

# Valorizzazione delle materie prime secondarie

---

Prof. Luigi Toro

Dott.ssa Giuliana Furlani



Centro di Ricerca  
Interuniversitario High Tech  
Recycling

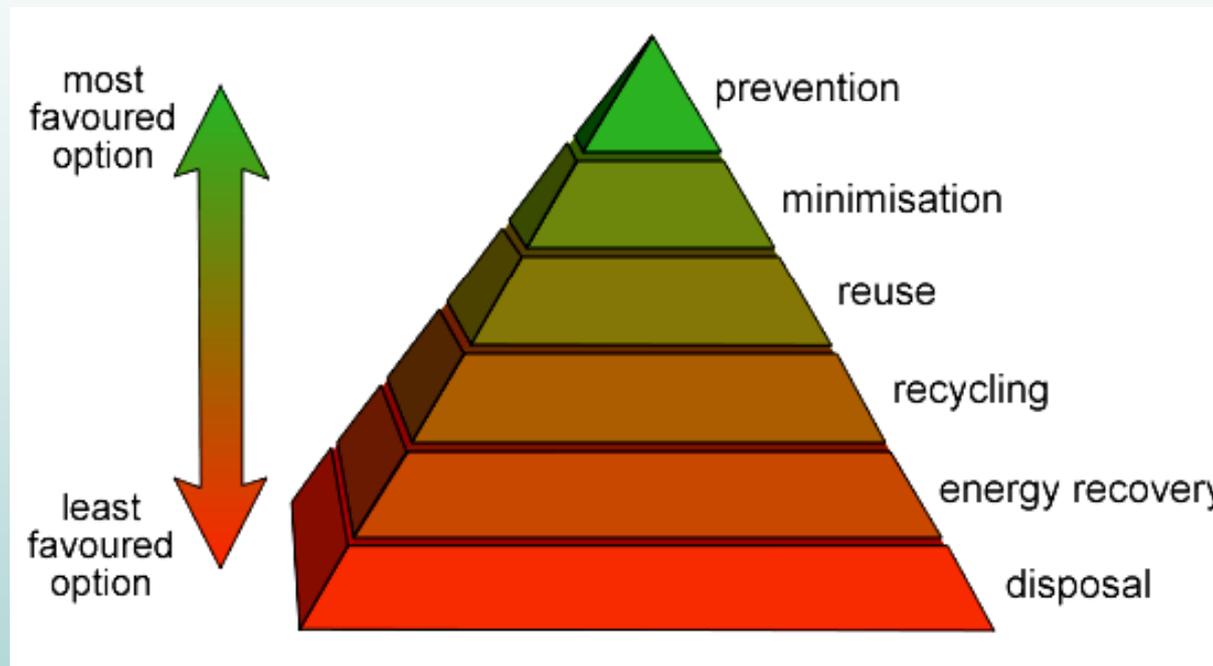
Università Sapienza di Roma



# Le 3 R:

## riduzione - riuso - riciclaggio

---



### Gerarchia dei rifiuti

- attraverso la riduzione, il riuso e il riciclaggio di risorse e rifiuti si risolvono contemporaneamente i problemi ambientali e quelli della reperibilità delle risorse, perché gli output di un ciclo produttivo diventano un input per un altro, in qualità di materie prime (secondarie) e risorse.

# Valorizzazione delle materie prime secondarie

---

- La presenza di metalli, che costituirebbero fonti di danno ambientale, trasforma vantaggiosamente alcune tipologie di rifiuti in materie prime minerarie di grado elevato (non marginale)
- L'impostazione più recente e più corretta al trattamento di rifiuti/rottami contenenti elementi pregiati è quella di considerarli come materie prime secondarie e sottoporli ad un processo di valorizzazione ai fini di impiego industriale evitando il conferimento finale in discarica
- **corrette misure di valorizzazione** dei rifiuti come materie prime secondarie risultano non soltanto ambientalmente ma anche economicamente e strategicamente convenienti

# Valorizzazione delle materie prime secondarie

---

**Smaltimento** destinazione finale dei rifiuti

- Smaltimento in discarica
- Incenerimento in termovalorizzatore
- Conversione in CDR (combustibile da rifiuti) per i materiali con elevato potere calorifico
- Recupero di materiali

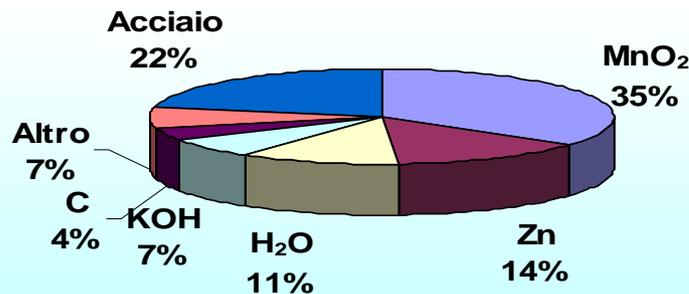
Un trattamento non appropriato e/o uno smaltimento non corretto comporta principalmente:

- la diffusione nell'ambiente di sostanze pericolose
- la distruzione di materiali che possono essere reimmessi nel ciclo produttivo, con conseguente depauperamento di risorse presenti in quantità limitata tanto sul nostro pianeta ma ancor più sul territorio nazionale.

# Secondary raw materials

## Pile alcaline

Composizione media di una **pila alcalina**



materiali recuperabili da una raccolta di 2790 tonnellate

MnO <sub>2</sub>	977 t
Zn	391 t
C	112 t
Acciaio	614 t

## Fosfori

polveri derivanti dalla macinazione di **lampade fluorescenti** e degli **schermi CRT**

- o Y nei fosfori fluorescenti, Y e Zn nei fosfori CRT
- o terre rare es. Europio

vengono al momento smaltite in discarica con costi che si aggirano sui 300-400 €/t.

# Valorizzazione delle materie prime secondarie

---

## Smaltimento

- Da un'ideale valorizzazione si hanno tre tipi di vantaggi economici:
  - riduzione dei costi di conferimento in discarica
  - riduzione dei costi connessi a possibili danni ambientali presenti e/o futuri
  - compensazione dei costi tramite il valore economico derivante dall'impiego come materia prima secondaria (anche fino ad ottenere un bilancio economico positivo)

# Valorizzazione delle materie prime secondarie

---

## La legislazione di riferimento

- Responsabilità dei produttori
- Raccolta differenziata
- Riciclo
  - Direttiva 2002/96/CE, recepita in Italia con D.L. 151/2005 (RAEE)
  - Direttiva 2006/66/CE recepita in Italia con D.L. 20 novembre 2008, n. 188 (pile ed accumulatori)
  - Direttiva 2000/53/CE recepita in Italia D.L. n° 209 del 24/6/2003 (veicoli fuori uso)

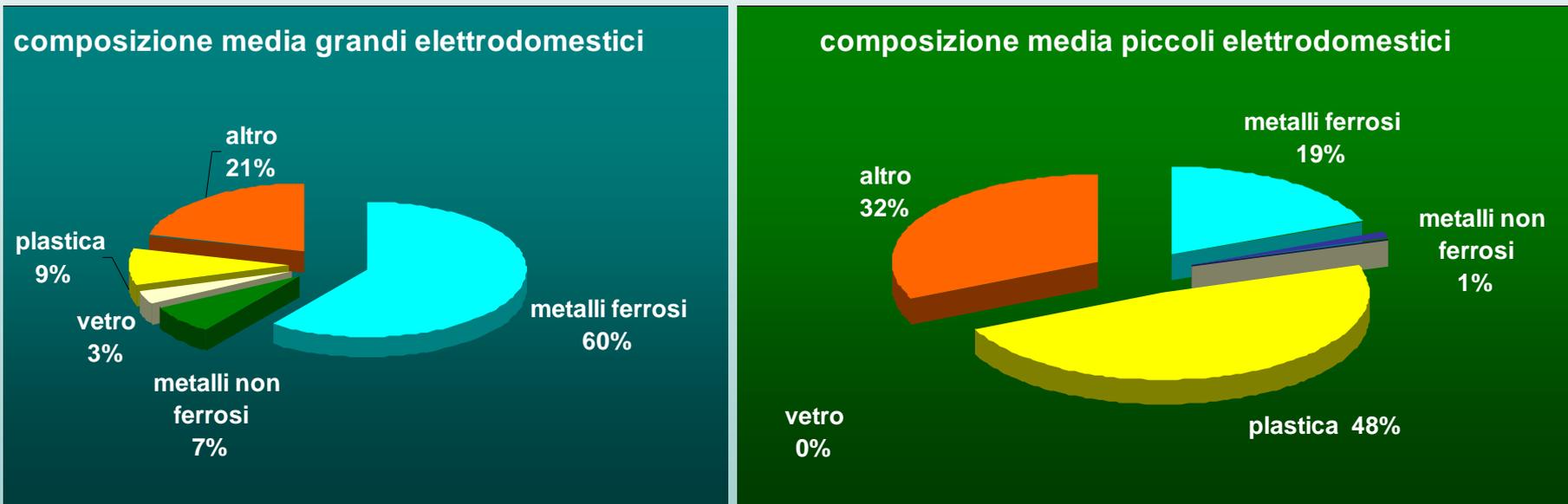
# Direttiva 2006/66/EC

---

- Si applica a tutti i tipi di pile ed accumulatori
- Proibisce il commercio di pile con contenuto di Hg e Cr superiore a valori soglia
- Promuove la raccolta ed il riciclo imponendo obiettivi minimi
  - Min 45% in peso rispetto al venduto
  - Riciclo del 90% delle pile ed accumulatori raccolti
- Impone livelli di efficacia di riciclo, differenziandoli per le diverse tipologie di pile.
  - min 65% in peso per gli accumulatori e le batterie piombo acido
  - min 75% in peso per le batterie e gli accumulatori al nichel-cadmio
  - min il 50% in peso per tutti gli altri tipi

# Raee

- L'ampia diffusione sui mercati mondiali ed in particolare europei di apparecchiature elettriche ed elettroniche comporta l'esistenza di una mole ingente di rifiuti e rottami (RAEE)



- A fronte di una produzione di 108.000 tonnellate annue di RAEE nel 2006, oggi il quantitativo totale è stimabile in 240.000 tonnellate con un aumento del 226%

# Raccolta differenziata dei RAEE

Città	RAEE da R.D. (ton)		RAEE da R.D. pro capite (kg/abitante)	
	2003	2004	2003	2004
Roma	335	0	0,1	0,0
Milano	1.163	1.477	0,9	1,1
Napoli	779	784	0,8	0,8
Torino	1.345	0	1,6	0,0
Palermo	123	2.931	0,2	4,3
Genova	1.076	808	1,8	1,3
Bologna	398	527	1,1	1,4
Firenze	1.549	1.215	4,4	3,3
Catania	0	0	0,0	0,0
Bari	360	0	1,1	0,0
Venezia	253	205	0,9	0,8
Cagliari	445	465	2,7	2,9

Raccolta differenziata dei RAEE di provenienza domestica nelle città metropolitane (anni 2003 -2004)

Fonte: elaborazione FISE UNIRE su dati APAT

Nel 2006 sono state raccolte in tutta Italia 108.000 tonnellate di RAEE, con un incremento pari al 5,7% rispetto all'anno precedente. Il dato nazionale corrisponde ad una raccolta di **1,8 Kg/procapite** anno, ben al di sotto del valore di 4 Kg/procapite anno fissato dal DLgs 151/2005

La raccolta è stata organizzata in 101 provincie italiane.

# Riciclo dei RAEE

---

- Flusso di rifiuti di elevata eterogeneità
  - Materiali
  - Componenti
  - Manifattura
- Brown goods: elettronica di consumo (TV, videoregistratori, ecc.)
- White goods: grandi elettrodomestici (frigoriferi, lavatrici ecc.)
- Selezione
- Disassemblaggio
- Separazione in frazioni diverse: pericolose, recuperabili, riciclabili, merceologicamente omogenee
- Recupero dei materiali
  - Metalli
  - Plastiche
- Recupero energetico

# Riciclo dei RAEE

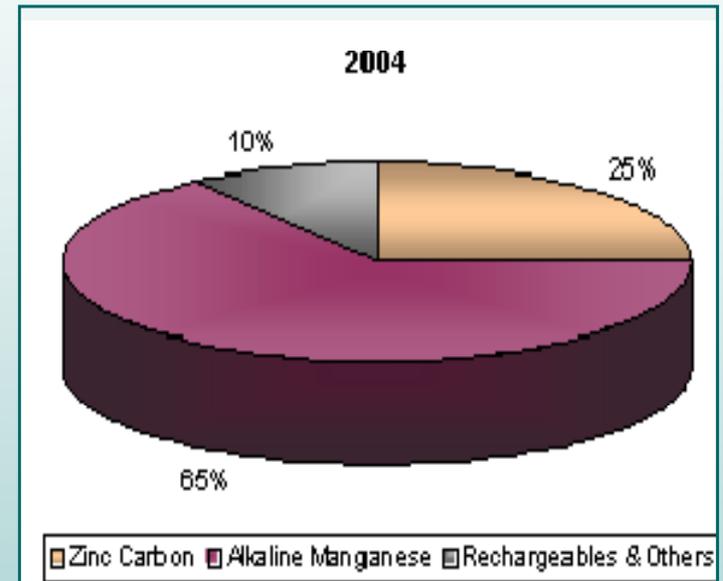
---

## **Recupero dei materiali : stato dell'arte**

- Separazione meccanica
- Caratterizzazione dei RAEE: contenuto in metalli, plastiche, ritardanti di fiamma, potenziali inquinanti (generatori di diossine)
- Termovalorizzazione: pirolisi e gassificazione
- Recupero di metalli da tipologie particolari di rifiuti: ittrio ed europio da tubi fluorescenti, altri metalli da tubi catodici (CRT), metalli da circuiti stampati (PCB) anche per biolisciviazione.

# pile

- Nel 2002, in Europa sono state vendute 158.270 t di batterie e accumulatori portatili.
- Nel 2000 in Italia sono stati venduti 364 milioni di pezzi (circa 20.000 t)
- **Raccolta delle pile** in Italia nel 2003 corrispondeva a 2790 t, circa il 12% del venduto nel periodo corrispondente (Dati APAT)



Mercato delle batterie portatili in Europa dati del 2004 della EPBA (European Portable Battery Association)

# Processi recupero di metalli da pile usate

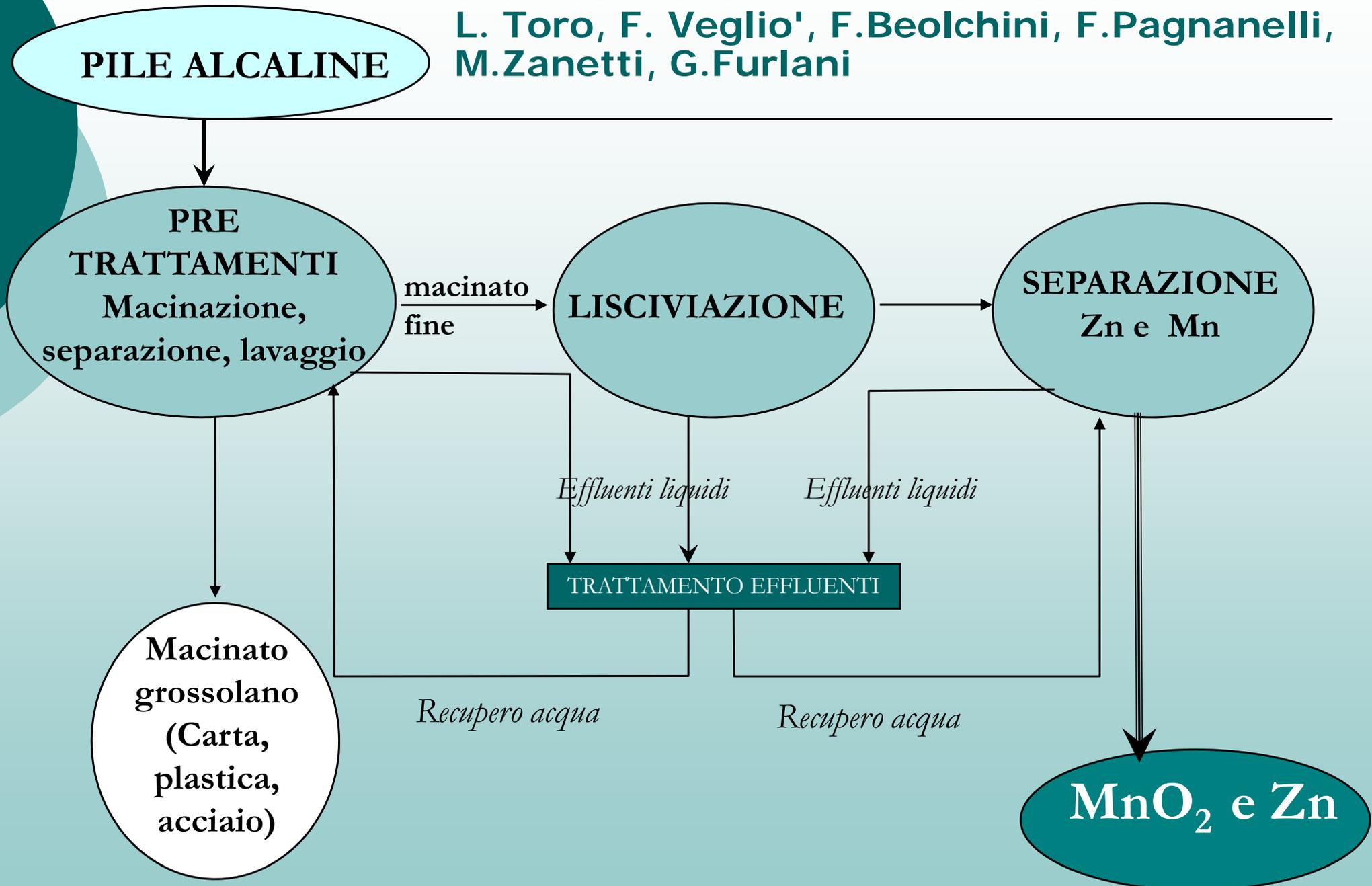
Processi **pirometallurgici** volatilizzazione dei metalli a elevate temperature

Processi **idrometallurgici**: lisciviazione dei metalli in fase acquosa

<b>PROCESSO</b>	<b>tipo</b>	<b>NAZIONE</b>	<b>PILE TRATTATE</b>	<b>METALLI RECUPERATI</b>
BATREC SUMITOMO	piro	Svizzera Giappone	zinco-carbone e alcaline	Zn, Hg, ferromanganese
SNAM-SAVAN	piro	Francia	Ni-Cd	Cd
INMETCO	piro	Nord America	Ni - Cd	Cd Ni e Fe per leghe metalliche
BATENUS	idro	Germania	tutte tranne quelle a bottone	Zn, Cu, Ni, Cd, Mn
ZINCEX modificato	idro	Spagna	alcaline	Zn
REVABAT RECUPYL	idro	Belgio Francia	alcaline	Zn e Mn

# Brevetto EP1684369 "Process and plant for the treatment of run off batteries "

L. Toro, F. Veglio', F. Beolchini, F. Pagnanelli, M. Zanetti, G. Furlani



# Car fluff

---



- Il car fluff o ASR (Automobile Shredder Residue) è il rifiuto derivante dalla frantumazione degli autoveicoli a fine vita e costituisce circa il 30% del peso iniziale del veicolo stesso.
- Il suo riciclo è imposto dalla normativa sui veicoli a fine vita per i quali è obbligatorio raggiungere **nel 2015** un obiettivo **riciclaggio** e di recupero **pari rispettivamente all'85% e al 95% del peso medio per veicolo e per anno**.
- Non può essere smaltito in discarica avendo un PCI superiore a 13000 KJ/Kg.
- Attualmente viene "accantonato" in discariche ad hoc

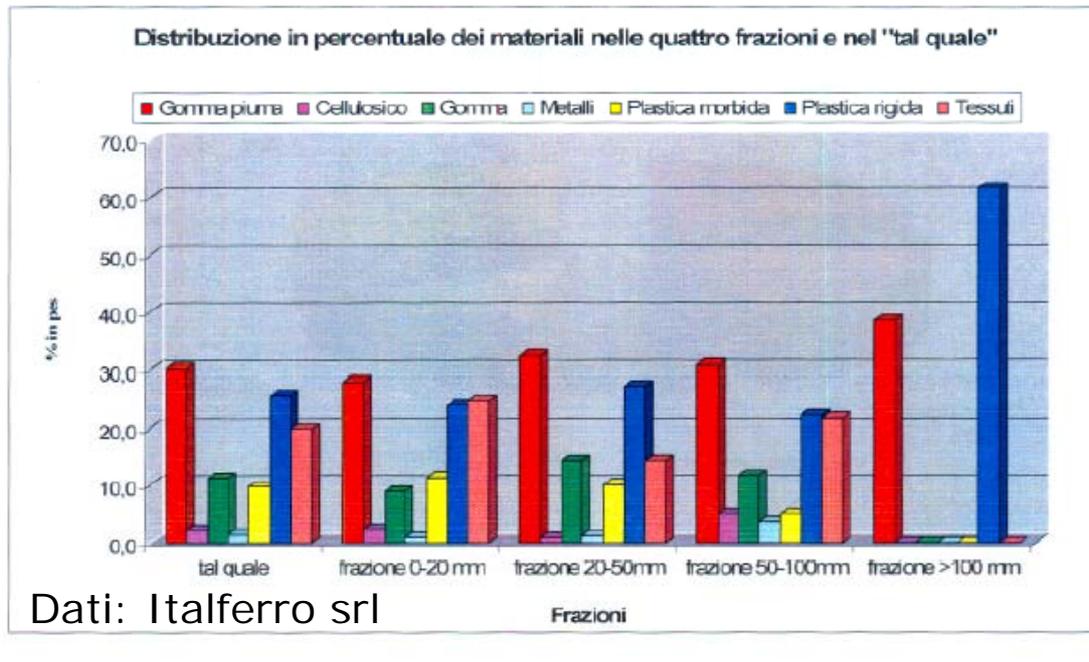
# Car fluff

- In particolare il fluff in uscita dagli impianti di frantumazione contiene:
  - più del 50% plastiche
  - circa il 20% frazione mista tessuti, gomma e carta
  - Fino al 15% metalli ferrosi e non
  - 5% frammenti di conduttori elettrici
  - 5% circa vetro

Granulometria	Al (mg/g)	Cd (mg/g)	Cr (mg/g)	Cu (mg/g)	Fe (mg/g)	Mn (mg/g)	Ni (mg/g)	Pb (mg/g)	Zn (mg/g)
<500 $\mu$ m	12.4 $\pm$ 0.5	0.12 $\pm$ 0.01	0.3 $\pm$ 0.1	6 $\pm$ 2	119 $\pm$ 8	1.2 $\pm$ 0.5	0.3 $\pm$ 0.1	5.1 $\pm$ 0.3	16 $\pm$ 1
>500,<1000 $\mu$ m	12 $\pm$ 2	0.030 $\pm$ 0.001	0.18 $\pm$ 0.05	35 $\pm$ 9	120 $\pm$ 20	1.0 $\pm$ 0.3	0.19 $\pm$ 0.05	2.0 $\pm$ 0.3	9 $\pm$ 1
>1000,<2000 $\mu$ m	20 $\pm$ 7	0.032 $\pm$ 0.001	0.18 $\pm$ 0.02	22 $\pm$ 9	140 $\pm$ 50	1.2 $\pm$ 0.5	0.14 $\pm$ 0.02	1.03 $\pm$ 0.07	9 $\pm$ 1
>2000 $\mu$ m	7 $\pm$ 3	0.02 $\pm$ 0.001	0.088 $\pm$ 0.005	5 $\pm$ 2	60 $\pm$ 10	0.40 $\pm$ 0.05	0.08 $\pm$ 0.01	1.2 $\pm$ 0.2	5 $\pm$ 1
TAL QUALE	15 $\pm$ 2	0.03 $\pm$ 0.01	0.31 $\pm$ 0.08	15 $\pm$ 4	93 $\pm$ 7	0.9 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.1	3.1 $\pm$ 0.9	11 $\pm$ 2

# Caratterizzazione fluff

## Distribuzione dei materiali

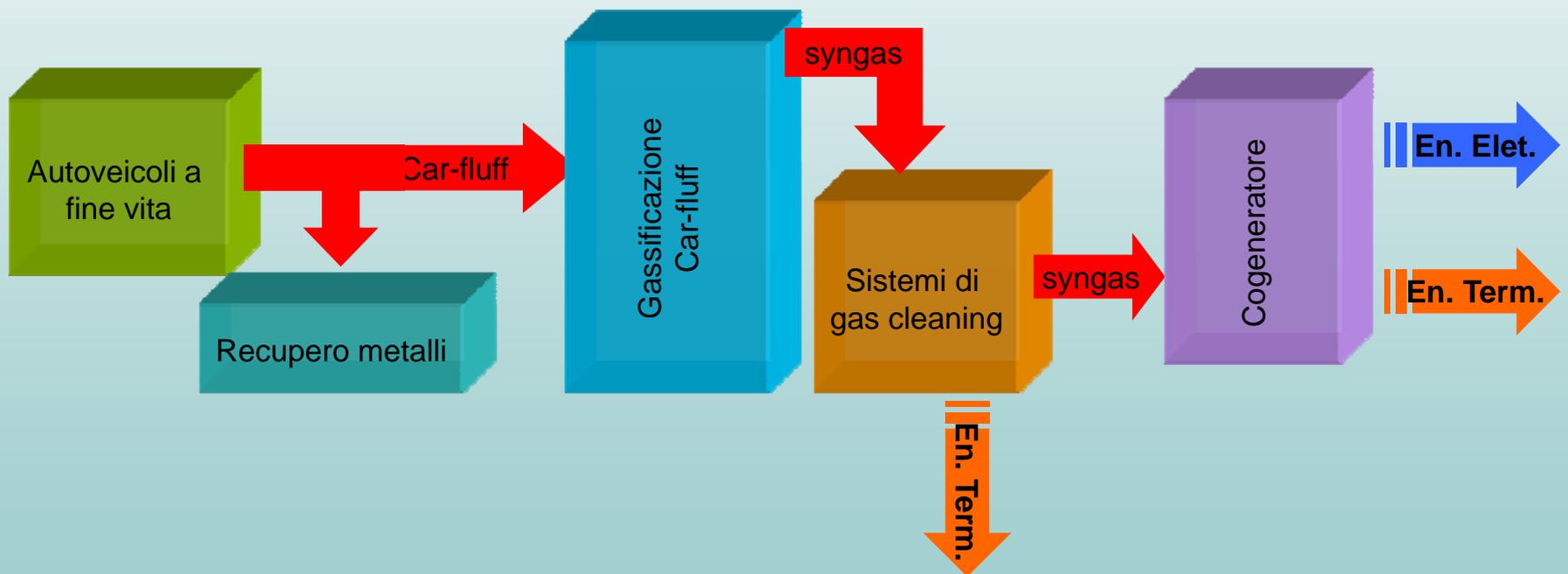


- fraz. 20-50mm prevale la gommapiuma insieme a plastica rigida, mentre gomma, tessuti e plastica morbida sono presenti in minori e paragonabili quantità.

- La fraz. >100mm contiene plastica rigida e gommapiuma
- Fraz. 50-100 mm e fraz. 0-20 mm composizione simile: prevale la gommapiuma insieme a plastica rigida e tessuti
- La percentuale di metalli varia tra 0.9 e 3.6% (fraz. 50-100). Nel t.q. è 1.4%

# Car fluff

- **Studio e realizzazione di un impianto per la valorizzazione del car fluff attraverso gassificazione e cogenerazione**





---

**GRAZIE  
PER  
L'ATTENZIONE**