

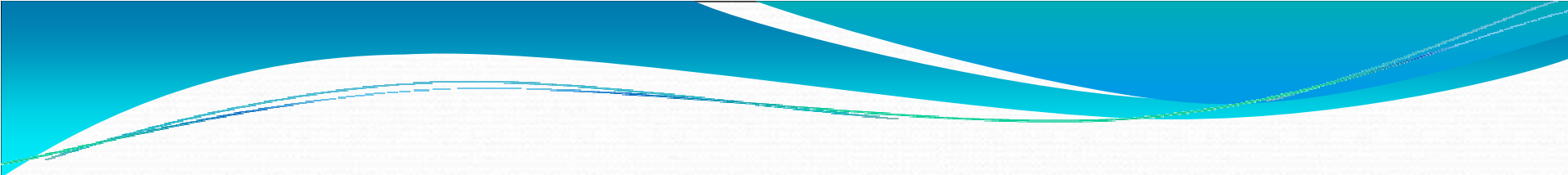
Sviluppi tecnologici dei processi di Gassificazione

Roma – 21 Ottobre 2011



FullCircle
dal CDR, al gas, all'energia





L'applicazione del processo di gassificazione al trattamento termico dei rifiuti nasce come risposta alla forte richiesta di ridurre l'impatto ambientale delle installazioni, dovuto soprattutto alle emissioni di composti organo-clorurati e alla produzione di residui da smaltire in discarica.

La combustione di elementi in forma solida è in generale più complessa rispetto alla combustione di specie in forma gassosa.

Un fattore fondamentale è la miscelazione tra combustibile e comburente che per i combustibili solidi è più difficile, ed una miscelazione imperfetta causa fenomeni di combustione parziale per cui:

- parte del materiale in ingresso può presentarsi incombusto sia nei fumi che nelle ceneri,
- si possono generare composti intermedi nocivi.

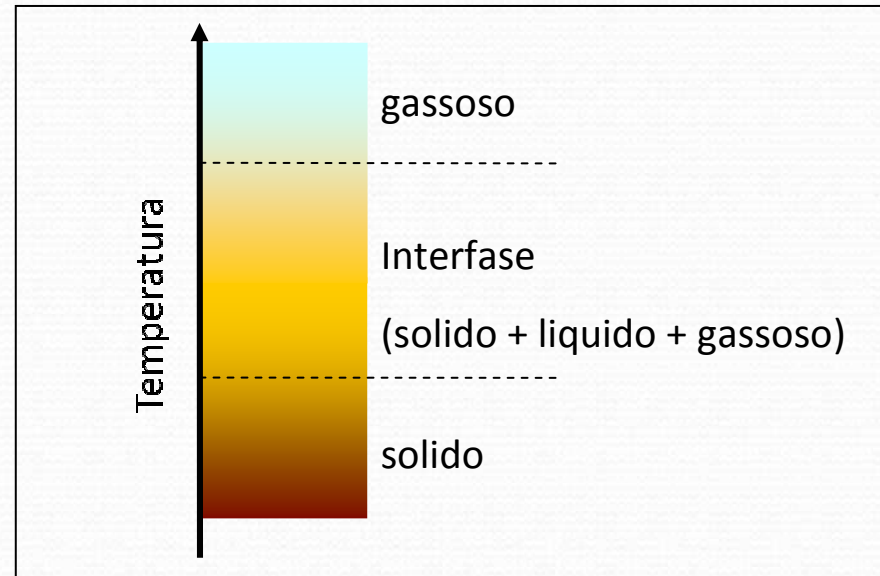
I rifiuti si presentano per la maggior parte in forma solida, eterogenea e variabile (si registrano caratteristiche diverse a seconda della zona e del metodo di raccolta, delle condizioni meteorologiche, delle stagioni, dei sistemi di pre-trattamento, ecc.).

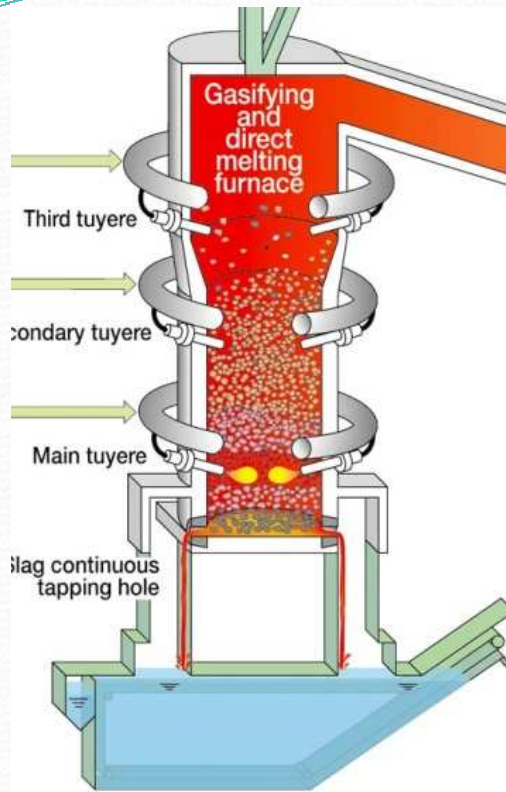
I processi cosiddetti di “combustione indiretta” propongono un approccio diverso al problema della combustione di solidi eterogenei, adattando un’idea già usata per altri combustibili “difficili” come gli scarti di raffineria o il carbone stesso.

A partire dai materiali allo stato solido, sono applicati dei processi di trasformazione fisica e chimica, per separare la componente combustibile da quella inerte, fino a renderla in una forma più adatta per la produzione energetica.

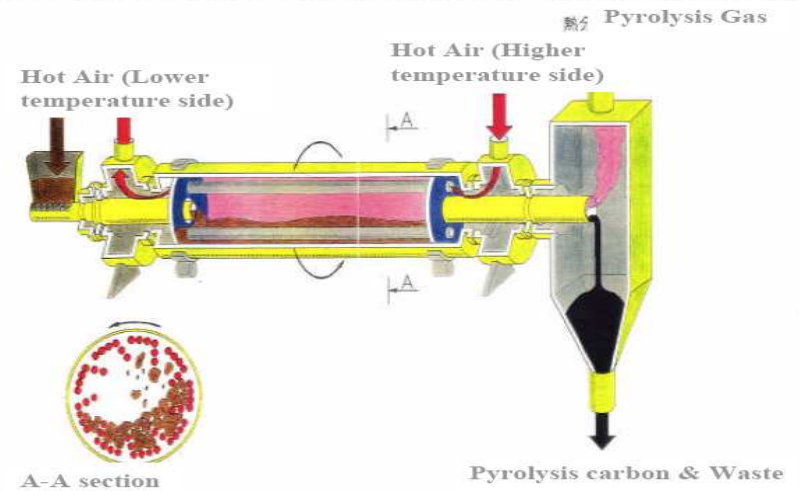
La trasformazione dipende da molti fattori tra cui i più importanti sono: le temperature, la presenza di ossigeno ed ovviamente i materiali trattati.

Aumentando infatti la temperatura i legami chimici si rompono e le molecole costituenti il materiale si dissociano e ricombinano in una serie di nuovi elementi.



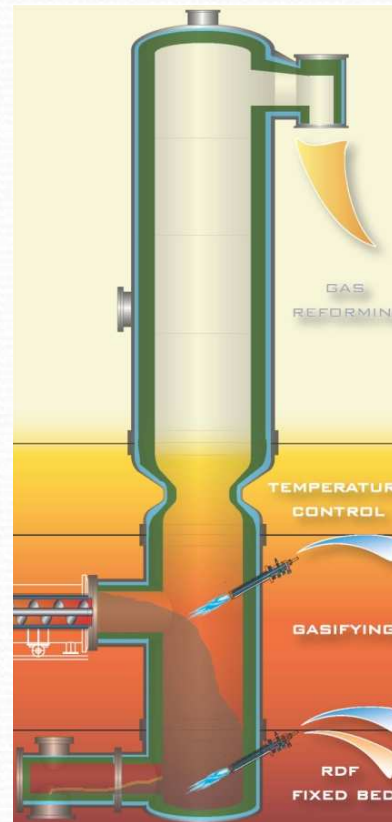


Forno rotante
(pirolisi)
15 Impianti

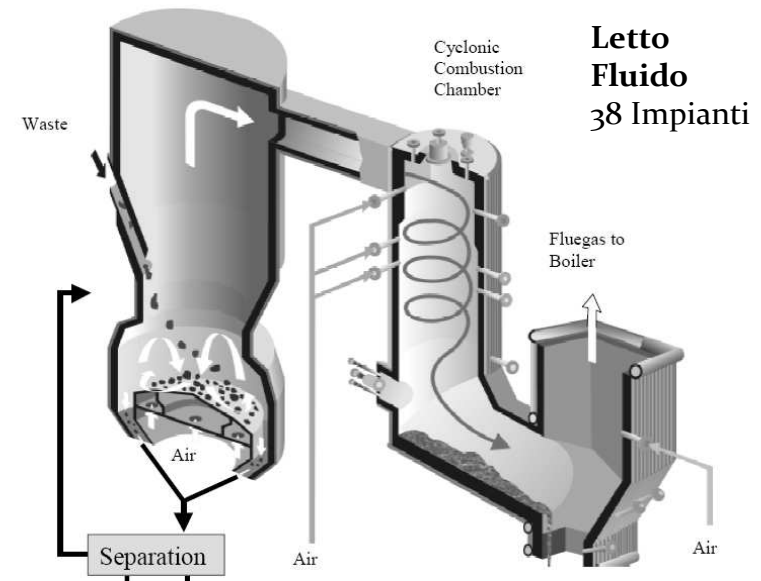


Fluidized Bed Gasifier

“Shaft”
(Reattore ad aria arricchita)
49 Impianti



“Convert”
(reattore ad ossigeno puro)
8 Impianti



**Letto
Fluidico**
38 Impianti

La gassificazione è un processo di dissociazione molecolare indotto dalla temperatura. Con il crescere dello stato di agitazione termica, dovuto all'elevata temperatura, i legami chimici si rompono e le molecole complesse, generalmente lunghe catene a base di carbonio, vengono scisse e si ricombinano in molecole sempre più semplici.

I prodotti del processo sono:

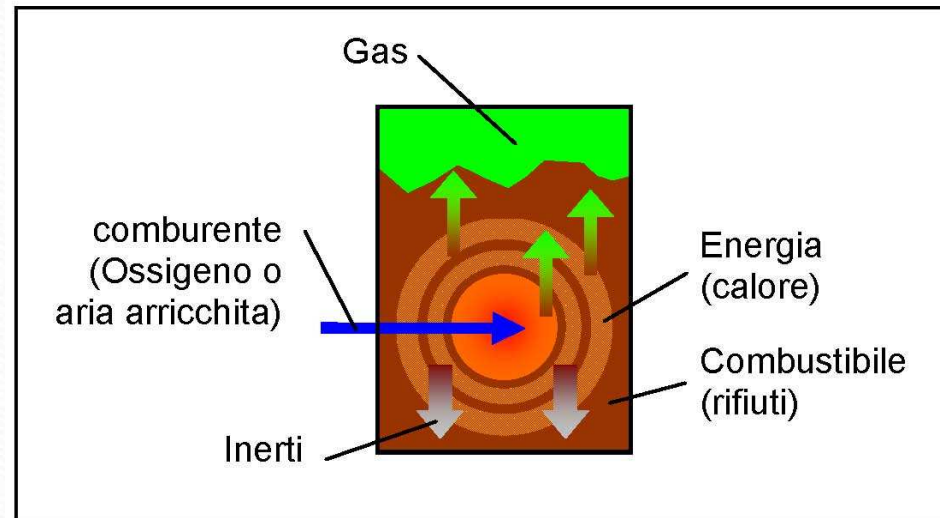
- Gas combustibile;
- Inerti fusi.

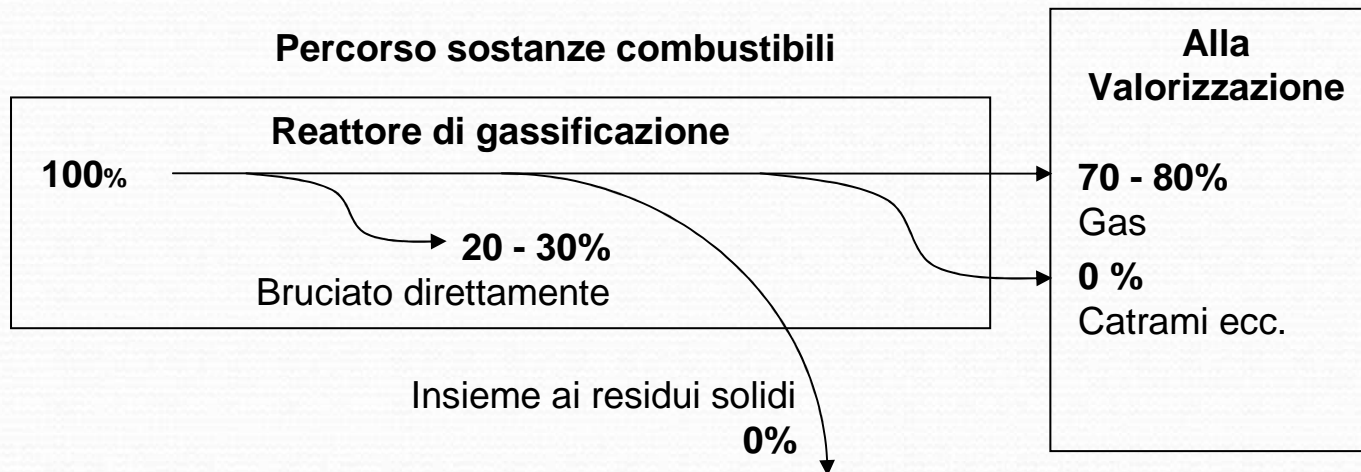
Il gas combustibile (Syngas) a livello macroscopico è formato da:

- H₂ idrogeno,
- CO monossido di carbonio,
- CO₂ biossido di carbonio,
- N₂ azoto,
- H₂O acqua.

Indipendentemente dai materiali di partenza.

Altri composti o elementi (H₂S, HCl, ecc.) si trovano solo in quantità macroscopicamente irrilevanti.



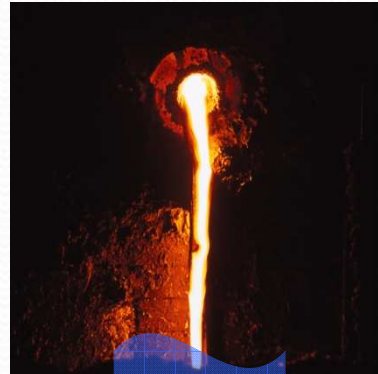


Le reazioni di combustione, fortemente esotermiche, liberano il calore necessario per innalzare la temperatura a valori tali da rendere possibili le reazioni di gassificazione.

Il fatto che l'energia termica si sviluppi all'interno del materiale permette di raggiungere temperature sufficientemente elevate affinché anche i composti organici più resistenti si decompongano. Si completa così il passaggio in fase gassosa di tutta la frazione combustibile, senza elementi in fase liquido/vapore (catrami o TAR).

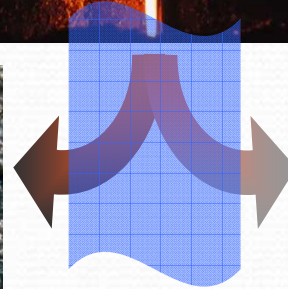
Minerale vetrificato

≈ 10% in peso
≈ 1% in volume



Metalli

≈ 1% in peso
≈ 0,15% in volume



Colata



Sempre grazie alle alte temperature, le frazioni inerti fondono e si presentano in forma di colata, che solitamente viene fatta stramazzone in un bagno d'acqua dove solidifica, formando granuli vetrificati.

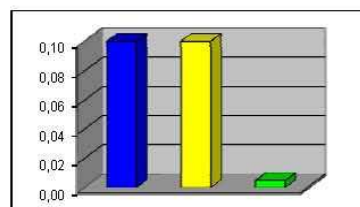
Minerali e metalli generano granuli distinti, grazie al diverso peso specifico. E' quindi possibile separare la frazione metallica da quella minerale.

- Terre contaminate (discariche esaurite)
- Fanghi
- Rifiuti Solidi Urbani
- CDR - CSS
- ASR (Car Fluff)
- Sanitari e Pericolosi
- Altro



Punti di forza del processo - Flessibilità

Diossine e Furani al limite della non-misurabilità

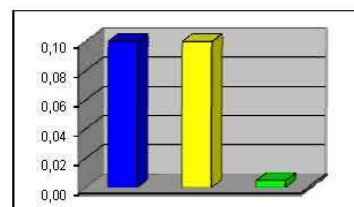


GENNAIO 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00617

Riduzione da norma Europea -93,83%

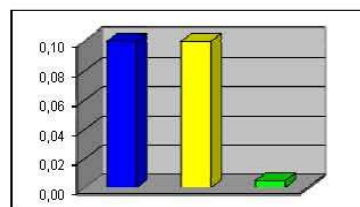


AGOSTO 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00078

Riduzione da norma Europea -99,22%

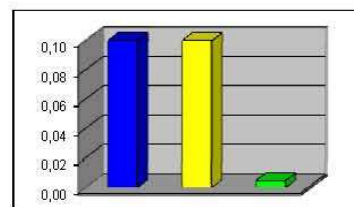


MARZO 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00467

Riduzione da norma Europea -95,33%

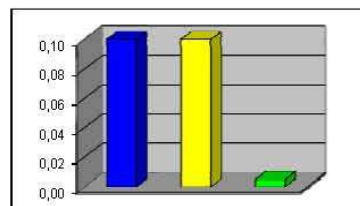


SETTEMBRE 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00713

Riduzione da norma Europea -92,87%

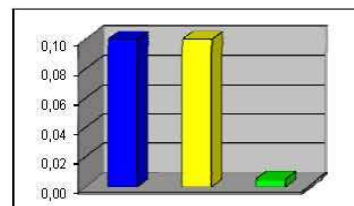


MAGGIO 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00000

Riduzione da norma Europea 0,60%



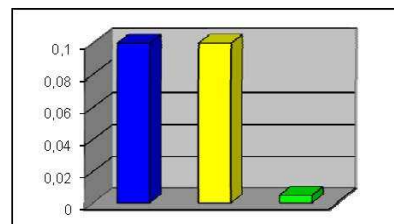
NOVEMBRE 2010

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3
Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00805

Riduzione da norma Europea 0,60%

Diossine e Furani al limite della non-misurabilità



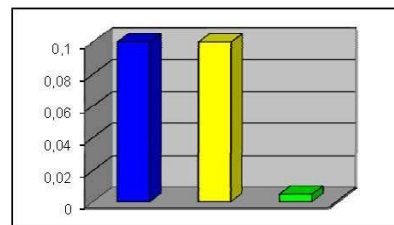
GENNAIO 2011

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3

Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00146

Riduzione da norma Europea -98,54%



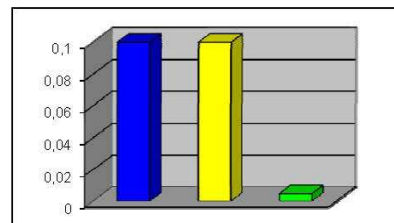
MARZO 2011

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3

Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00098

Riduzione da norma Europea -99,02%



MAGGIO 2011

Diossine e Furani (PCDD + PCDF) ng- TEQ/Nm3

Campionamento discontinuo su 8 ore come da

Normativa Italiana / Europea	0,10
Legge regionale Lazio	0,10
Media impianto in marcia	0,00148

Riduzione da norma Europea -98,52%

Frazioni solide rese come materie prime seconde



Punti di forza del processo – Impatto Ambientale

Caratterizzazione del Granulato Vetrificato: Eluato in acqua demi per il conferimento in discarica (D.M. 186 del 5/4/2006)

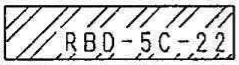

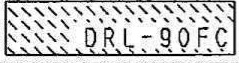

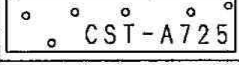
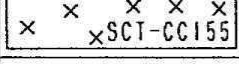
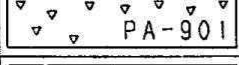

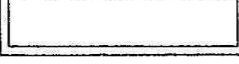
070RNPNP	Eluato in acqua demineralizzata:		-	-	UNI 10802:2004
071RNPNP	- Arsenico	0,01	mg/l	0,2	EPA 6010C 2007
072RNPNP	- Bario	0,16	mg/l	10	EPA 6010C 2007
073RNPNP	- Cadmio	<0,001	mg/l	0,1	EPA 6010C 2007
074RNPNP	- Cromo totale	<0,005	mg/l	1	EPA 6010C 2007
075RNPNP	- Rame	0,03	mg/l	5	EPA 6010C 2007
076RNPNP	- Mercurio	0,00069	mg/l	0,02	APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003
077RNPNP	- Molibdeno	<0,01	mg/l	1	EPA 6010C 2007
078RNPNP	- Nichel	0,03	mg/l	1	EPA 6010C 2007
079RNPNP	- Piombo	<0,01	mg/l	1	EPA 6010C 2007
080RNPNP	- Antimonio	0,02	mg/l	0,07	EPA 6010C 2007
081RNPNP	- Selenio	<0,01	mg/l	0,05	EPA 6010C 2007
082RNPNP	- Zinco	<0,01	mg/l	5	EPA 6010C 2007
083RNPNP	- Cloruri	<1,0	mg/l	2500	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
084RNPNP	- Fluoruri	<1,0	mg/l	15	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
085RNPNP	- Solfati	<1,0	mg/l	5000	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
086RNPNP	- DOC	4	mg/l	100	UNI EN 1484:1999

Punti di forza del processo – Impatto Ambientale

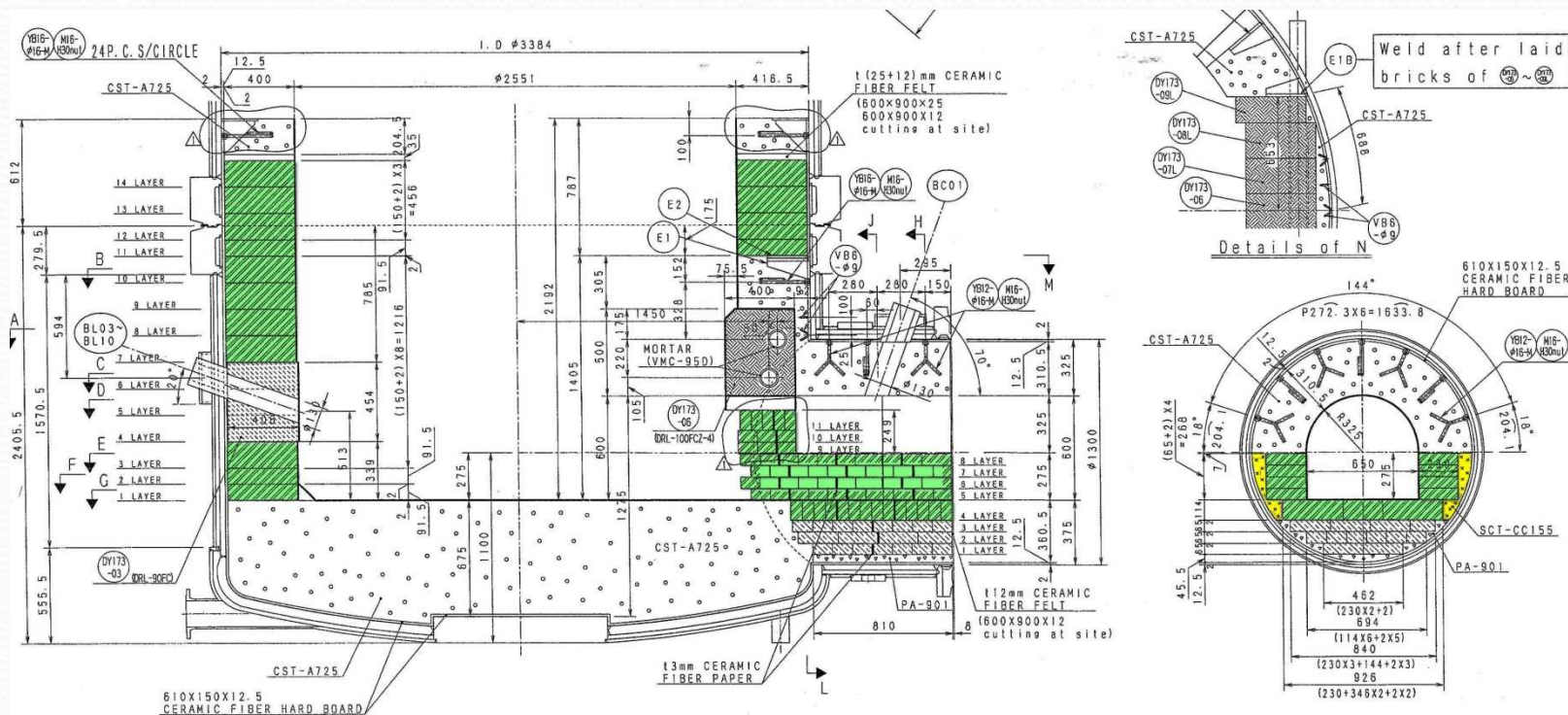
Caratterizzazione del Granulato Vetrificato: Test di cessione per il recupero dei rifiuti (D.M. 27/09/2010)

002REC	Test di cessione (acqua deionizzata):		-	-	UNI EN 12457-2:2004
003REC	- Nitrati	<1,0	mg/l NO3	50	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
004REC	- Fluoruri	<0,1	mg/l F	1,5	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
005REC	- Solfati	<1,0	mg/l SO4	250	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
006REC	- Cloruri	<1,0	mg/l Cl	100	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
007REC	- Cianuri	<5	µg/l Cn	50	EPA 6010C 2004 + EPA 6014 1996 escluso par. 7.6
008REC	- Bario	<0,01	mg/l Ba	1	EPA 6010C 2007
009REC	- Rame	<0,01	mg/l Cu	0,05	EPA 6010C 2007
010REC	- Zinco	<0,01	mg/l Zn	3	EPA 6010C 2007
011REC	- Berillio	<1,0	µg/l Be	10	EPA 200.9 1998
012REC	- Cobalto	<5	µg/l Co	250	EPA 6010C 2007
013REC	- Nichel	<1,0	µg/l Ni	10	EPA 200.9 1998
014REC	- Vanadio	<5	µg/l V	250	EPA 6010C 2007
015REC	- Arsenico	<10	µg/l As	50	EPA 6010C 2007
016REC	- Cadmio	<0,5	µg/l Cd	5	EPA 200.9 1998
017REC	- Cromo totale	<5	µg/l Cr	50	EPA 6010C 2007
018REC	- Piombo	<10	µg/l Pb	50	EPA 6010C 2007
019REC	- Selenio	<1,0	µg/l Se	10	EPA 200.9 1998
020REC	- Mercurio	0,58	µg/l Hg	1	APAT CNR IRSA 3200 A2 Man 29 2003

Tipologia dei refrattari utilizzati per il crogiolo

LEGEND		REMARKS
SYMBOL	QUALITY	
	MgO-Cr BRICK	SIDE WALL, HEARTH (MORTAR: VMC-95D)
	Al-Cr BRICK	WATER COOLED PIPE (MORTAR: VMC-95D)
	Al-Cr BRICK	BURNER (MORTAR: VMC-95D)
	HIGH ALUMINA BRICK	HEARTH (MORTAR: MHTC-16D)
	Al-Cr CASTABLE	WALL, ROOF
	Al-Cr-Mg CASTABLE	HEARTH
	HIGH ALUMINA RAMMING MATERIAL	HEARTH
	CERAMIC FIBER FELT	INNER SHELL (MORTAR: PB-N401)
	CERAMIC FIBER PEPER	EXPANSHION

Tipologia dei refrattari utilizzati per il crogiolo



Confronto impianti

Impianto	Componenti acidi nei materiali	
	Cl (%peso)	S (%peso)
Fukuyama (Gassificazione CDR)	0,45 - 0,76	0,05 - 0,18
Shiwa (Gassificazione RSU ed industriali)	0,15 - 0,22	0,07
Yokohama (Griglia Raffreddata RSU)	0,08 - 0,19	< 0,01

Perdita di materiale fasci tubieri surriscaldatori

Impianto	Press (bar)	Temp. (°C)	Materiale	Diam. Esterno	Spessore		Periodo (anni)	Perdita (mm/anno)
					Originale (mm)	Perdita (mm)		
Fukuyama	60	450	SUS 310-TB	57,1	6,0	0,0 - 0,4	3	0,13
Shiwa	25	300	STB 340-E	38,1	4,0	0,1 - 0,3	4,5	0,07
Yokohama	40	400	SUS 310-TB	42,7	4,7	0,0 - 1,9	7	0,27

Esperienza comprovata

La realizzazione di un impianto di gassificazione richiede conoscenze specifiche.

Sull'onda dei buoni risultati potenzialmente raggiungibili, molti soggetti si sono proposti sul mercato con soluzioni impiantistiche improvvisate che non hanno portato alle conclusioni sperate.

Per la realizzazione di un impianto non sperimentale, ma destinato a funzionare garantendo con continuità le prestazioni, sono necessarie referenze comprovate su scala industriale

Costi

I costi di realizzazione sono superiori, in ragione del 10% circa, rispetto a soluzioni tradizionali. I maggiori costi sono essenzialmente imputabili all'implementazione del processo di vetrificazione.

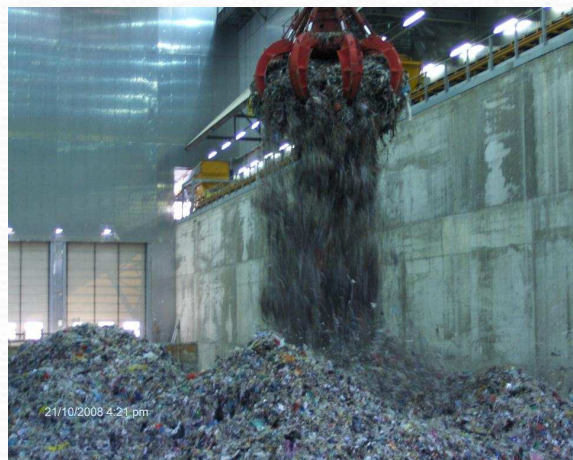
Taglia

La taglia massima su linea singola è ad oggi 300 t/giorno.

Gassificatore



Trattamento Meccanico Biologico

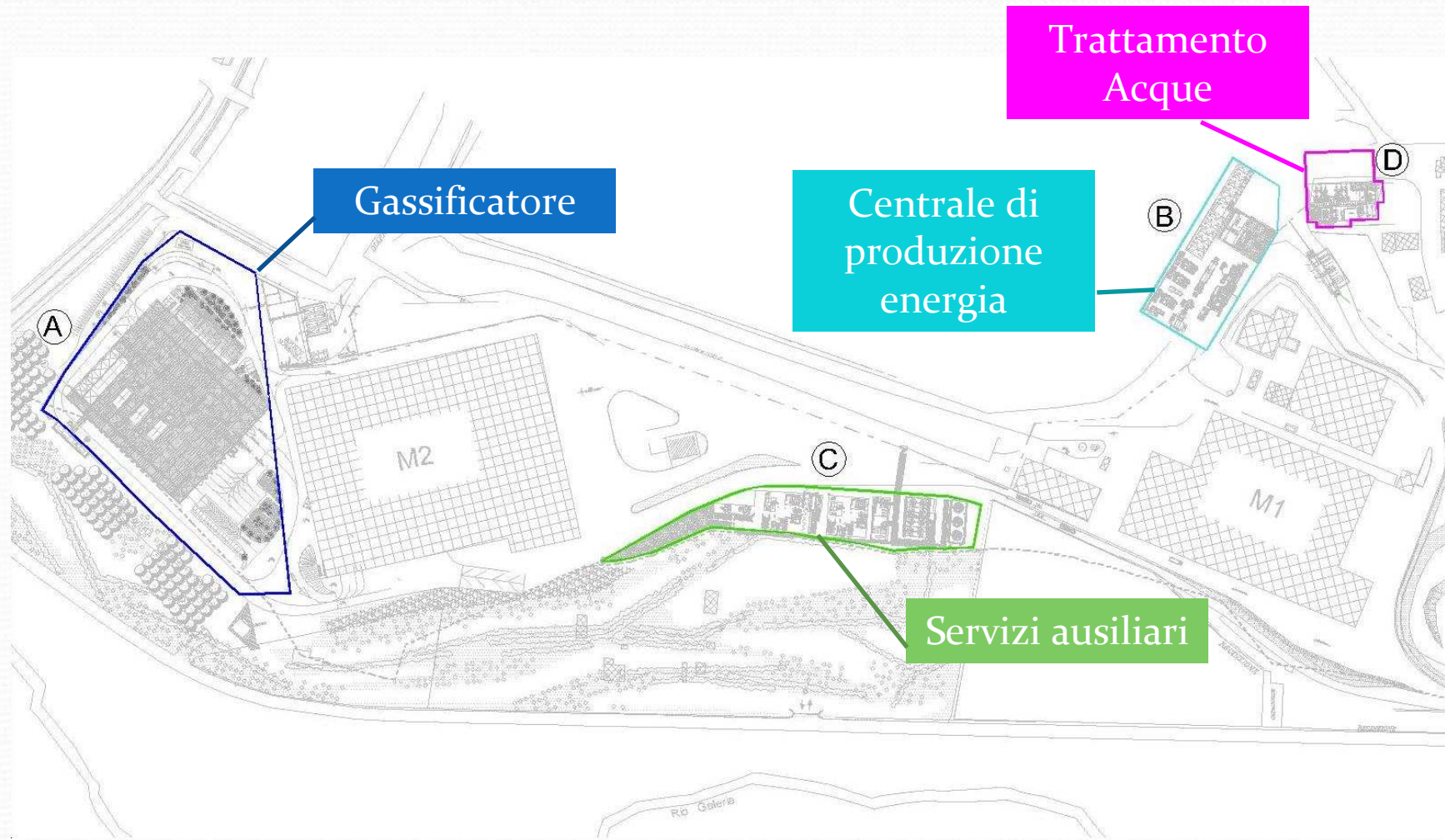


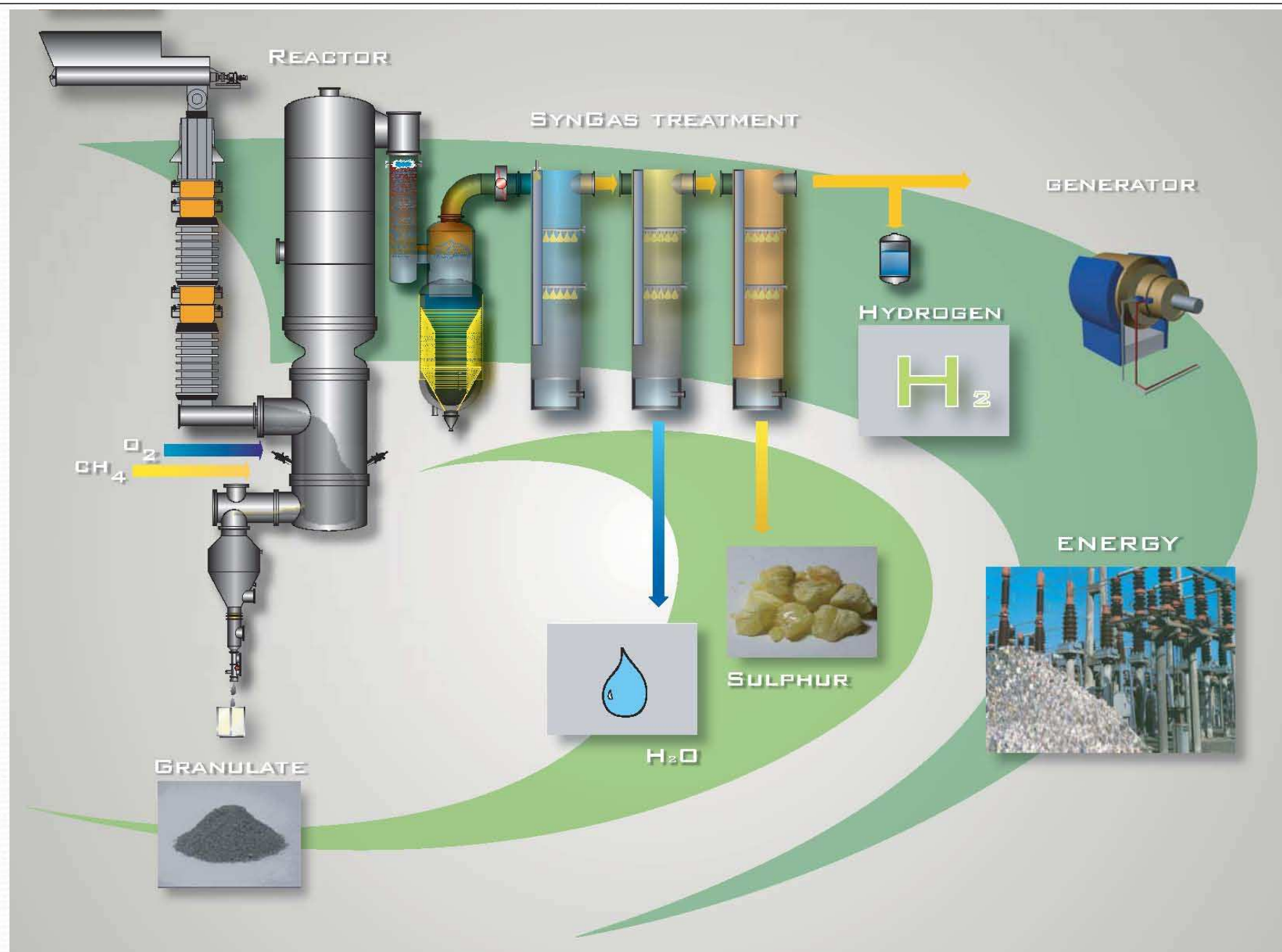
Malagrotta - TMB e Gassificatore

Processo: Gassificazione “Convert”
Capacità : 1° Linea - 10,0 t/ora
Impianto 182.500 t/anno
Materiale: CDR secondo DM 5/2/98
Residui solidi: Produzione di materiale vetrificato inerte
Contesto: Integrazione nel sito industriale esistente

Progetto sviluppato in due fasi:

- Realizzazione e messa in esercizio della prima linea dimostrativa,
- Completamento con ulteriori due linee.





Malagrotta - Linea di Gassificazione 1

1 HG1 - REATTORE

- RAFFREDDAMENTO BRUCIATORI
- RAFFREDDAMENTO CAMICIA
- RAFFREDDAMENTO GRANULATO
- RAFFREDDAMENTO QUENCH
- ALTA TEMP. QUENCH
- ALTA TEMP. REATTORE
- ALTA PRESS. REATTORE
- PILOTI FIACCOLA
- BASSO LIVELLO COLONNE
- ALLARME GENERALE GRANULATO

O2 Nm3/h **1300** M **500** L

CH4 Nm3/h **60** **80**

SYNGAS DegC **1180**

O2 LANCE AUTO / MAN kWh/Nm3

O2	1.13 % O2	1.10 % O2
H2	40.09 % H2	39.08 % H2
CO	41.89 % CO	42.47 % CO
CO2	8.35 % CO2	8.84 % CO2
	2.77 KWH	2.76 KWH

INTERBLOCCHI HH O2
ATTIVI NORMALE

INTERBLOCCHI LL H2
ATTIVI NORMALE

CARICAMENTO IN MARCIA

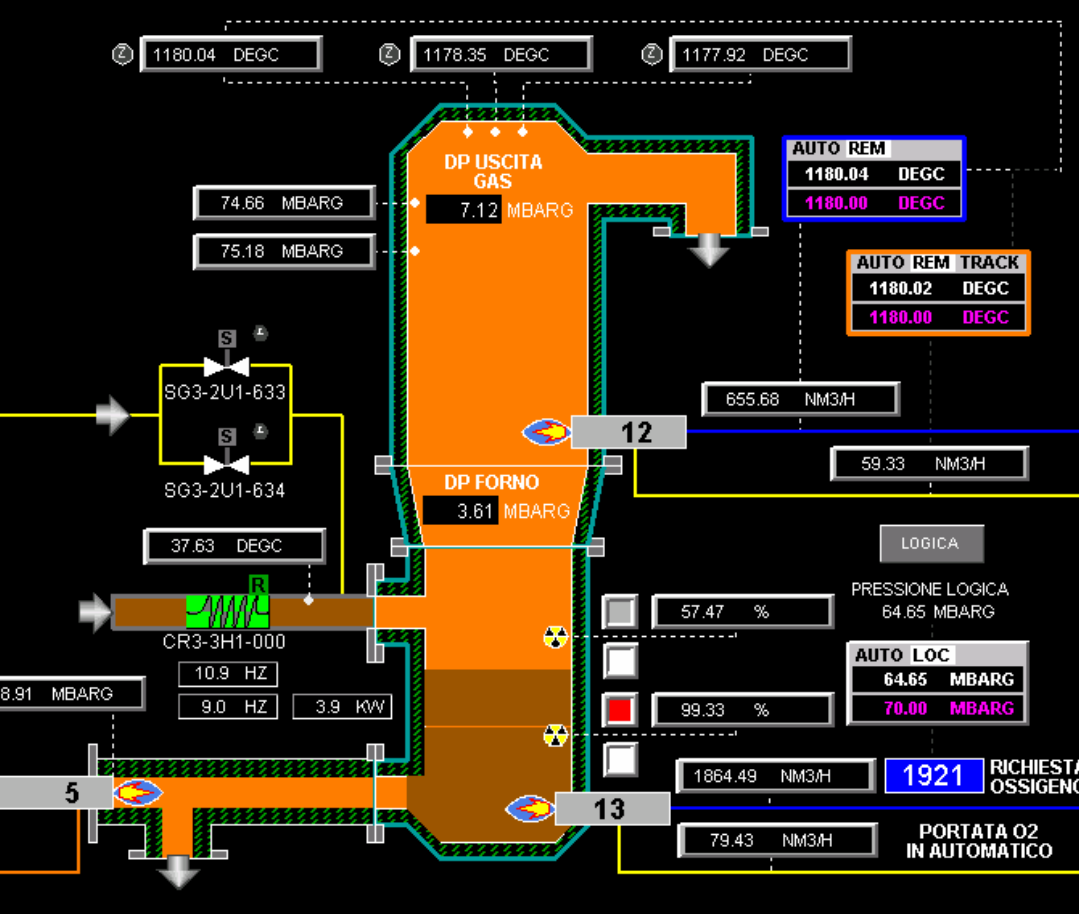
LAVAGGIO GAS APERTO

USCITA SYNGAS APERTA

COMPRESSORI ATTIVATI

N2 (3 barg)

BRUCIATORE EXT.



BLOCCA VALORE PCI

CONTROLLO PRESSIONI

MONITORAGGIO

Pressione coll. Syngas
555.70 MBARG

Portata Syngas
8646.52 NMC/H

DP Reattore - GQ1
10.03 MBARG

REGOLAZIONE TEMPERATURA

N2

RIARMO LANCE

RIARMO BRUCIATORI

TRENDS IVANO

REGOLAZIONE PORTATA FISSA

N2

Reattore di Gassificazione "Convert"

I principali dati di esercizio del gassificatore di Malagrotta sono i seguenti:

➤ Portata oraria di CDR:	8,0	t/h
➤ Potere calorifico medio (PCI) del CDR:	15.500	kJ/kg
➤ Portata media syngas:	9.000	Nm ³ /h
➤ Potere calorifico medio del syngas:	2,7	kWh/Nm ³
➤ CDR trattato nel 2010:	43.000	t
➤ Rendimento di gassificazione:	71	%

➤ **Caratteristiche del syngas (% in volume sul secco)**

➤ % di idrogeno:	37 %
➤ % di monossido di carbonio:	40 %
➤ % di anidride carbonica:	18 %
➤ % altri gas	5 %



Albano - Vista generale TMB e Gassificatore

Il progetto riguarda il completamento del sistema integrato di trattamento dei rifiuti di Albano, con la realizzazione di un nuovo impianto di produzione di energia elettrica alimentato dal Combustibile Derivato dai Rifiuti (CDR) proveniente dagli impianti di Trattamento Meccanico Biologico (TMB) di: Albano, Rocca Cencia e Salaria.

L'impianto autorizzato sarà composto da:

- due linee di gassificazione dalla capacità di trattamento di **600 ton/giorno**,
- una turbina a vapore da circa **35MWe**,
- ausiliari pronti per tre linee,
- E' prevista la possibilità di poter installare in futuro una terza linea

Camera di
Combustione

Generatore di
Vapore

Surriscaldatore

Reattore

Economizzatore

NEUTREC®

Reattore di
Gassificazione

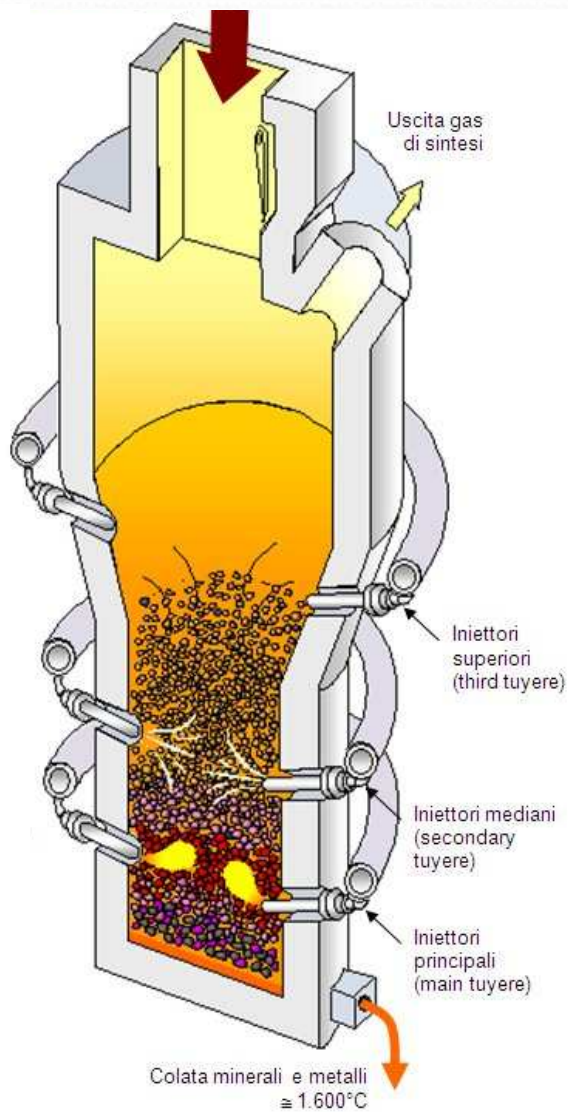
Ciclone

1° Filtrazione

2° Filtrazione

DeNOx
SCR

Albano - Linea di Gassificazione



Ingresso materiali

Uscita Gas di sintesi

Sezione 3

Stabilizzazione del processo ad alta temperatura
> 850 °C

Sezione 2

Gassificazione Elementi Volatili
600 – 800 °C

Sezione 1

Fusione inerti
> 1'600 °C

Scarico colata

Reattore di gassificazione "Shaft"



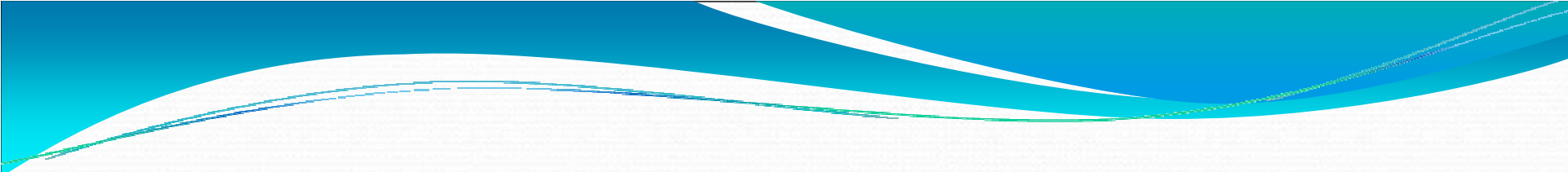
Aosta - Vista Generale impianto

Processo: Gassificazione "Shaft"

Capacità e materiali:

Rifiuti urbani ed assimilati	45.100 ton/anno
Rifiuti speciali assimilabili agli urbani	4.000 ton/anno
Fanghi da impianti di depurazione	10.000 ton/anno
Rifiuti sanitari	400 ton/anno
Scarti da RD materiale cellulosico	900 ton/anno
Scarti da RD materiale plastico	600 ton/anno
Scarti da RD sottovaglio	800 ton/anno
Scarti da RD inerti	500 ton/anno
Scarti da RD metalli	200 ton/anno
Recuperi da discarica	10.000 ton/anno
	<hr/>
	<i>72.500 ton/anno</i>

Residui solidi: Produzione di materiale vetrificato inerte



Grazie per l'attenzione

Roma - 21 ottobre 2011

Luca Spadacini - Mauro Zagaroli