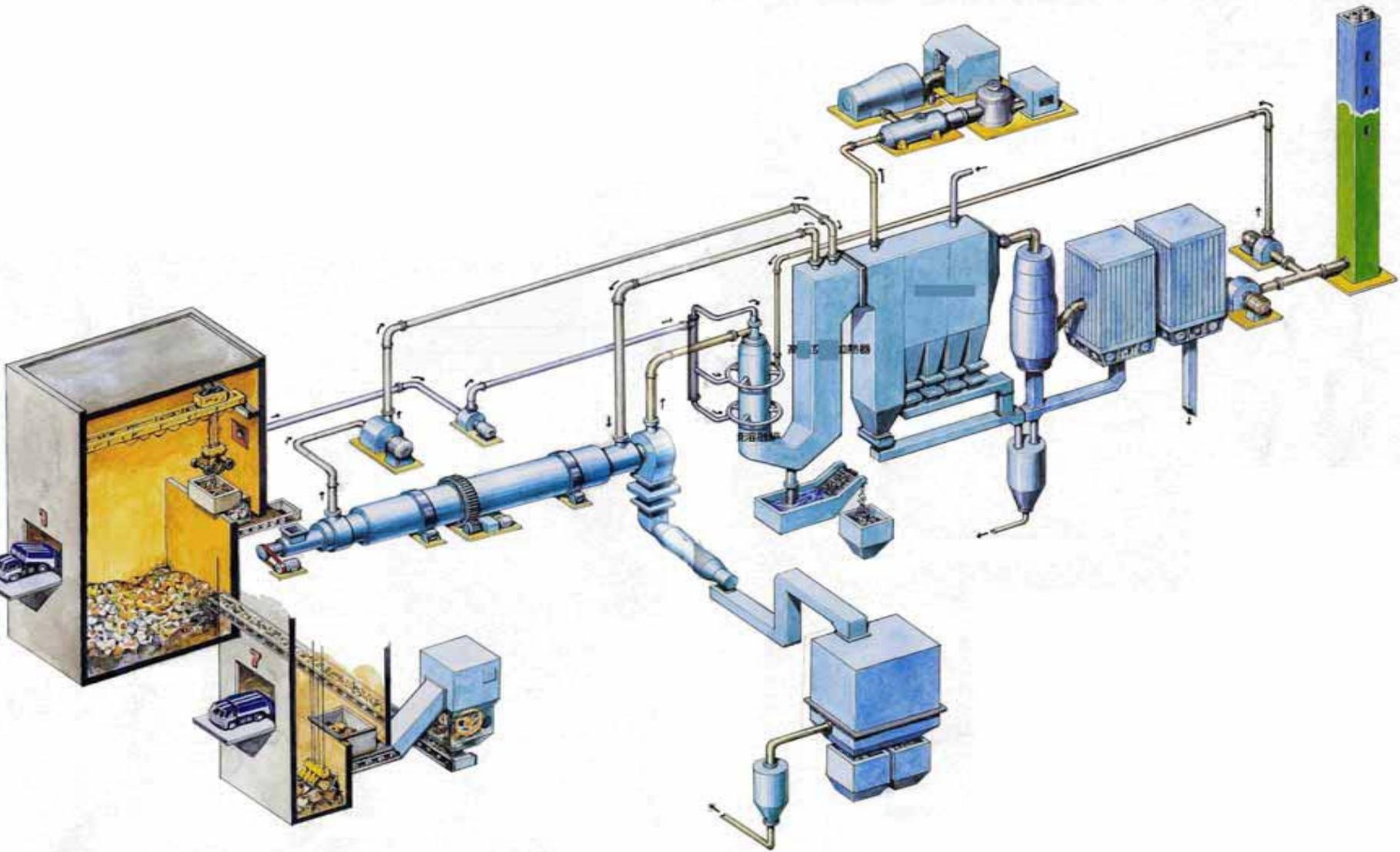
Used as road construction material

Standard Flow of R21

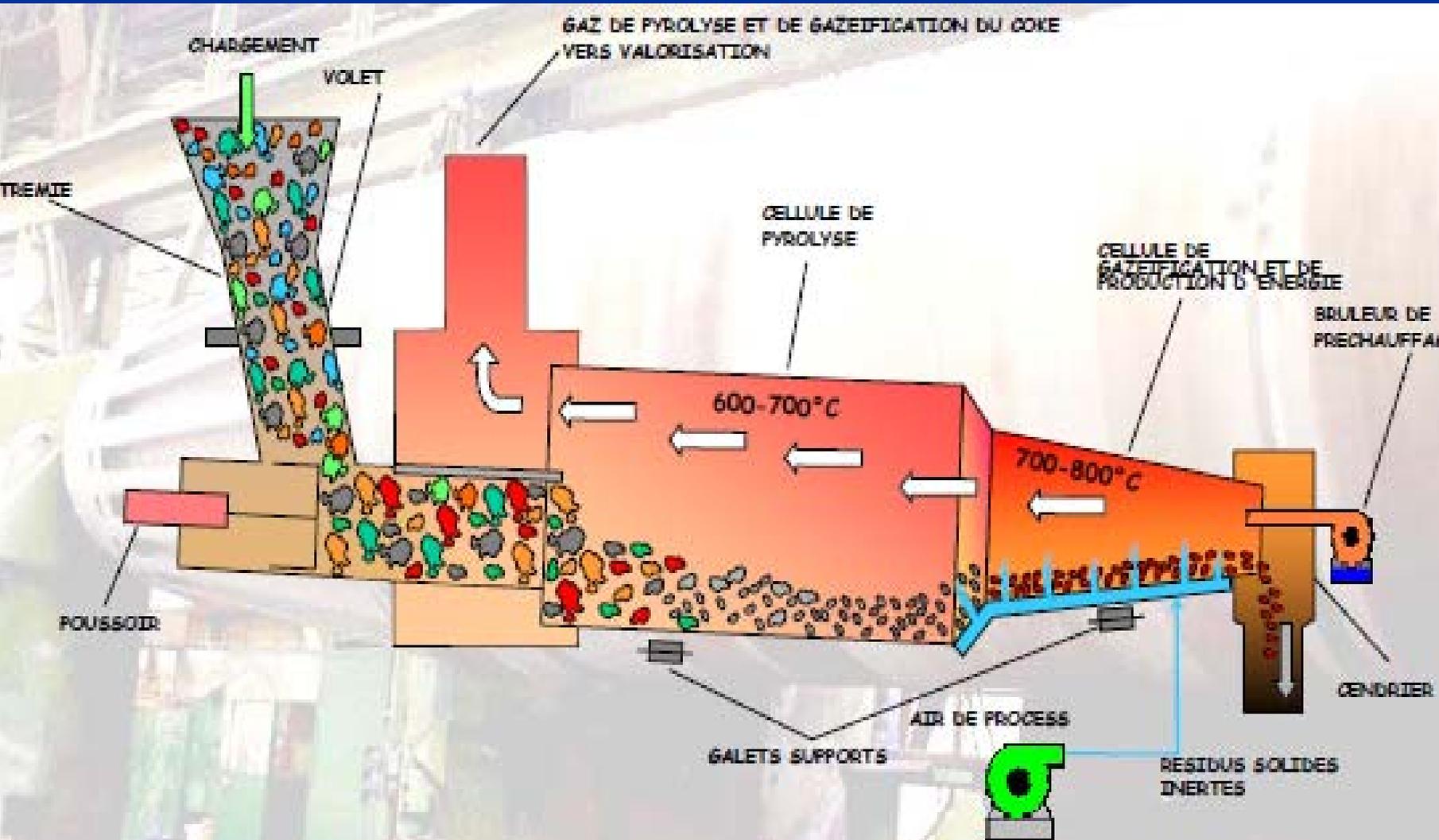
Mitsui Recycling 2



MITSUI – BABCOCK (8 Ton/ora)



BSE PIROGASSIFICAZIONE (1,7 Ton/ora)



BSE PIROGASSIFICAZIONE(1,7 Ton/ora)



20 Gennaio 2010– Aosta

ALTRE APPLICAZIONI INDUSTRIALI



**Trattamento di rifiuti
ospedalieri
e biomasse “CER”**

ANALISI COMPARATIVE EMISSIONI AL CAMINO

Process Represented by Manufacturer	Thermal Gasification Thermoselect/ Kawasaki	Pyrolysis + Vitrification Mitsui R21 (Siemens)	Thermal Pre - treatment/ Pyrolysis Noell/Technip /TechTrade	Thermal After – treatment Von Roll RCP	Combustion with energy recovery Best Available Technology (BAT)	2000/76/EC Directive Limit mg/Nm ³
Particles	0.2	<0.05	<1	<0.5	<1	10
TOC	2	<1	1	<0.5	<2	10
HCL	<0.2	<0.5	<0.5	<0.5	<1	10
HF	<0.1	<0.05	<0.1	<0.1	<0.1	1
SO ₂	<1	<0.7	<5	<1.5	<5	50
NO _x	<10	<70 (230 excl. deNOx)	<10	<50	<80	200
CO	<3	<2.3	<5	<8	<10	50
Cd / TI	<0.002	<0.002	<0.0035	<0.001	<0.001	0.05
Hg	0.007	0.006	<0.006	<0.001	<0.001	0.05
Heavy Metals	<0.04	<0.05	<0.04	<0.006	<0.05	0.5
PCDD/ PCDF ng/Nm ³	(<0.02)	<0.005	<0.01	<0.01	<0.05	0.1
Nm ³ flue-gas per tonne of waste	3130	3470	2800	3200	3950-4800	n.a.

COMPOSIZIONE MEDIA DEL RIFIUTO

Sorted fractions	Mixed industrial waste and waste from US Navy Base												Total	
	Container 2		Container 1+3		Container 4+5		Container 6+7		Container 8+9		Container 10+11			
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Cardboard/carton	66,1	22,1	66,3	20,3	49,2	21,7	50,4	27,3	49,9	38,8	49,6	30,3	331,5	25,0
Paper	57,4	19,2	41,6	12,8	40,1	17,7	17,2	9,3	15,6	12,1	21,8	13,3	193,7	14,8
Drinking carton	5,0	1,7	10	3,1	2,3	1,0	1,6	0,9	0,7	0,5	1,5	0,9	21,1	1,6
Hard Plastic	23,2	7,8	18,6	5,7	14,4	6,3	16,3	8,8	5,8	4,5	8,2	5,0	86,5	6,6
Soft Plastic	28,0	9,4	37,0	11,4	21,2	9,3	22,3	12,1	14,4	11,2	20,4	12,5	143,3	10,9
Wood	8,2	2,7	2,8	0,9	8,1	3,6	11	6,0	4,4	3,4	4,0	2,4	38,5	2,9
Textil	21,8	7,3	42,1	12,9	16,6	7,3	19,7	10,7	10,1	7,9	5,1	3,1	115,4	8,9
Metal	11,1	3,7	11,5	3,5	14,6	6,4	7,9	4,3	2,5	1,9	12,8	7,8	60,4	4,6
Glass	9,2	3,1	6,0	1,8	2,9	1,3	3,5	1,9	1,2	0,9	1,0	0,6	23,8	1,8
Food + rest	54,2	18,1	76,3	23,4	47,3	20,8	34,2	18,6	22,2	17,3	32,3	19,7	266,5	20,5
Paper, napkin	14,7	4,9	13,6	4,2	10,2	4,5	0,2	0,1	1,7	1,3	7,1	4,3	47,5	3,6
Hazardous waste	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
Total:	299	100	326	100	227	100	184	100	129	100	164	100	1328	100

LE NUOVE PROSPETTIVE DI UTILIZZO ENERGETICO

La possibilità di ottenere un combustibile energeticamente più ricco apre nuove frontiere rispetto a differenti forme di conversione energetica (rispetto agli impianti a vapore):

)TURBINA A GAS A COMBUSTIONE INTERNA

)TURBINA A GAS A COMB. ESTERNA (TGCE)

)CICLO COMBINATO (turbogas + vapore)

)MOTORE ALTERNATIVO A COMB. INTERNA

Tali sistemi possono assicurare, anche per impianti di piccola taglia, dei rendimenti elettrici NETTI molto interessanti realizzando una autentica valorizzazione energetica del rifiuto trattato (elettrica e termica).

NUOVE TECNOLOGIE: PERCHÉ NON IN PASSATO?

Processo solo apparentemente più articolato della combustione diretta (considerata la complessità del trattamento fumi con quest'ultima e minore nella pirolisi);

Impossibilità di realizzare grandi impianti contrapposta all'“economia di scala” dei sistemi convenzionali (non reale a causa dell'altissimo costo dei sistemi anti-inquinamento degli impianti convenzionali);

Opinione pubblica in passato non sensibilizzata da problematiche ambientali (trasporto, conversione locale di grandi quantità di rifiuto e del relativo inquinamento);

La non accettazione da parte della comunità è un processo sociale irreversibile.

Ridottissime dimensioni e piccoli camini;

Bacino di raccolta ridotto (100.000 p. con differenziata);



Sicura ed inevitabile accettazione della popolazione;

Ogni comunità sarà tenuta al solo smaltimento della propria parte prodotta (ridotto bacino di raccolta);

Innesco del circolo virtuoso dell'autoriduzione della produzione di rifiuti ed di una più spinta ed efficace differenziazione monte;

Lo smaltimento distribuito riflette l'odierno concetto politico di "gestione locale".

NUOVE TECNOLOGIE E LA COMPATIBILITÀ CON IL CONTESTO SOCIO-ECONOMICO ITALIANO

- Impianti producibili in piccole serie (carpenteria metallica e meccanica industriale) con costi specifici complessivi inferiori a quelli dei termovalorizzatori di grande taglia (> 7 M€/ton-ora);
- Elevata robustezza dell'investimento con rapido raggiungimento del punto di pareggio (BEP);
- **Operazione compatibile con le esigenze del capitale pubblico locale, privato o misto;**
- Abbandono dell'approccio del "ciclo integrato" con ridotta sensibilità degli impianti rispetto alla malavita organizzata (ridotti trasporti del rifiuto e ridotta sensibilità verso i sabotaggi).

CONCLUSIONI

Gli impianti di smaltimento di taglia ridotta potrebbero essere l'unica risposta per allentare la tensione sociale relativa alla collocazione degli stessi sul territorio;

Lo smaltimento diffuso evita le concentrazioni locali di inquinanti e minimizza quelli derivanti dal trasporto;

Alcuni sistemi non convenzionali offrono notevoli vantaggi rispetto alle emissioni ed al bilancio energetico totale, riducendo il numero di fasi dello smaltimento integrato ed il ricorso alla discarica;

La pirolisi, eventualmente seguito da un processo di gassificazione, rappresenta probabilmente il sistema dotato della maggiore flessibilità e rendimento energetico complessivo.