



CNR Istituto
per lo Studio
Materiali
Nanostrutturati



LISA
Laboratorio
con
l'Industria per
la Sicurezza
Ambientale



IL TRATTAMENTO DEI RIFIUTI URBANI:

DAL RECUPERO ALLA VALORIZZAZIONE

LE NUOVE TECNOLOGIE CNR

Il Rifiuto Solido Urbano come Fonte di materie prime ed energia

Il Rifiuto solido Urbano (RSU) è visto nella maggior parte dei casi come un problema da risolvere, possibilmente più lontano possibile dal proprio ambiente di vita..

E' invece possibile rovesciare questo concetto, assimilando il RSU ad un GIACIMENTO di MATERIE PRIME e di COMBUSTIBILI, praticamente inesauribile e a basso costo

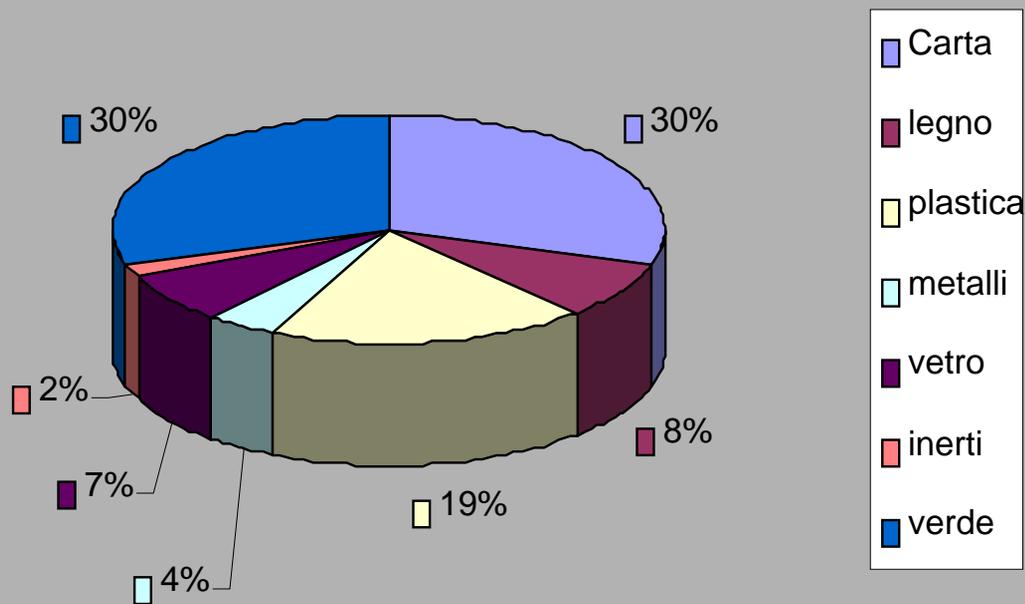
Per recuperare queste materie prime è necessario utilizzare tecniche di separazione e di arricchimento, tipiche dell'industria mineraria

Il CNR ISMN ha messo a punto un circuito di RAFFINAZIONE che permette di ottenere questo risultato e lo propone al Pubblico affinché sia compreso e, se possibile, apprezzato ..



ANALISI MERCEOLOGICA DI UN R.S.U.

Composizione media RSU Italiano



Quanto valgono le varie frazioni se opportunamente valorizzate?

Da 100 ton di RSU:

3 ton ferrosi + 2 ton rame e alluminio = 15.000 €

Plastiche + carta + organico, 79 ton, per produzione diesel (65 ton) = 32.500 €

Totale = 47.500 €

(475 €/Ton)

Quanto si perde a buttare via questa risorsa?

100 X 120€/ton = 12.000 € +

Mancato realizzo = 59.000 €

(590 €/ton)

Effetti del non-recupero sull'incenerimento

E' dimostrato che taluni elementi pericolosi (quali i metalli basso-fondenti, Hg, Tl, Cd, Pb, Sn) tendono a ricondensarsi nelle ceneri e da queste nei suoli. E' l'effetto di **CONCENTRAZIONE**, che moltiplica la presenza dei metalli pesanti da 10 a 100 volte

Ecco quindi che il cosiddetto CDR, se non è ottenuto da un pretrattamento che elimina tali elementi, rischia di trasformarsi in un veicolo di inquinanti perniciosi

METALLI:

Hg (rifiuto) = 1-10 ppm

Hg (scoria) = 100-600 ppm

As (rifiuto) = 0.1-1 ppm

As (scoria) = 10-70 ppm

Effetti del non-recupero sull'incenerimento

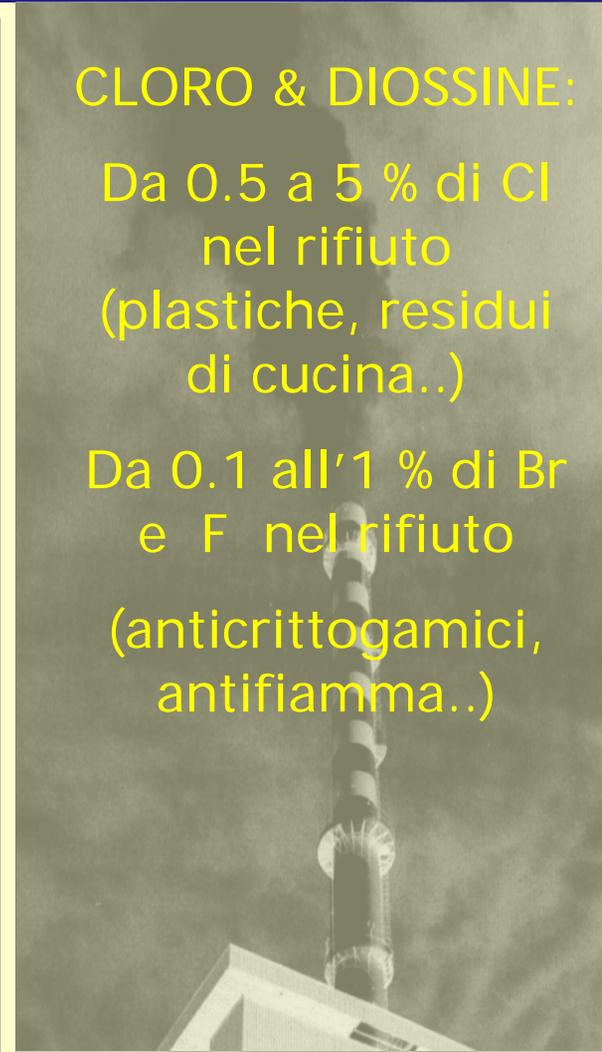
La sola presenza di sale da cucina (NaCl) oltre che di plastiche con cloro (PVC) determina la sicura formazione di composti clorurati, tra i 250 e 800°C. Tali composti denominati PCDD e PCDF (comunemente chiamati DIOSSINE) si formano sempre nel corso della combustione e si legano fisicamente alle ceneri, ricadendo al suolo.

L'unico modo per non averle nei fumi è non avere cloro o alogeni nel combustibile

CORO & DIOSSINE:

Da 0.5 a 5 % di Cl nel rifiuto (plastiche, residui di cucina..)

Da 0.1 all'1 % di Br e F nel rifiuto (anticrittogamici, antifiamma..)



LA RAFFINAZIONE DEL RIFIUTO

Anche se si sviluppa la RD recuperando le componenti utili del rifiuto, quali i metalli, carta, plastica e vetro, rimane sempre una frazione da smaltire, che deve essere dapprima depurata delle componenti pericolose (metalli residui, alogeni, idrocarburi, inerti)

Anche in questo caso si deve raffinare il rifiuto

NON E' POSSIBILE ALTRIMENTI OTTENERE COMBUSTIBILI DA RIFIUTO (CDR) PULITI E AD ELEVATO P.C.



TECNOLOGIA THOR: RAFFINAZIONE MECCANICA DI R.S.U.



THOR - Total HOuse-waste Recycling

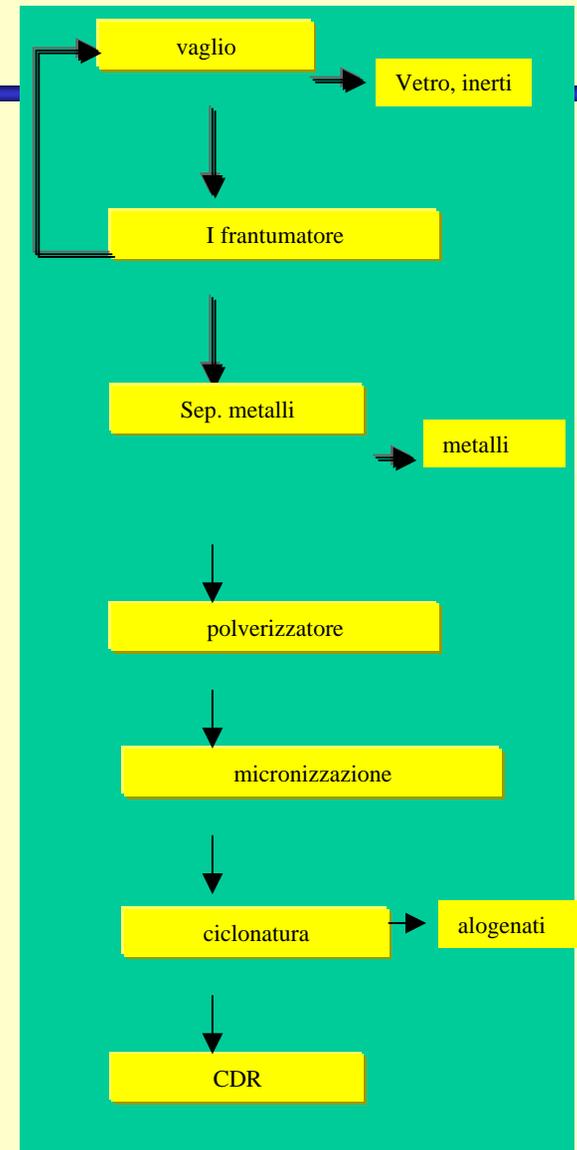
è basato su un'idea innovativa:

raffinare il rifiuto solido urbano, come se si trattasse di una risorsa minerale dalla quale estrarre tutte le componenti utili.

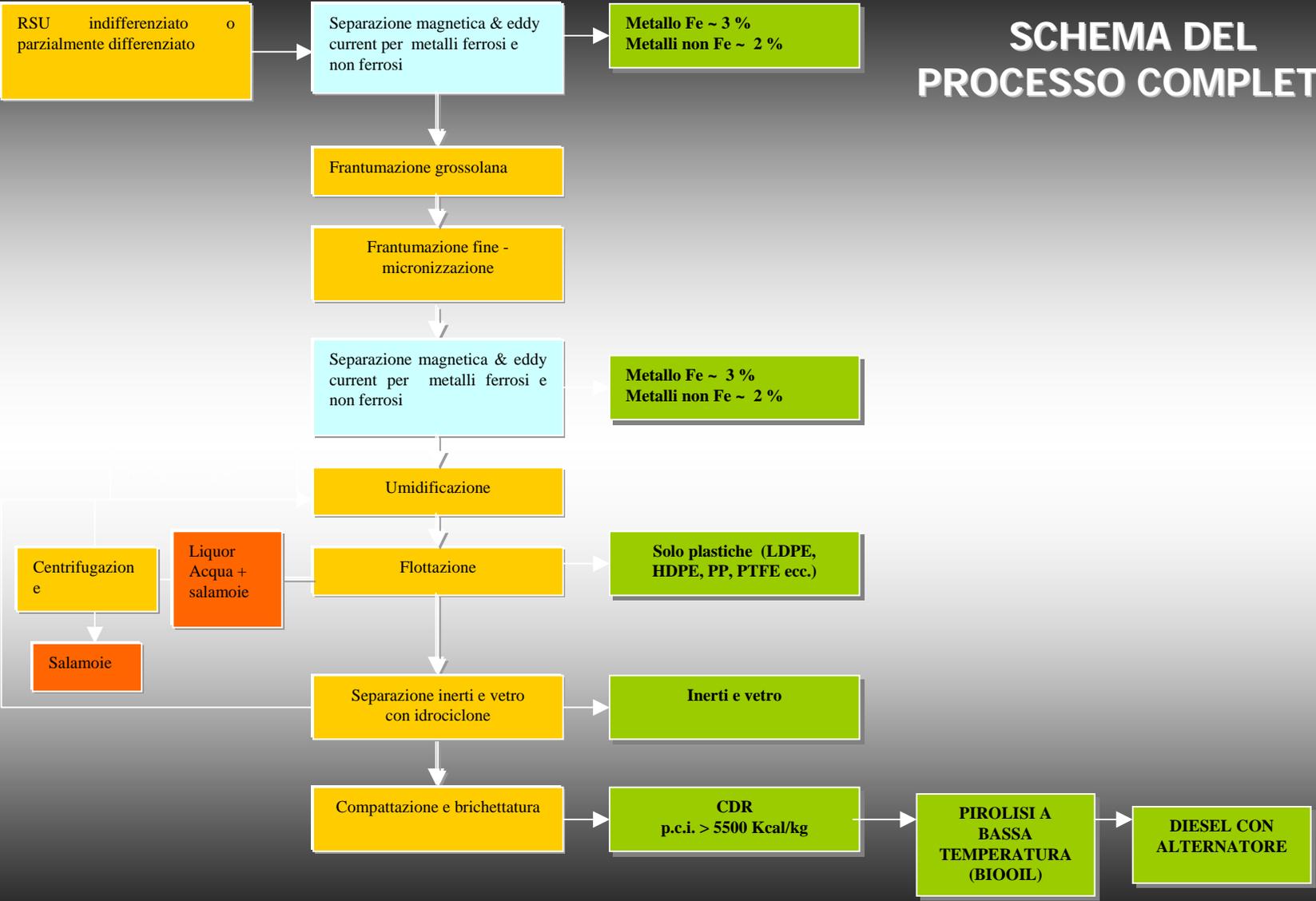
THOR utilizza tecniche già note in industria mineraria per separare le varie componenti previa micronizzazione: in questo modo si separano a priori anche le più piccole porzioni di composti dannosi e si ottiene un combustibile solido (o liquido) pulito

THOR: LA RAFFINAZIONE DEL RIFIUTO

Il processo messo a punto prevede l'utilizzo di una raffinazione meccanica, che attraverso una micronizzazione permette di arrivare alle dimensioni microscopiche delle componenti minerali ("GRADO DI LIBERAZIONE"), separare i metalli (sia ferrosi che non ferrosi), precipitare e separare i Sali alogenati e gli inerti (silicati e carbonati) e arricchire così una frazione finale composta dalla sola frazione utile, a base di C, O e H..



SCHEMA DEL PROCESSO COMPLETO



1: RECUPERO DEI METALLI

Togliere i metalli dai RSU significa eliminare una componente pericolosa in fase di combustione e invece riutilizzabile e anzi estremamente remunerativa.

Da 1 Ton di RSU si ricavano:

- 40 kg di metalli ferrosi e leghe a base ferrosa
- 20 kg di alluminio
- 0.5 - 2 kg di rame*
- 0.5 kg zinco*
- 100 g piombo
- 20 - 100 g nichel
- 20 - 50 g cadmio
- 10 g di gallio **
- 1 g arsenico, mercurio
- 0.1 - 1 g platino, rodio, oro**



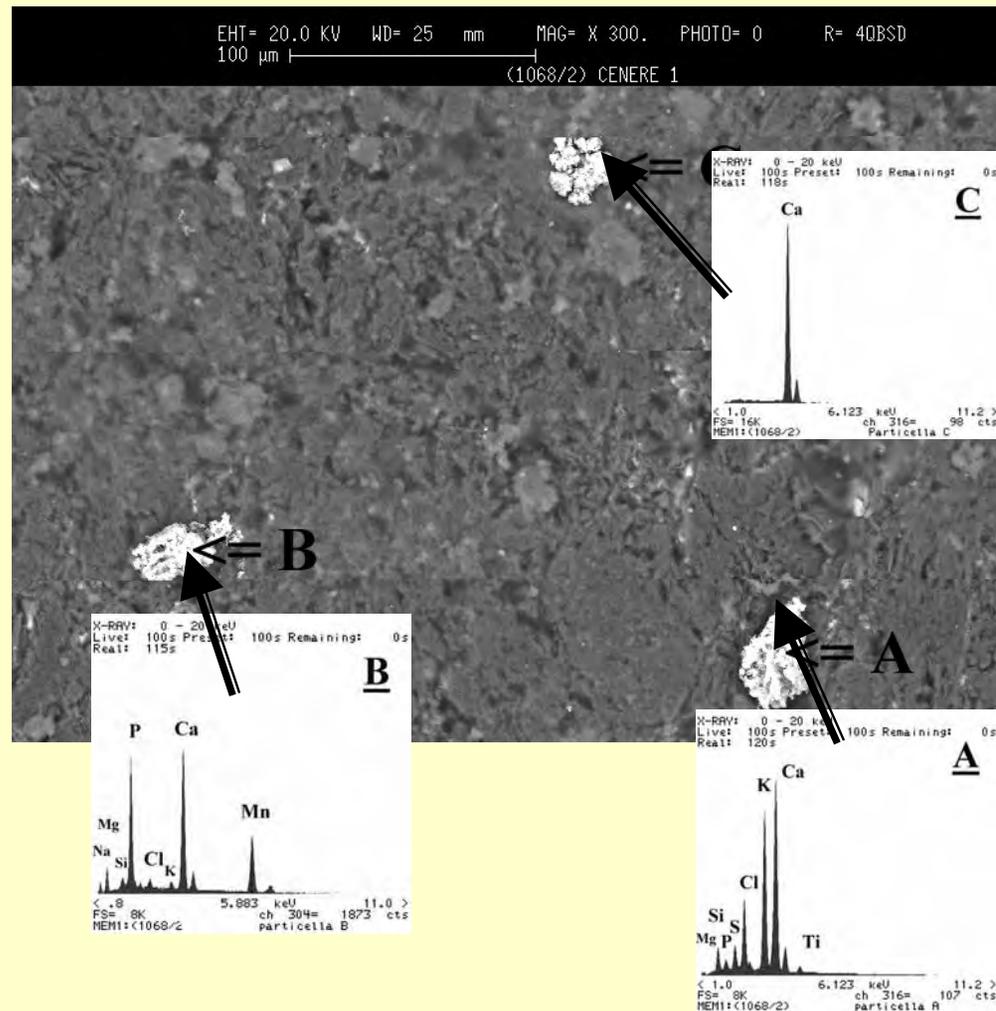
* Da 5 a 40 euro/kg

**Da 950 a 15000 euro/kg

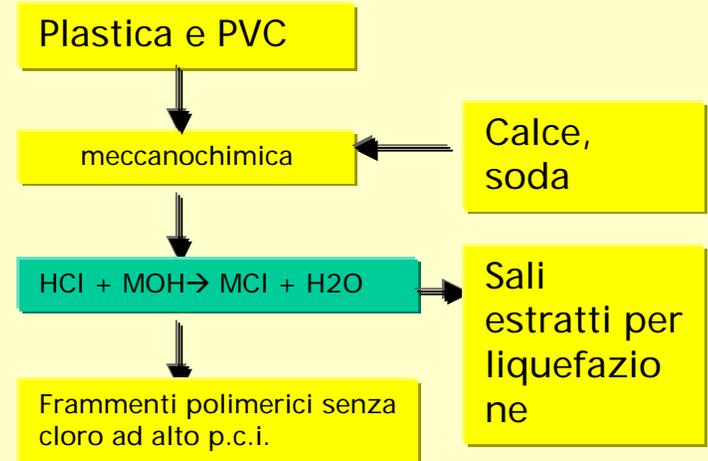
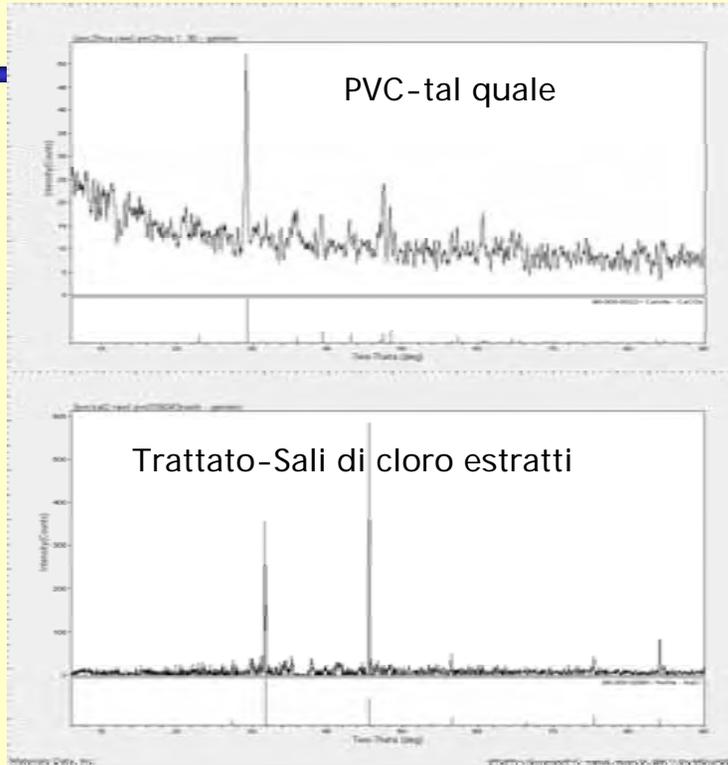
2: SEPARAZIONE DEGLI ALOGENI

Quando il residuo è micronizzato, è facile separare la frazione pesante (costituita da Sali di cloro e alogeni, residui con metalli pesanti e inerti) dalla frazione leggera (C,H,O..).

Utilizzando la tecnica ben nota della ciclonatura, le frazioni pesanti vengono separate con estrema efficienza ..



2: SEPARAZIONE DEGLI ALOGENI



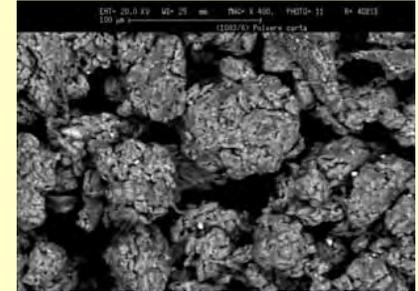
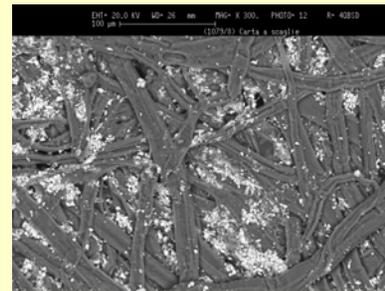
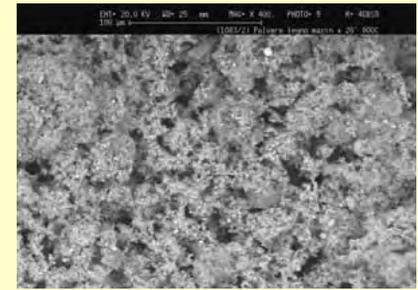
Elemento	Tal quale %	Trattato %
Cl	55	5.4
Pb	3.2	3.0
Ca	5.5	5.3
Fe	< 0.1	1.2

3: TOGLIERE ACQUA E AUMENTARE IL POTERE CALORIFICO

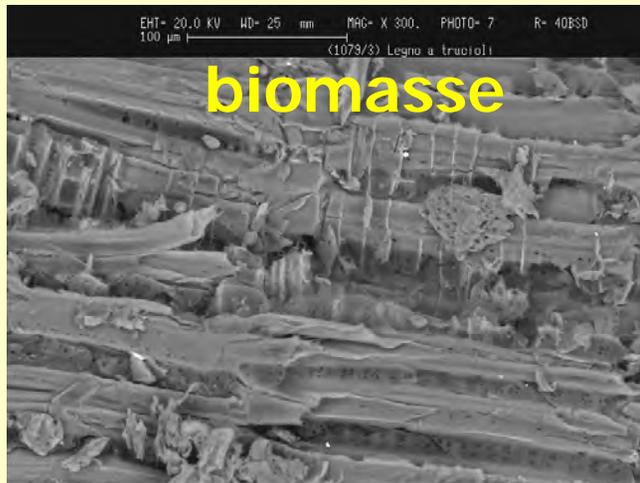
La micronizzazione

Il materiale micronizzato assume alcune nuove caratteristiche:

- è secco, perde circa l'87 % del contenuto d'acqua iniziale
- ha un'elevata superficie specifica
- è sterile, in quanto il mulino di micronizzazione agisce per attrito con pressioni fino a 15000 atmosfere
- è omogeneo
- brucia completamente



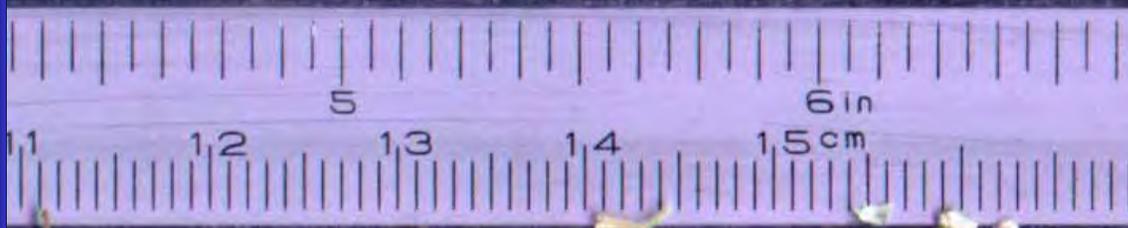
3: TOGLIERE ACQUA E AUMENTARE IL POTERE CALORIFICO

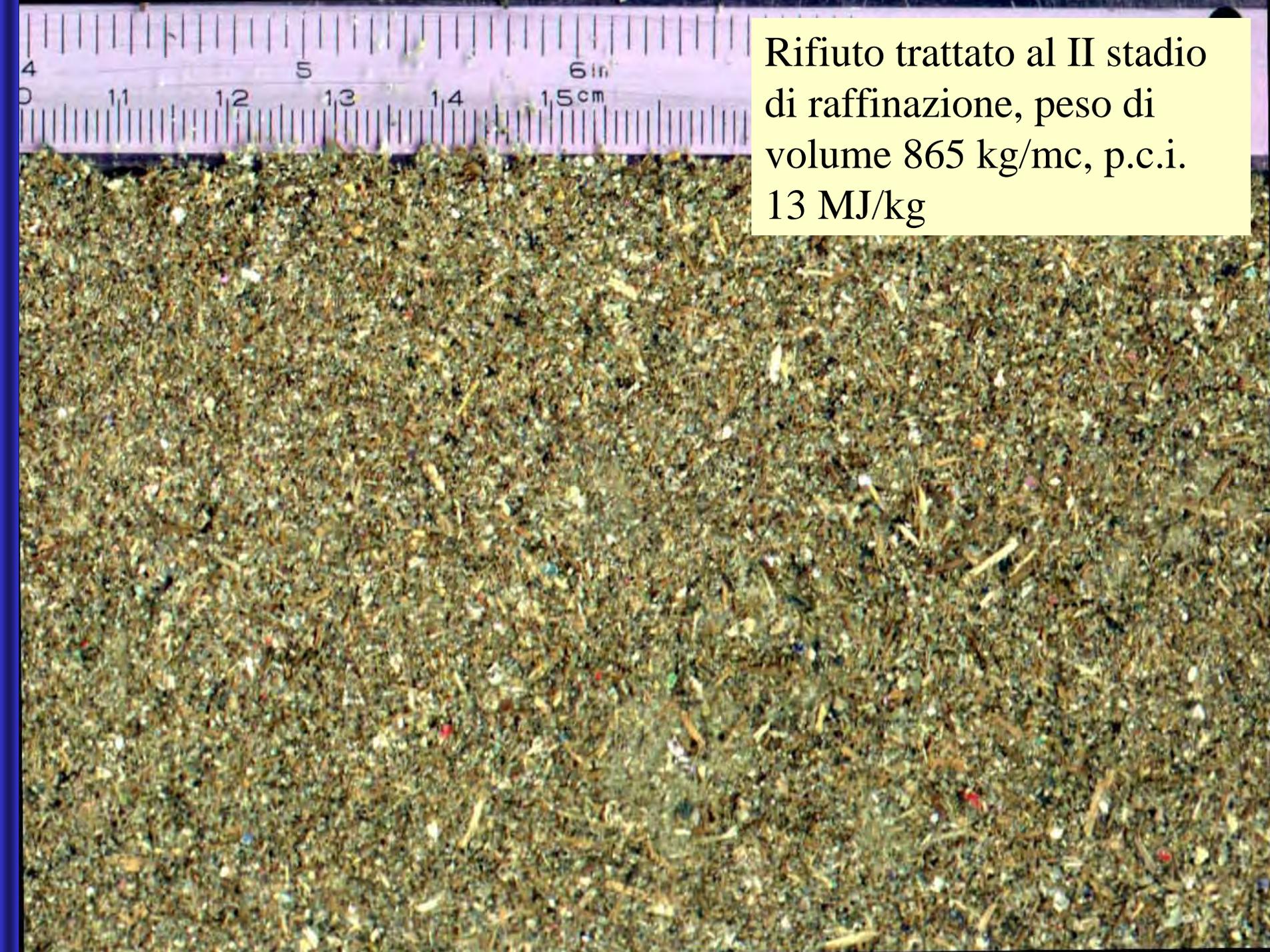


3: TOGLIERE ACQUA E AUMENTARE IL POTERE CALORIFICO

Rifiuto	Potere calorifico (MJ/kg)	% acqua residua	Potere calorifico dopo trattamento (MJ/kg)	% incremento del p.c.
Carta (5 % umidità)	9.94	1.7	21.49	216
Legno (10 % umidità)	14.66	1.4	19.59	133
RSU tal quale (35 % umidità)	11.51	2.5	22.42	194
RSU tal quale (45 % umidità)	8.92	2.9	21.44	240

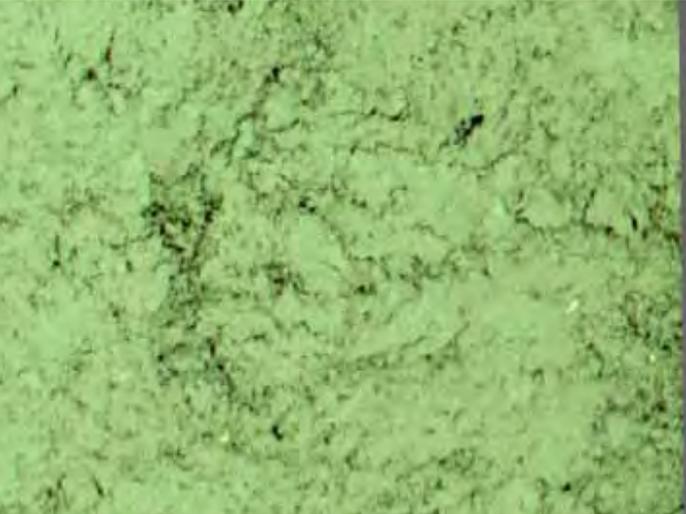
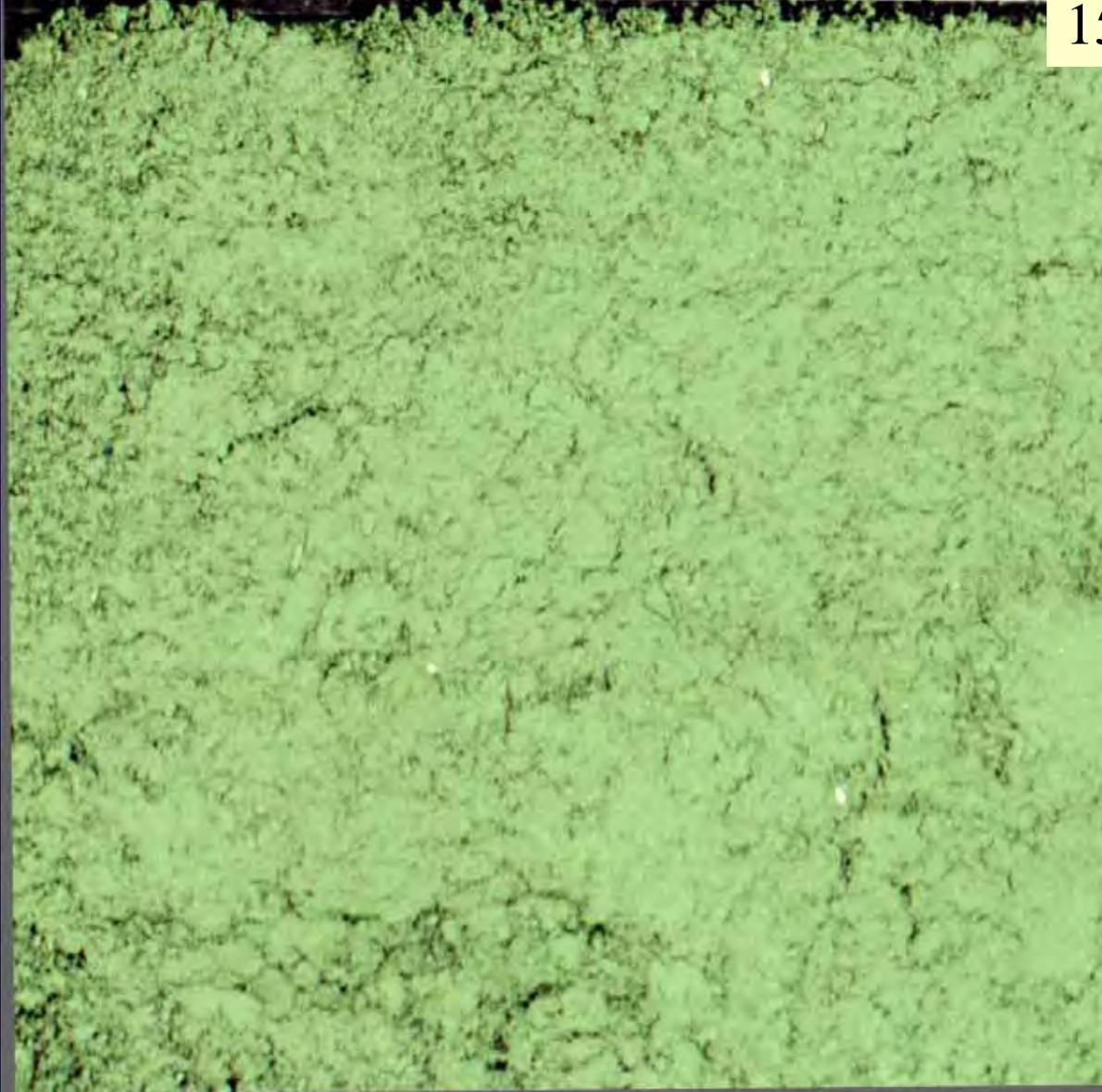
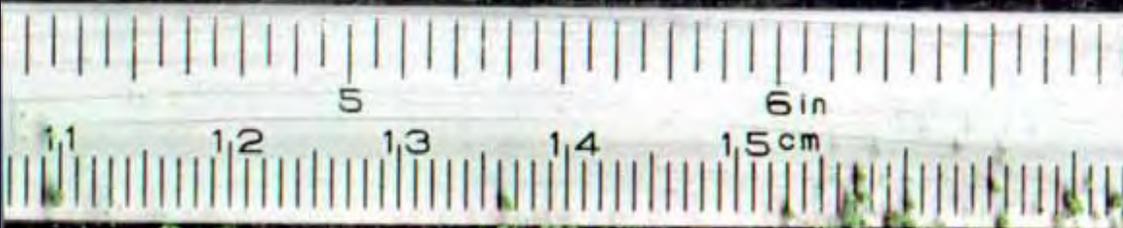
Rifiuto trattato al I stadio di
raffinazione, peso di
volume 600 kg/mc,
p.c.i 11 MJ/kg



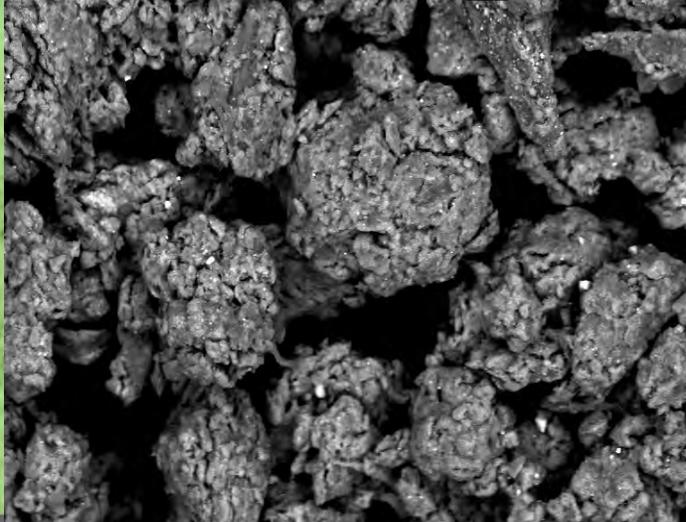


Rifiuto trattato al II stadio
di raffinazione, peso di
volume 865 kg/mc, p.c.i.
13 MJ/kg

Rifiuto trattato al III stadio di raffinazione, peso di volume 1065 kg/mc, p.c.i. 15.5 MJ/kg



EHT= 20.0 KV WD= 25 mm MAG= X 400. PHOTO= 11 R= 40BSD
100 μm (1083/8) Polvere



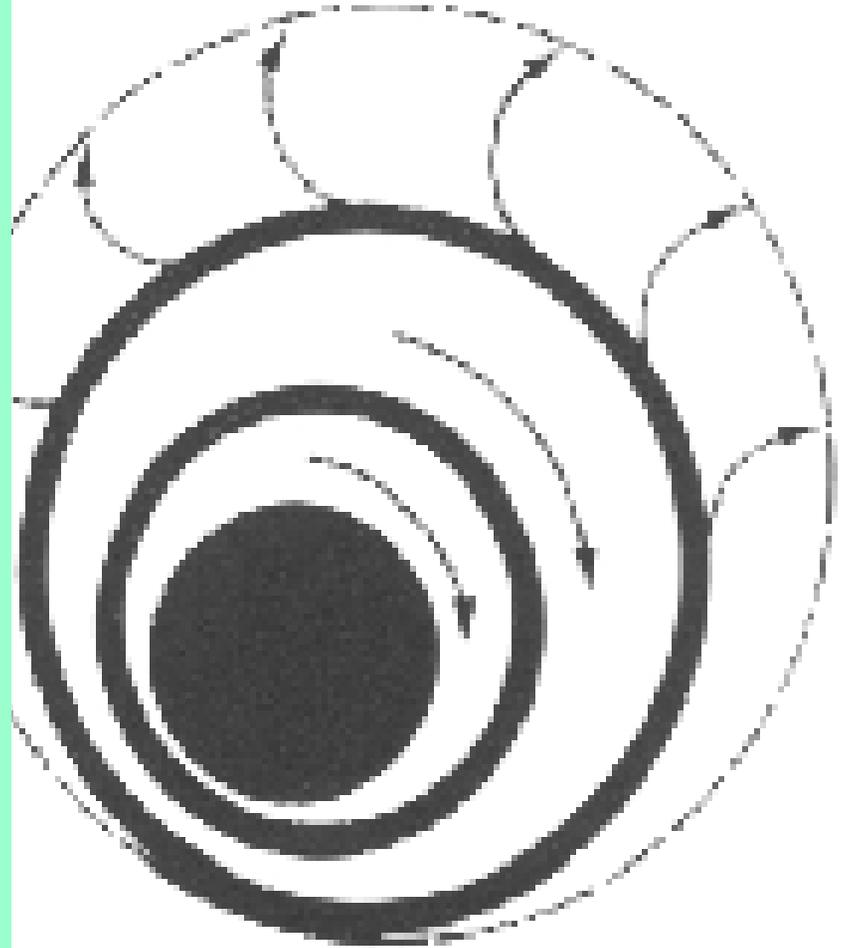
LA MACINAZIONE PER ATTRITO

*Alla base del processo di micronizzazione dei rifiuti c'è la **MACINAZIONE PER ATTRITO**,*

*ovverosia una delle tecniche con le quali si realizzano processi **MECCANOCHIMICI**.*

*La Macinazione per attrito agisce sui materiali flessibili (plastiche, cellulosici, organici) come una **PIALLA**, strappando strati su strati e riesce a ridurre le dimensioni senza ricorrere ad infragilimento criogenico*

Il sistema, fino al 2001 solo da laboratorio, è stato riprogettato e realizzato in collaborazione tra CNR e Aziende private ed è ora disponibile per produzioni industriali di 2-3 metri cubi/ora



2001 – 2002: IL PRIMO IMPIANTO

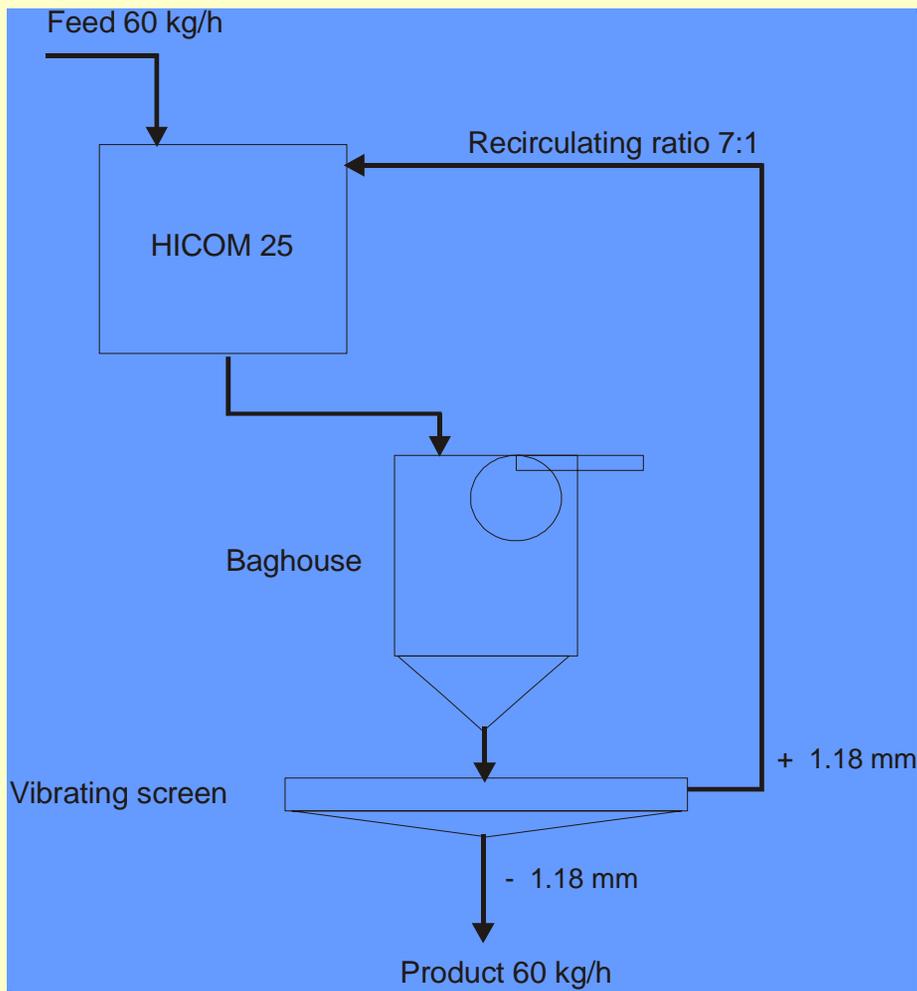


Immagine del primo impianto pilota testato a Sidney

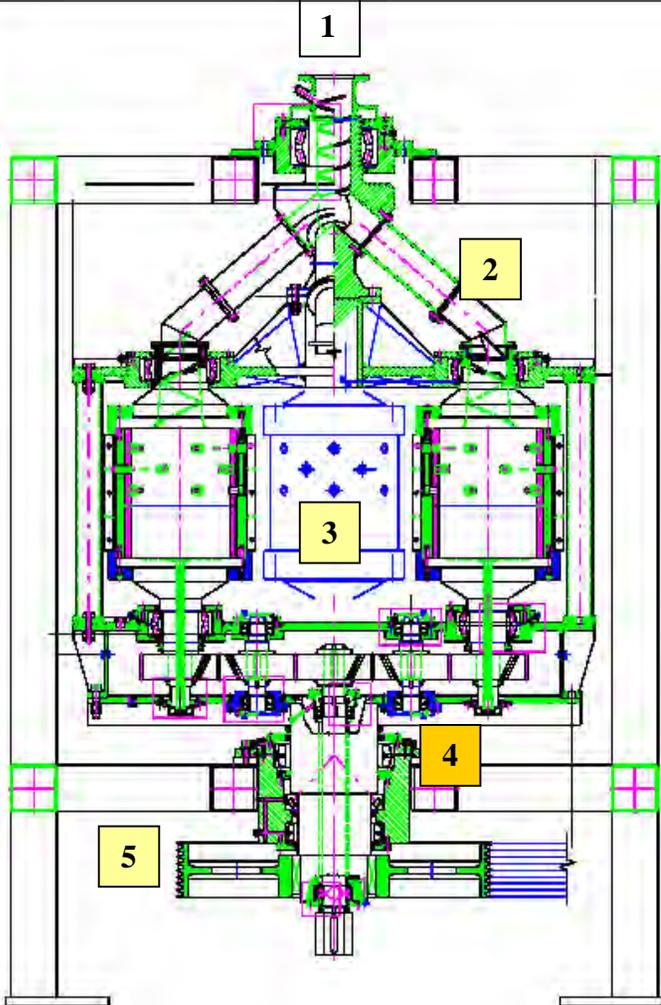


Per provare la tecnologia fu realizzato un test presso la sede della HICOM australiana, l'unica società al mondo (all'epoca) ad aver sviluppato macchine ad attrito di discreta capacità produttiva. Purtroppo le produttività erano ancora troppo limitate..

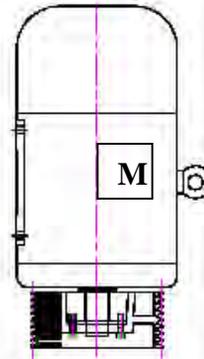
2003: IL PRIMO PROTOTIPO INDUSTRIALE – THOR I

Nel 2003 iniziò la progettazione e realizzazione di un mulino ad attrito completamente nuovo. Tale sistema, chiamato THOR I, dette buona prova di sé nei test di funzionamento e successivamente abbandonato per il costo eccessivo





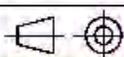
- 1 alimentazione
- 2 canale rotante di adduzione
- 3 giare con fori
- 4 gruppo di rotazione con ingranaggi
- 5 gruppo di trasmissione a cinghia
- M motore



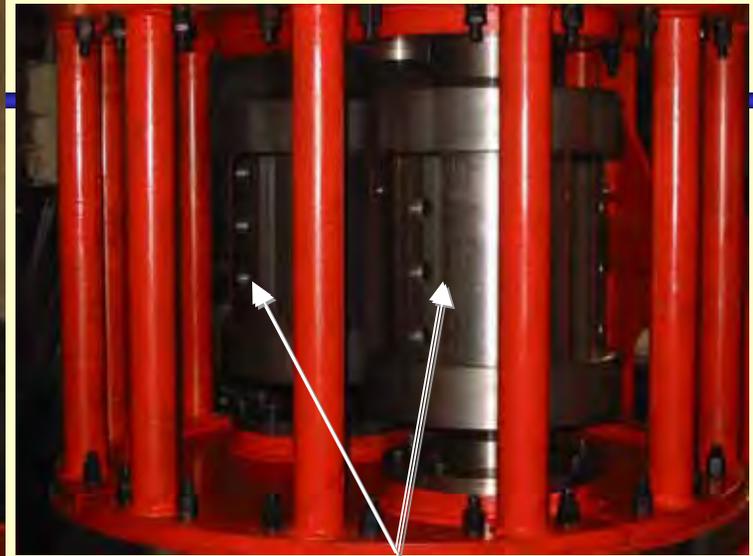
Nel 2005 è iniziata la progettazione e realizzazione del II prototipo, basato sullo schema di macinazione a planetario, più efficiente e meno costoso. E' il primo esempio al mondo di mulino planetario industriale per produrre materiali nanostrutturati attraverso azioni mecanochemiche

Tale iniziativa, completamente italiana, determina un notevole passo avanti non solo per le tecnologie legate ai rifiuti ma per tutte le attività che servono a trattare materie prime di pregio, quali pigmenti, materie ceramiche, materiali metallici ecc.

Rev	Data	Descrizione	SM	AS	LDN
0	4-05-2007	EMESSO PER VISIONE			
			Redatto	Controllato	Approvato

 <p>Assing L.I.S.A.</p> <p>www.assing.it imperial@assing.it</p> <p> Sede: 20016 MONTECOTONICO - Pavia - Zona Industriale-Via Edoardo Araldi n.14 Tel. (03) 908701 - Fax (03) 90870260 P.leale: 20143 MILANO Via Velli, 37 Tel. (02) 89121800/89121803/89121874 Telefax (02) 89121858 Telefax 40070 A93M</p>	Commentari Progetto MOLINO POLVERIZZATORE	Prog.N. 770 Dis. IM MN VA02 Scala -
	Disegno	

2007: IL PRIMO MULINO INDUSTRIALE – THOR II



MULINO MICRONIZZATORE A PLANETARIO THOR II



MULINO MICRONIZZATORE A PLANETARIO THOR II

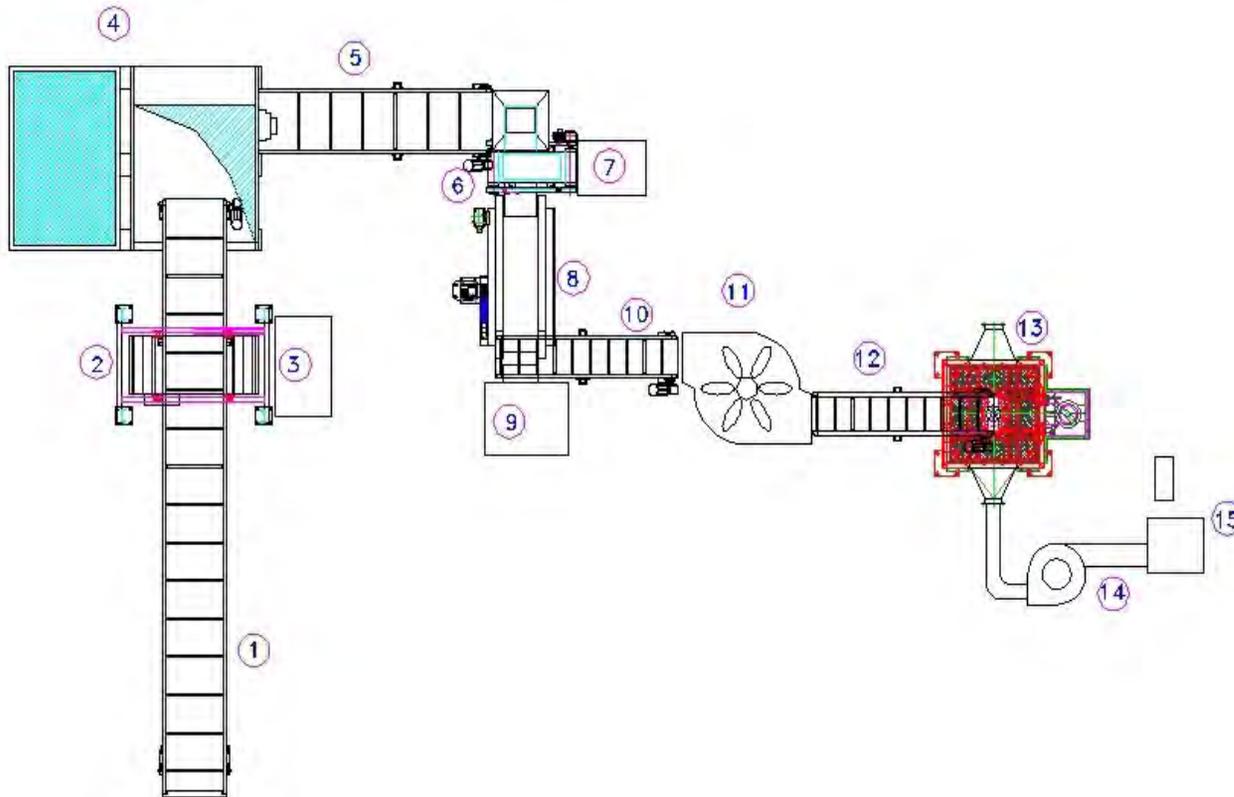


Il mulino micronizzatore THOR II è realizzato con la tecnica del planetario ma utilizzando alcune soluzioni tecniche uniche, per aumentare la resa produttiva

E', attualmente, l'unico PLANETARIO al mondo con una capacità di produzione industriale superiore alle 2 tonnellate /ora ad un costo di 0.04 €/kg



2007: L'IMPIANTO THOR INDUSTRIALE



- 1: APRISACCO E NASTRO DI TRASPORTO;
- 2: SEPARATORE M.FERROSI
- 3: CELLA PER FERROSI;
- 4: PRIMO TRITURATORE
- 5: NASTRO ;
- 6: SECONDO DEFERRIZZATORE
- 7: SECONDA CELLA FERROSI;
- 8: SEPARATORE METALLI NON FERROSI (RAME, ALLUMINIO)
- 9: CELLA PER METALLI NON FERROSI
- 10: NASTRO;
- 11: SEPARATORE A VENTO PER PLASTICHE E LEGGERI
- 12: COCLEA INTUBATA;
- 13: MULINO MICRONIZZATORE
- 14: ASPIRAZIONE POLVERI;
- 15: SEPARAZIONE A CICLONE E INSACCATORE

IL CDR –Q PRODOTTO DA THOR

CDR-Q ottenuto da legno, carta, plastica e organico, secondo le percentuali di seguito riportate:

carta e cartone	24.50
Legno	6.00
plastiche	19.00
vetro e inerti	3.50
Metalli	3.50
Frazione organica	31.50
Altri	12.00

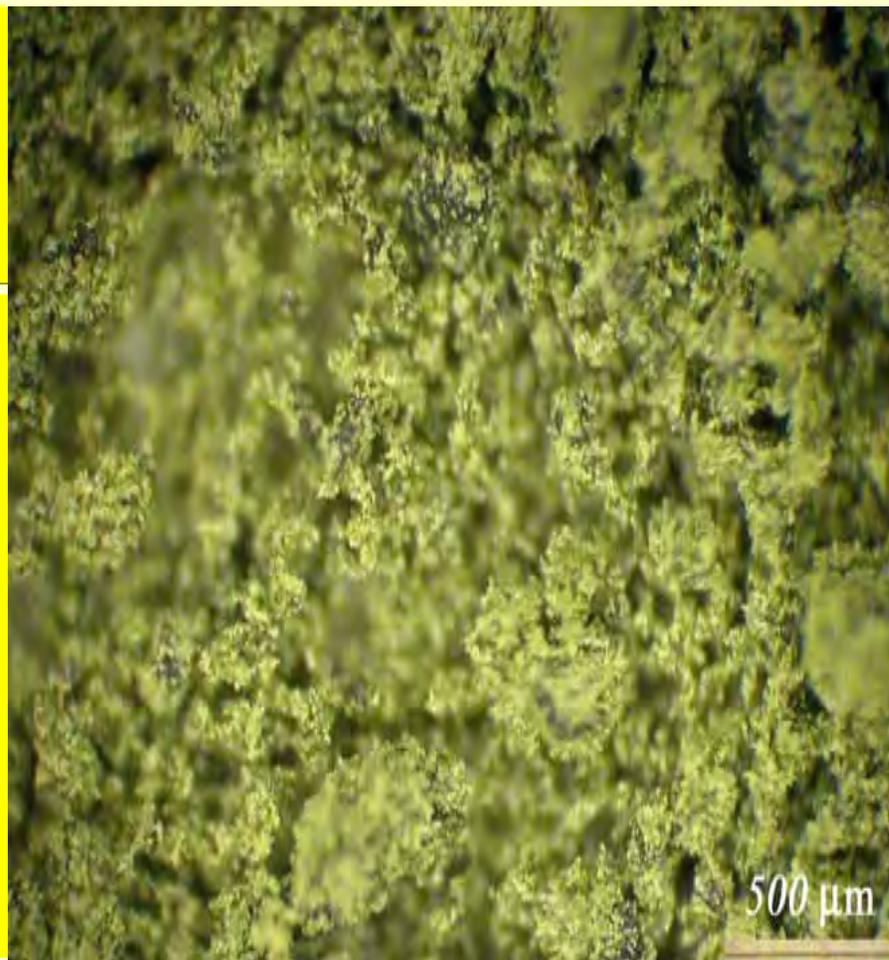
Umidità: 2.5 %

Perdita di peso tra 200 e 600°C = 57 %

Perdita di peso tra 600 e 800°C = 38 %

Perdita di peso tra 800 e 1200°C = 2 %

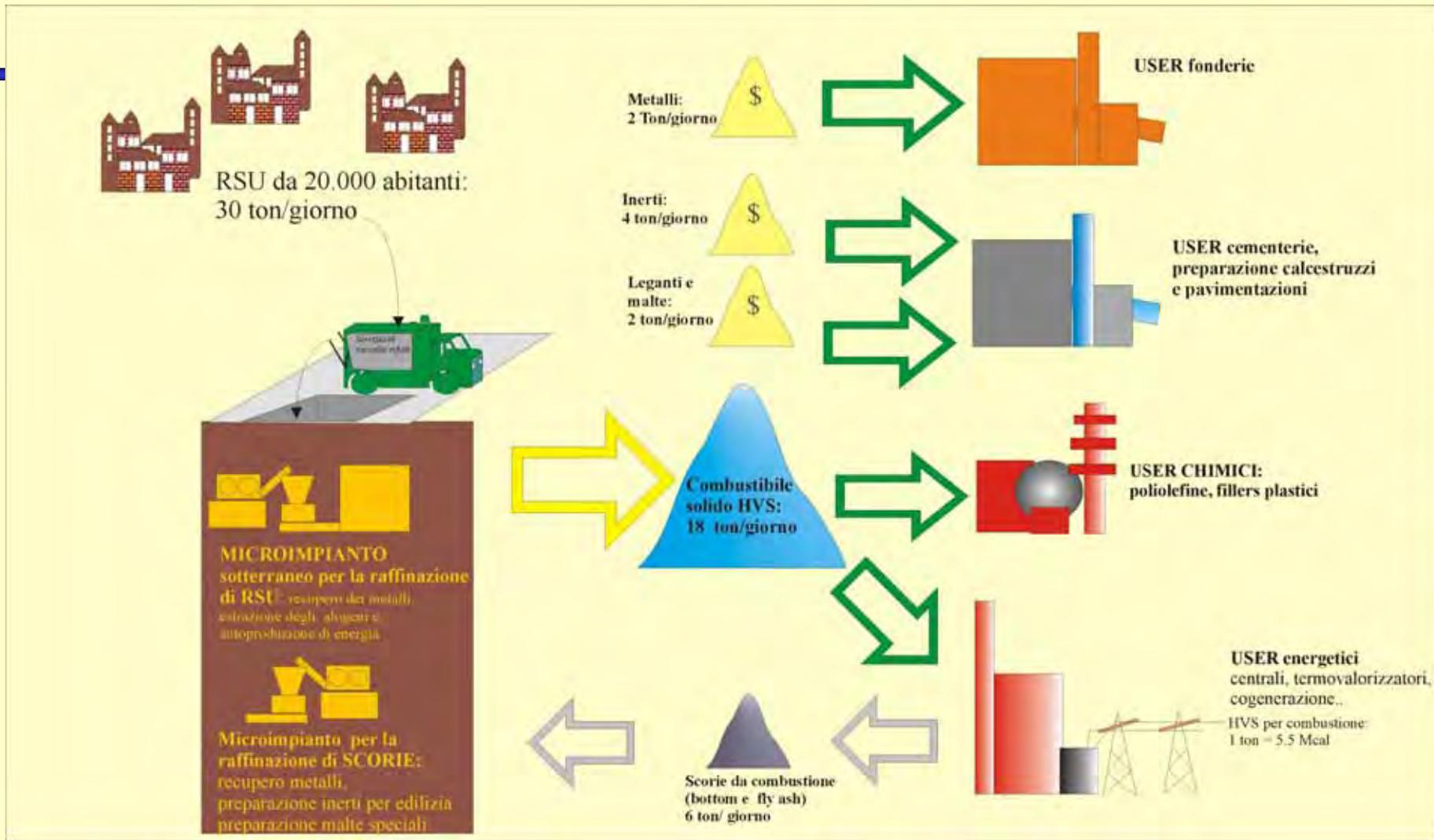
Ceneri residue a 1200°C = 3 %



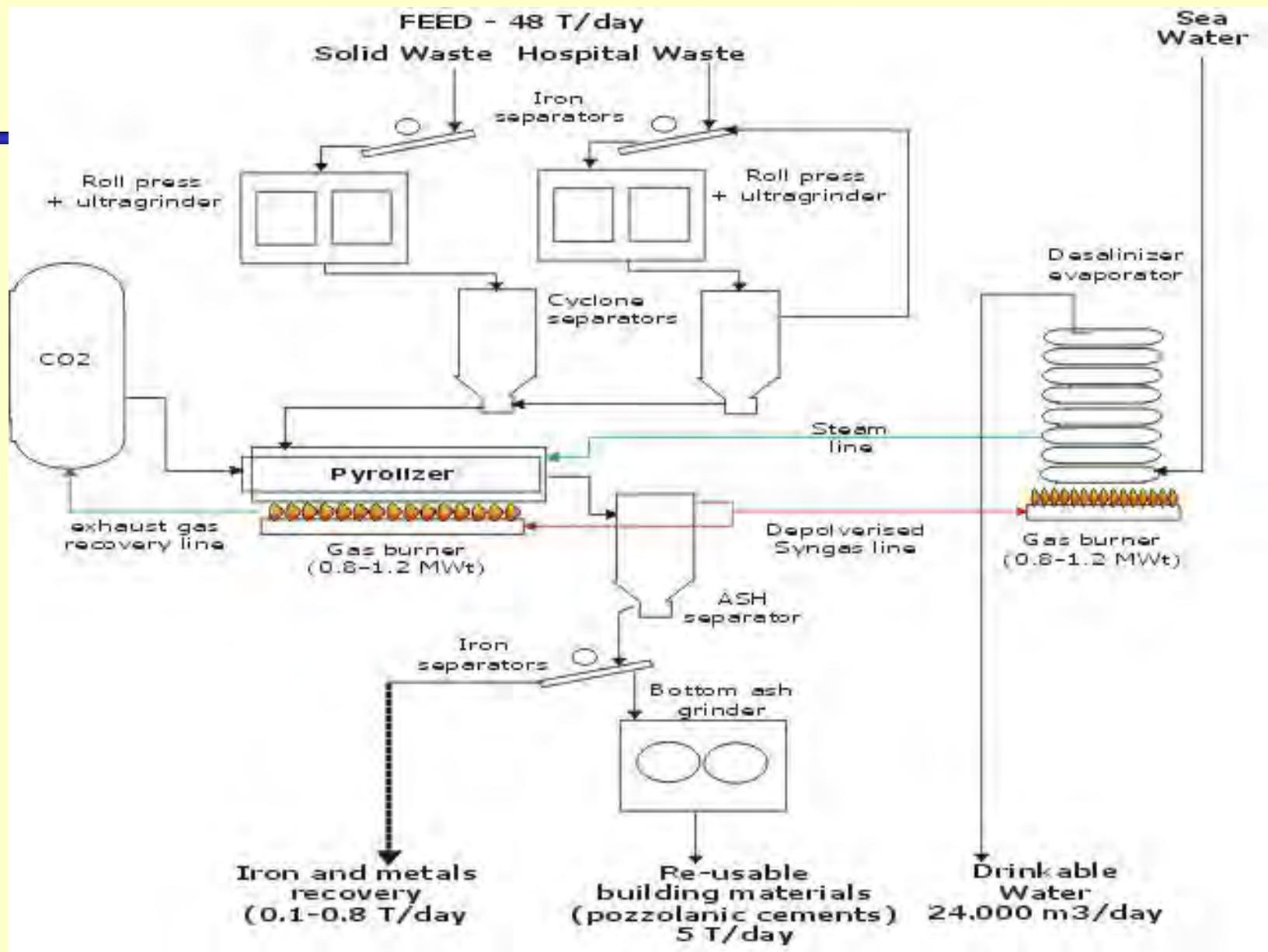
IL CDR –Q PRODOTTO DA THOR

Parametro	Unità di misura	CDR qualità normale UNI 9903 (tab.1) DM 5-2-1998	CDR tipo 2 Qualità elevata UNI9903 (tab.2)	CDR –Q THOR
Pezzatura	mm			< 0.1 90% < 20 µm
P.C.I.	Kj/kg tal quale	> 15.000	>20.000	23000
Umidità	Tal quale	< 25 %	< 18 %	< 5 %
Cloro	Sostanza secca	< 0.9 %	< 0.7 %	< 0.2 %
Zolfo	Sostanza secca	< 0.6 %	< 0.3 %	< 0.1 %
Ceneri	Sostanza secca	< 20 %	< 15 %	3 – 10 %*
Cromo	mg/kg	< 100	< 70	< 10
Rame	mg/kg	< 300	< 50	< 10
Manganese	mg/kg	< 400	< 200	< 50
Nichel	mg/kg	< 40	< 30	< 10
Arsenico	mg/kg	< 9	< 5	< l.l.d.
Cadmio	mg/kg	< 7	< 3	< l.l.d.
Mercurio	mg/kg	< 7	< 1	< l.l.d.
Piombo volatile	mg/kg	< 200	< 100	< 50

UTILIZZI DEL SISTEMA THOR



Schema di un circuito THOR per "quartiere" con impianti interrati



Schema di un circuito THOR per trattare rifiuti e utilizzare direttamente energia per dissalazione

THOR e la produzione di energia in loco

Il sistema di trattamento messo a punto puo' essere integrato facilmente con impianti GIA' ESISTENTI, ad esempio filiere costituite da sistemi di raccolta differenziata, compostaggio e termodistruzione. In questo caso il sistema THOR si pone dopo la separazione della frazione compostabile e prima della termodistruzione e permette di ottenere un altro prodotto, micronizzato e pulito, adatto alla termovalorizzazione ma anche all'impiego in industria chimica.

THOR sara' equipaggiato da un pirolizzatore finale che permettera' di ottenere un bioolio dal CDR raffinato per alimentare direttamente un gruppo diesel alternatore, per produrre energia in loco

Date le ridotte dimensioni e la flessibilita' THOR si presta ad essere impiegato per impianti a bordo di navi e in comunita' separate, quali le isole



Comparazione tra costi di smaltimento in discarica e costi di tecnologie alternative per impianti comparabili

Discarica da 100.000 tonnellate anno (euro/Ton)	Inceneritore da 100.000 tonnellate anno (euro/Ton)	Impianto Meccanico Biologico tonnellate anno (euro/Ton)	Impianto Raffinazione tonnellate anno (euro/Ton)
80	120	60	45



DAL CDR ALLA SCORIA: IL RECUPERO NON SI FERMA..



*CNR Istituto per lo Studio
Materiali Nanostrutturati*

Arcobaleno S.r.l.



Frazione 10-8 mm



Frazione 8-3 mm



Frazione <3 mm



Il comparto SCORIE ha una dimensione considerevole perche' investe tutti i residui della filiera di termovalorizzazione dei rifiuti.

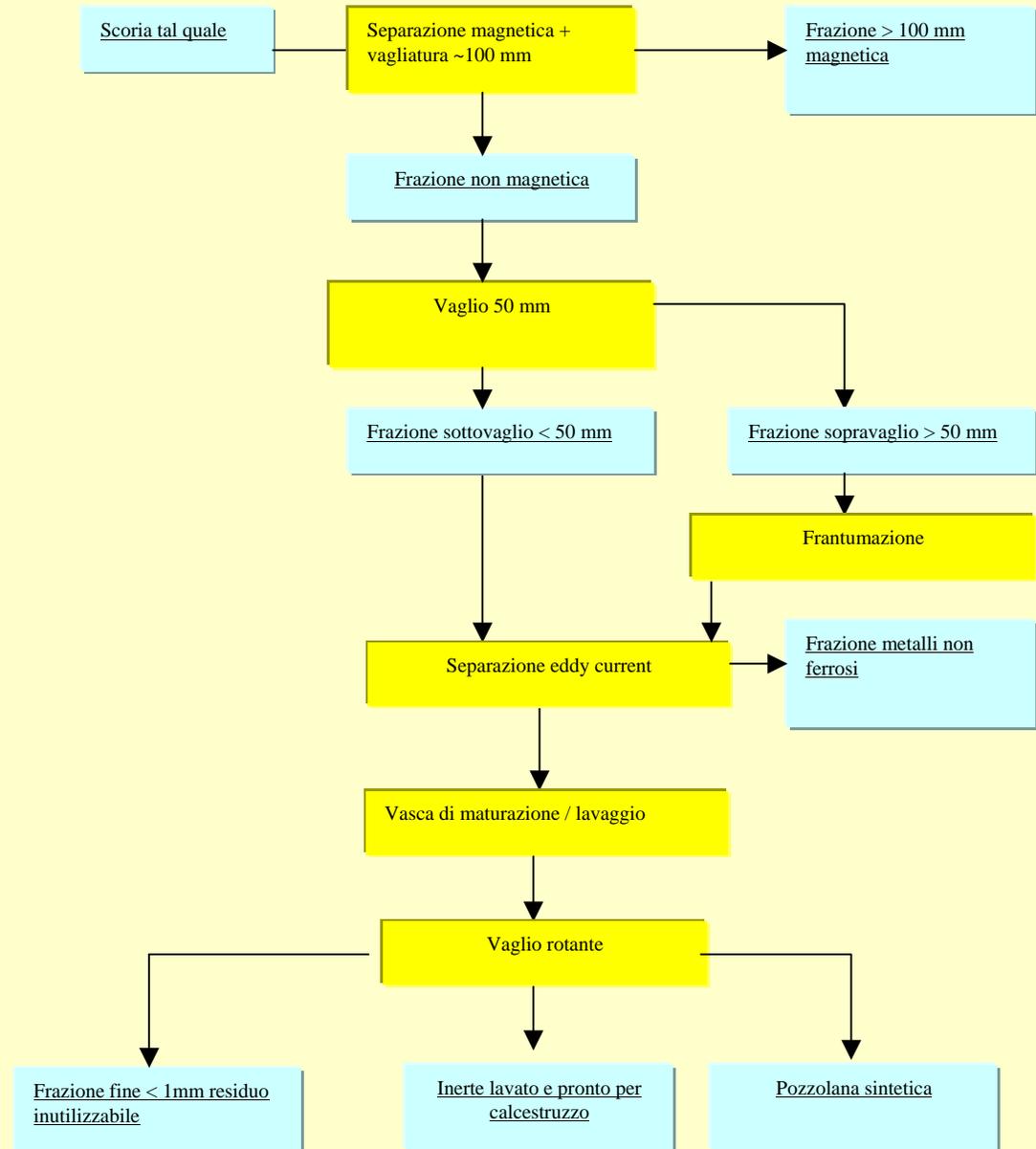
Attualmente, a parte rari casi, la scoria si butta via a costi considerevoli..

IL CNR ha realizzato diversi sistemi di recupero delle scorie che completano l'impegno sulla valorizzazione del rifiuto anche dopo la sua distruzione termica

DAL CDR ALLA SCORIA: IL RECUPERO NON SI FERMA..

Il circuito mineralurgico

Il circuito mineralurgico identificato è di seguito illustrato. La scoria viene dapprima separata magneticamente e vagliata, dopodichè viene effettuata una vagliatura dalla quale la frazione del sopravaglio a circa 50 mm viene frantumata con mulino a ganasce. Tutto il prodotto viene poi sottoposto a separazione con eddy current e quindi immesso in una vasca dove subisce un lavaggio accurato; il prodotto viene quindi vagliato per mezzo di un vaglio rotante, dove vengono separate tre frazioni: una frazione superiore a 3 mm, già pronta per il calcestruzzo, una sabbia da 1 a 3 mm adatta per la preparazione di pozzolana sintetica e una frazione fine (< 1 mm) inadatta e da destinare a messa a dimora.



Ton/anno

Valori euro/kg

Euro/anno

RECUPERO METALLI

11520

Inerte

9216.00

0.01

92160

Metalli non ferrosi

363.67

214609

Cu % 0.50

57.60

8

13824

Al % 2.00

230.40

2

13824

Sn % 0.50

57.60

10

17280

Mo ppm 25.00

0.29

60

518.4

Se ppm 8.00

0.09

40

110.592

W ppm 35.00

0.40

33

399.168

Ga ppm 1400.00

16.13

320

154828.8

Ag ppm 100.00

1.15

300

10368

Au ppm 1.00

0.01

10000

3456

Metalli ferrosi

Ton/Anno

1157.76

8813

Fe % 9.00

1036.80

0.3

3110.4

Ni % 0.04

4.61

20

921.6

Cr % 0.10

11.52

2

230.4

Co % 0.01

1.15

35

403.2

Zn % 0.90

103.68

4

4147.2

Totale recuperato

10737

315582

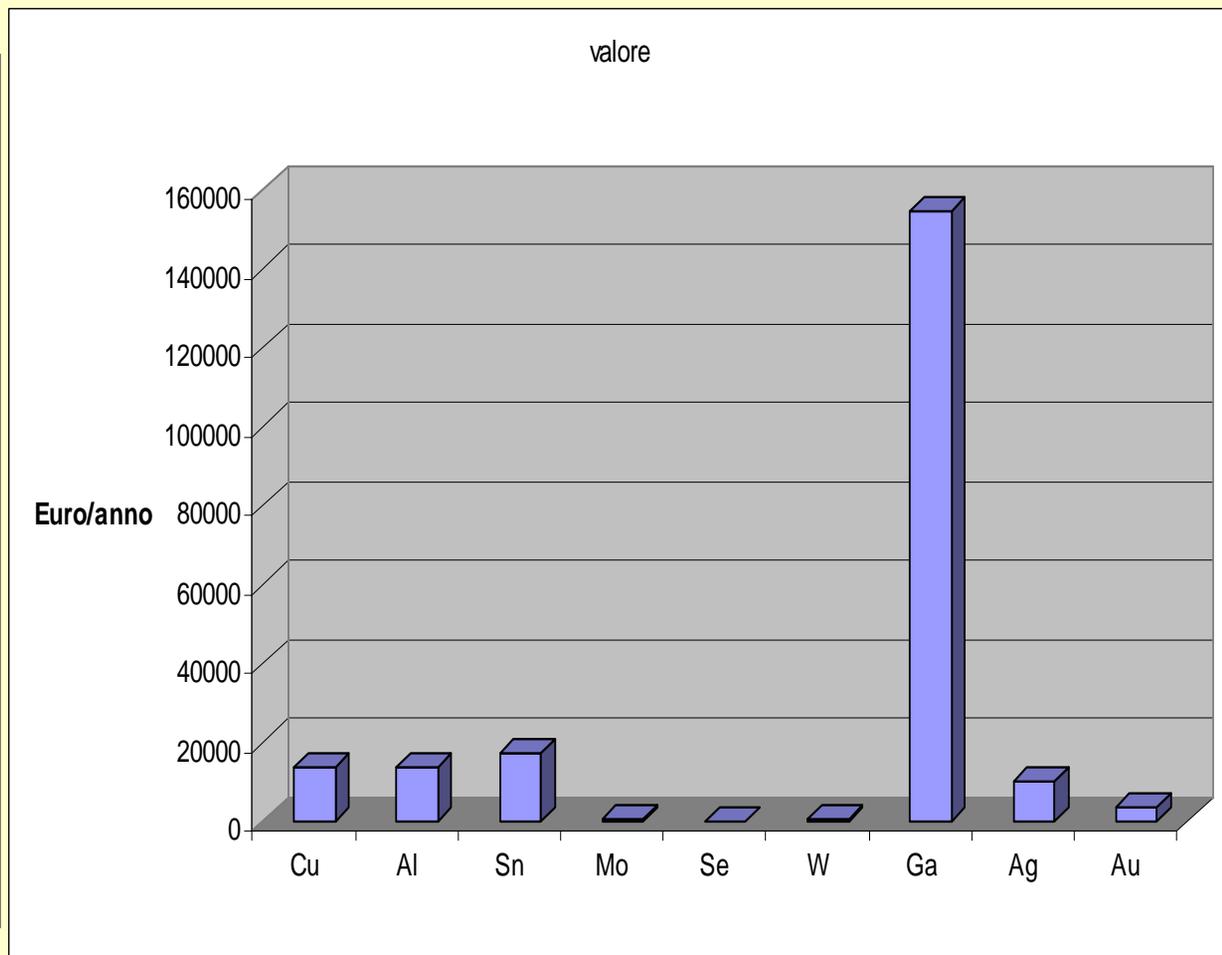
% Recuperato

93

DAL CDR ALLA SCORIA: IL RECUPERO NON SI FERMA..

Tra i metalli di pregio, da segnalare:

Metallo	\$/kg
Cu	8
Al	2
Sn	10
Mo	60
Se	40
W	33
Ga	320
Ag	300
Au	10000





Mattonelle da interni, 20 X 20

Il prodotto viene generalmente preparato con miscele cemento-inerti, dove le scorie possono sostituire il 100 % della componente inerte

La componente metallica di bronzo o rari frammenti di rame vengono intenzionalmente aggiunti per donare alla superficie componenti battericide

CONCLUSIONI

Riteniamo che le due esperienze riportate possano dimostrare l'impegno che il CNR sta mettendo nel cercare di risolvere una problematica che è a cuore alla popolazione e alle Amministrazioni.

Riteniamo che tale impegno possa essere utile ad Aziende pubbliche e private, che possono approfittare della esperienza maturata dal più importante Ente di Ricerca Nazionale per risolvere con competenza e scientificità le problematiche relative alla gestione dei rifiuti solidi e delle scorie che si producono nello smaltimento termico.

Le ipotesi di lavoro proposte si integrano con le filiere già esistenti, aumentandone a dismisura le potenzialità

Sappiamo, d'altronde, che la soluzione passa per la politica più che per la tecnica;

... Ci auguriamo quindi una politica saggia ..

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE !!

Consiglio Nazionale delle Ricerche