



Επιχειρησιακό πρόγραμμα για βεβαιότητα και καινοτομία
Τεχνολογία (ΕΙΤ) - a part of the European Union, under the Horizon 2020, the EU
This activity has received funding from the European Institute of Innovation and

Alberto Zanelli

 Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività

LA SFIDA DELLE MATERIE PRIME

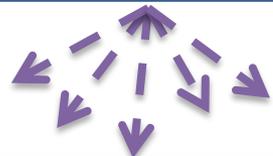




This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation



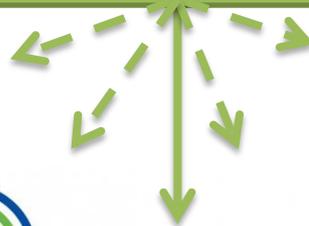
Ricerca pura



Finanziamento di progetti di ricerca proposti da singoli ricercatori.



Ricerca applicata



Comunità di enti di ricerca e aziende



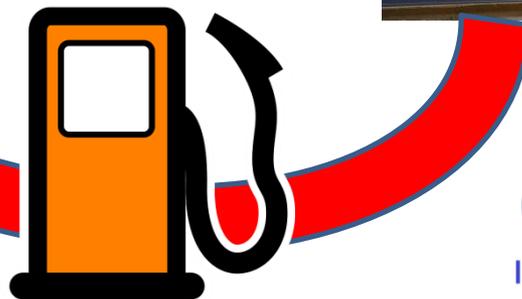
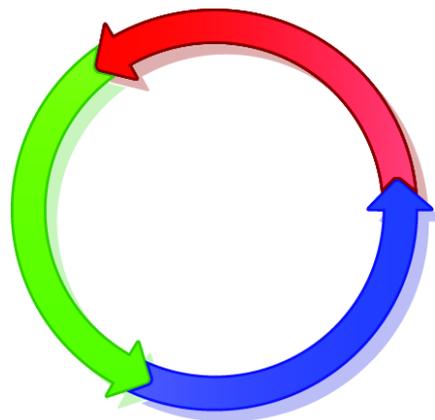
Il Consiglio Nazionale delle Ricerche è un ente pubblico di ricerca presente su tutto il territorio nazionale e diviso in istituti dedicati a ricerche su tutti i campi del Sapere.



Le materie prime sono tutto ciò che non è cibo e non è energia



7 miliardi di tonnellate
di carbone estratte
ogni anno



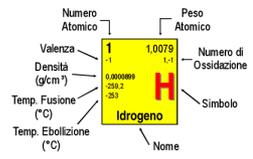
- Le materie prime più semplici sono gli elementi chimici.
- Gli elementi sono i "mattoncini" con cui è fatto l'Universo.
- Non conosciamo un modo conveniente per trasformare un elemento in un altro.

Dimitrij M. Mendeleev, 1869

Tavola Periodica degli Elementi

<http://www.itchiavari.org/chimica>

Periodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 1,0079 H Idrogeno																	2 4,0026 He Elio
2	3 6,941 Li Litio	4 9,0122 Be Berillio											5 10,81 B Boro	6 12,011 C Carbonio	7 14,0067 N Azoto	8 15,9994 O Ossigeno	9 18,9984 F Fluoro	10 20,179 Ne Neon
3	11 22,9898 Na Sodio	12 24,305 Mg Magnesio											13 26,9815 Al Alluminio	14 28,0855 Si Silicio	15 30,9738 P Fosforo	16 32,06 S Zolfo	17 35,453 Cl Cloro	18 39,948 Ar Argon
4	19 39,0983 K Potassio	20 40,08 Ca Calcio	21 44,9559 Sc Scandio	22 47,9 Ti Titanio	23 50,9415 V Vanadio	24 51,996 Cr Cromo	25 54,938 Mn Manganese	26 55,847 Fe Ferro	27 58,9332 Co Cobalto	28 58,7 Ni Nichel	29 63,546 Cu Rame	30 65,38 Zn Zinco	31 69,72 Ga Gallio	32 72,59 Ge Germanio	33 74,9216 As Arsenico	34 78,96 Se Selenio	35 79,904 Br Bromo	36 83,8 Kr Kriptone
5	37 85,4678 Rb Rubidio	38 87,62 Sr Stronzio	39 88,9059 Y Ittrio	40 91,22 Zr Zirconio	41 92,9064 Nb Niobio	42 95,94 Mo Molibdeno	43 98 Tc Tecnecio	44 101,07 Ru Rutenio	45 102,9055 Rh Rodio	46 106,4 Pd Palladio	47 107,868 Ag Argento	48 112,41 Cd Cadmio	49 114,82 In Indio	50 118,69 Sn Stagno	51 121,75 Sb Antimonio	52 127,6 Te Tellurio	53 126,905 I Iodio	54 131,3 Xe Xenone
6	55 132,9054 Cs Cesio	56 137,33 Ba Bario	57 138,9055 La Lantanio	58 178,49 Ce Afnio	59 180,9478 Pr Tantalio	60 183,85 Nd Tungsteno	61 186,207 Pm Renio	62 190,22 Sm Osmio	63 192,22 Eu Iridio	64 195,09 Gd Platino	65 196,9665 Tb Oro	66 200,59 Dy Mercurio	67 204,37 Ho Tallio	68 207,2 Er Piombo	69 208,9804 Tm Bismuto	70 208,9804 Yb Polonio	71 208,9804 Lu Astatio	72 208,9804 Rn Radone
7	87 223 Fr Francio	88 226,025 Ra Radio	89 227,028 Ac Attinidio	90 227,028 Th Rutherfordio	91 227,028 Pa Dubnio	92 227,028 U Seaborgio	93 227,028 Np Bohrio	94 227,028 Pu Hassio	95 227,028 Am Meitnerio	96 227,028 Cm Darmstadtio	97 227,028 Bk Roentgenio	98 227,028 Cf	99 227,028 Es	100 227,028 Fm	101 227,028 Md	102 227,028 No	103 227,028 Lr	



Metalli Alcalini
Metalli Alcalino-Terrosi
Lantanidi
Attinidi

Elementi di Transizione
Metalloidi / Non Metalli
Alogeni
Gas Nobili

STATI DI AGGREGAZIONE a 20 °C

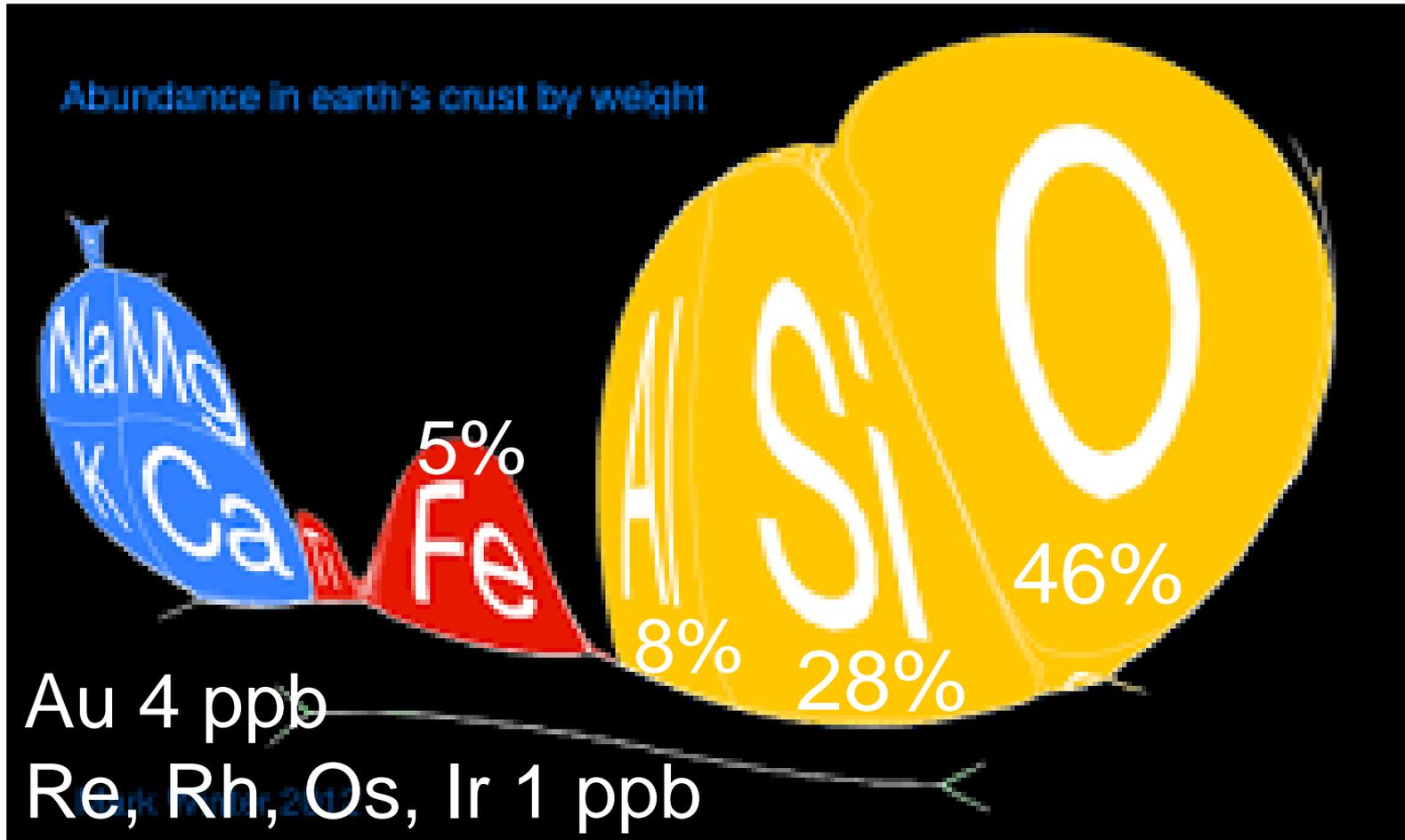
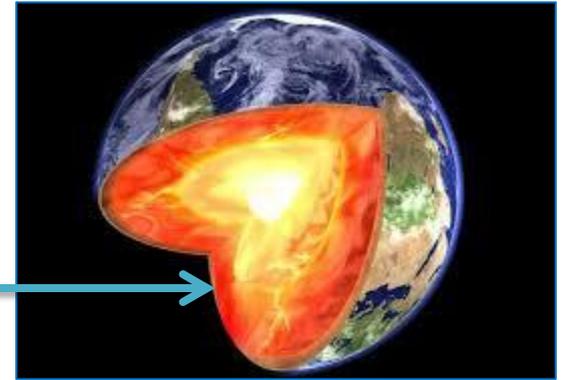
SOLIDI LIQUIDI GASSOSI ARTIFICIALI

Gruppo



Serie dei Lantanidi
Serie degli Attinidi

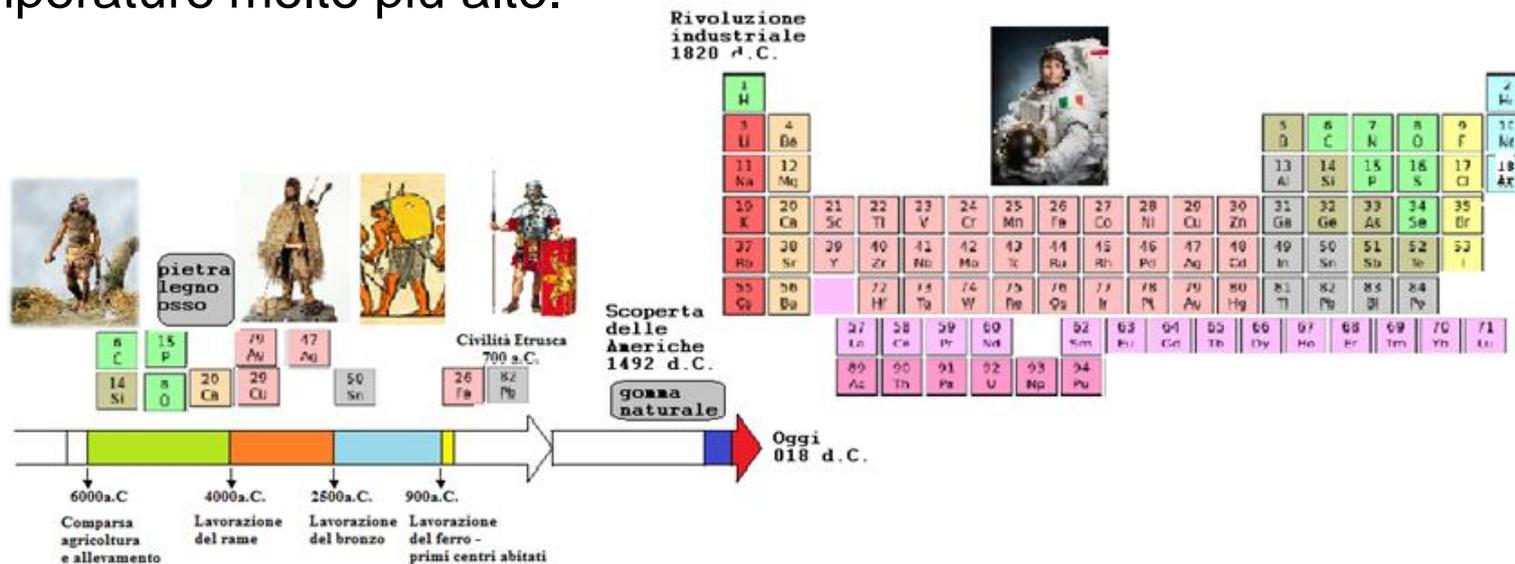
La tavola periodica degli elementi in accordo con l'abbondanza relativa sulla crosta terrestre



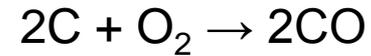
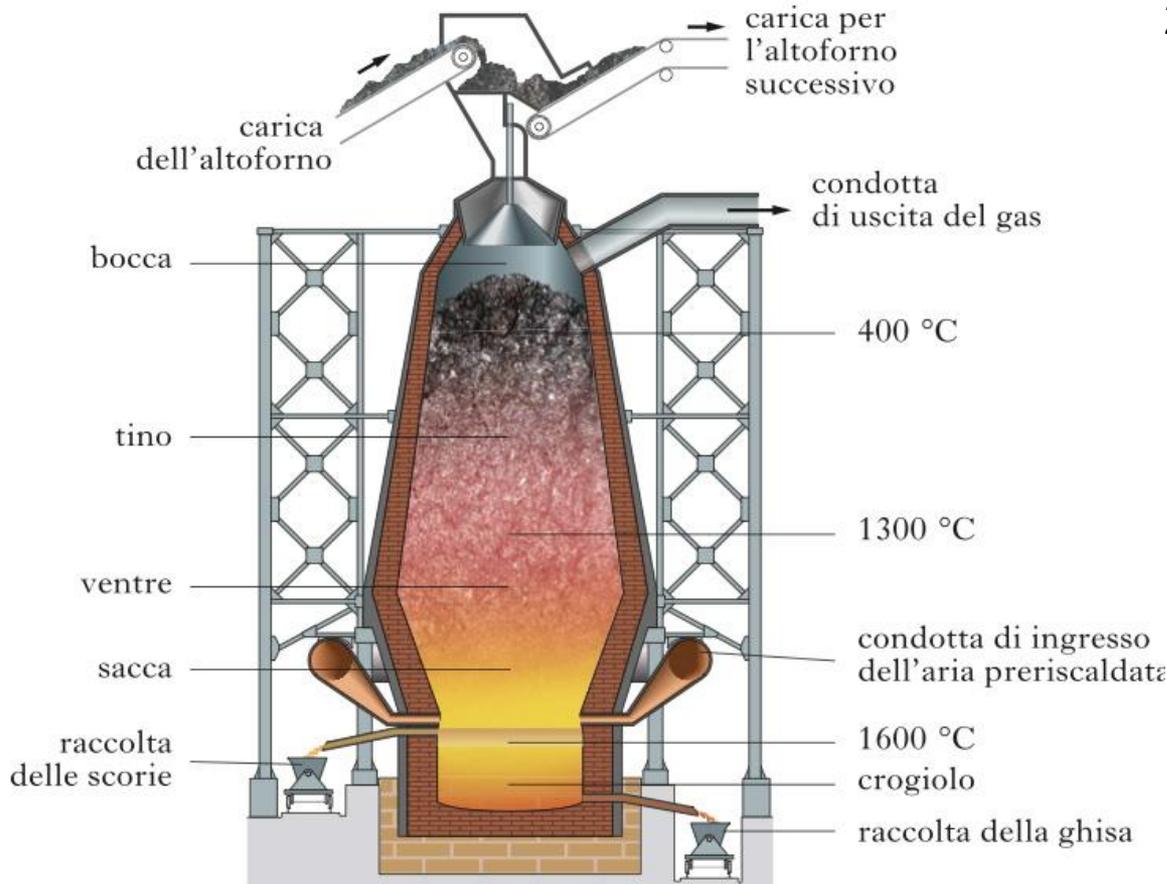
Le materie prime nella storia

L'Uomo comincia a lavorare il legno, la pietra e l'osso. Il primo metallo che usa è l'oro perché si trova in natura allo stato metallico. Anche il rame si può trovare in natura allo stato metallico ma anche la sua riduzione dai minerali è abbastanza semplice. Di rame sono i primi utensili metallici, poi l'Uomo lo mescola con lo stagno e ottiene il bronzo. La metallurgia del ferro richiede temperature molto più alte.

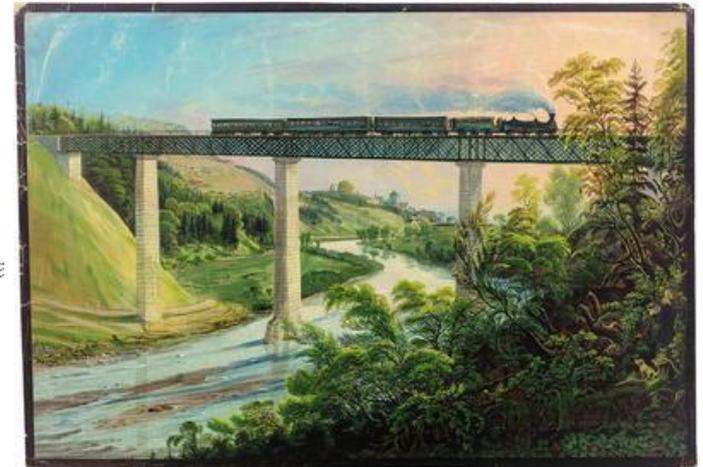
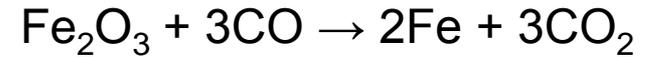
...



La tecnologia del ferro



Es. siderite rossa



Materie
prime

ECONOMIA LINEARE

Energia

Energia

Energia

Energia

Materie
prime

Produzione

Distribuzione

Prodotti di
consumo

Rifiuti

Rifiuti





EuChemS



European Chemical Society



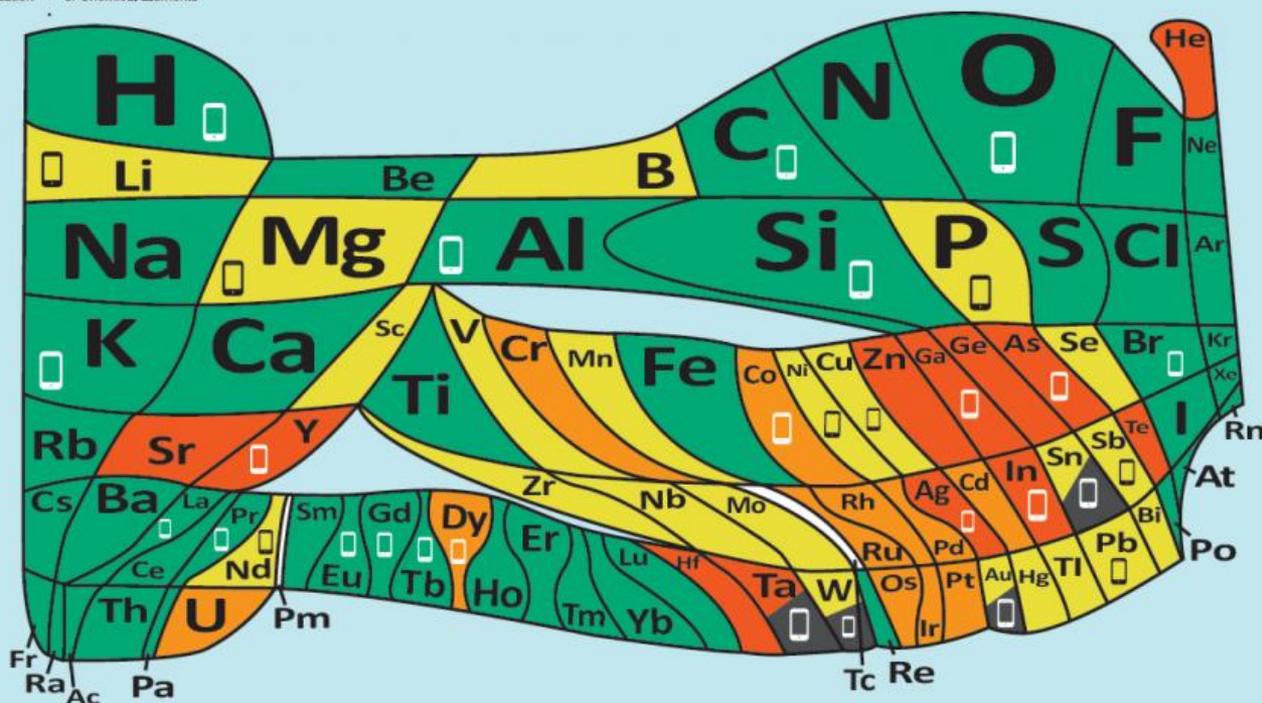
United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



2019
IYPT
International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements

The 90 natural elements that make up everything

How much is there? Is that enough?



- Serious threat in the next 100 years
- Rising threat from increased use
- Limited availability, future risk to supply
- Plentiful supply
- Synthetic
- From conflict minerals
- Elements used in a smart phone

Inspired by WF Sheehan's 'A Periodic Table with Emphasis', published in Chemistry, 1976, 49, 17-18'

Read more and play the video game <http://bit.ly/euchems-pt>



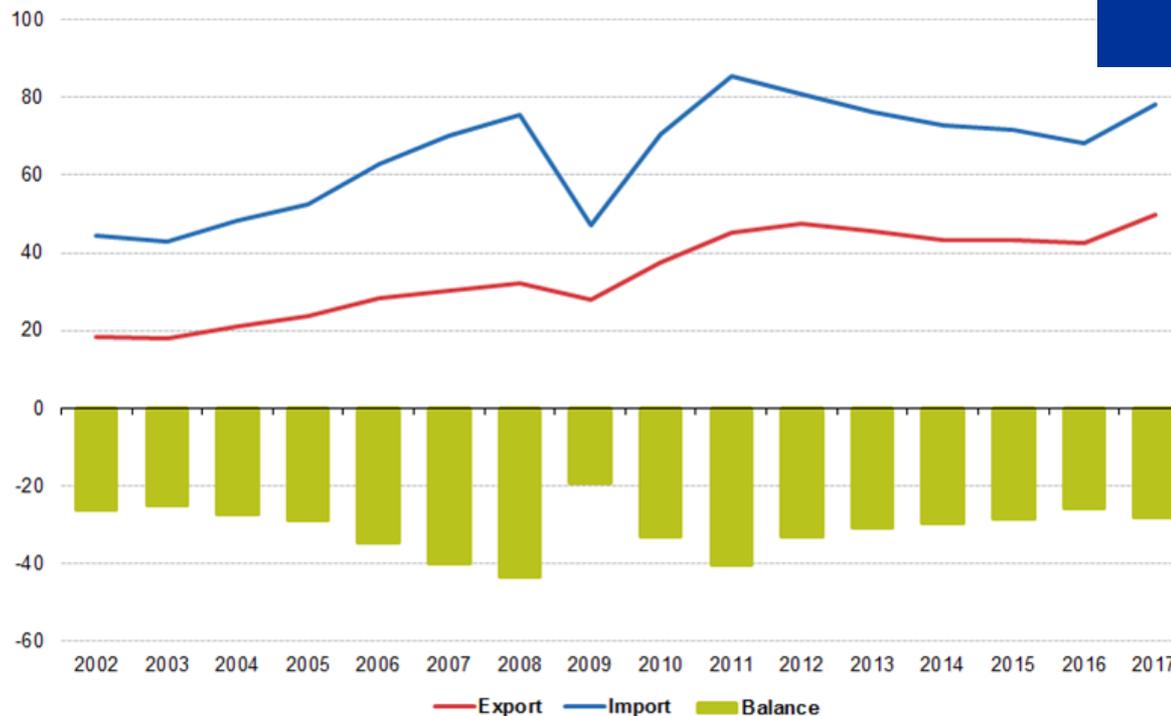
This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivs CC-BY-ND

<https://www.euchems.eu/>

Bilancia commerciale materie prime (miliardi di euro)



EU-28 exports, imports and trade balance in raw materials, 2002-2017
(EUR billion)



Source: Eurostat (online data code: DS-018995)

eurostat 

(EUROSTAT http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/International_trade_in_raw_materials)

MATERIE PRIME CRITICHE

Le materie prime sono considerate critiche quando hanno un grande importanza per l'economia europea combinata con un elevato rischio associato al loro approvvigionamento.



Study on the review of the list of
Critical Raw Materials
Critical Raw Materials Factsheets

Written by
Deloitte Sustainability
British Geological Survey
Bureau de Recherches Géologiques et Minières
Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
June 2017

Deloitte.



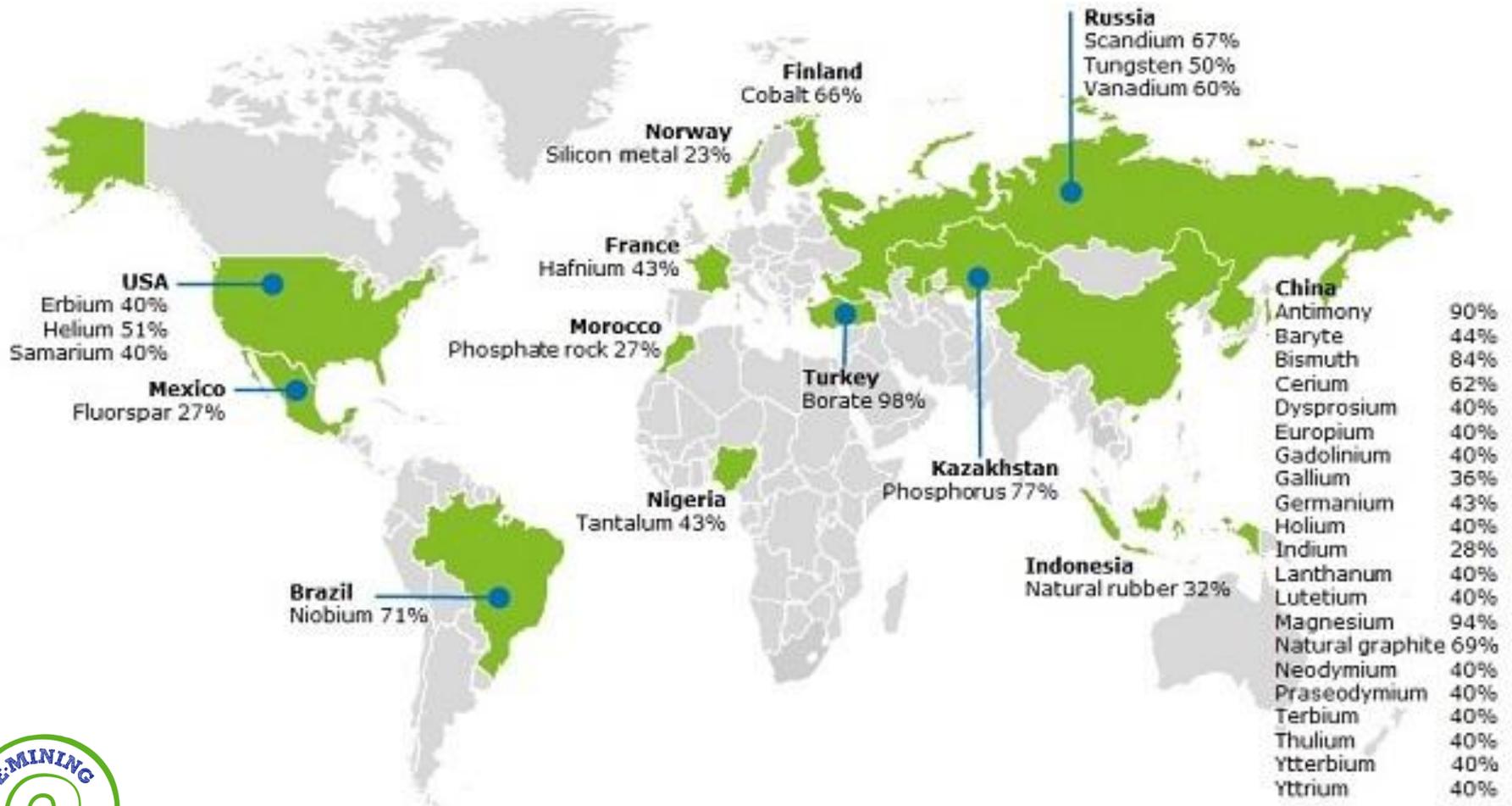
brgm

TNO innovation
for life



 **Consiglio Nazionale delle Ricerche**
Istituto per la Sintesi Organica e la Fotorattività

LA GEOGRAFIA DEI FORNITORI DI MATERIE PRIME CRITICHE

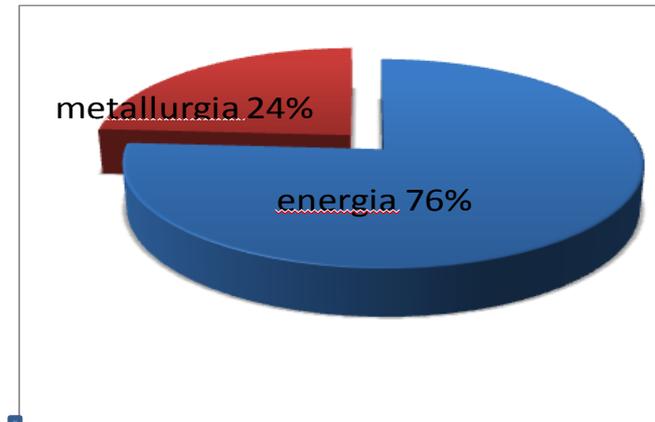


Carbon coke



Prodotto del trattamento anaerobico a 1100-1200°C del carbone. Utilizzato in metallurgia. UE importa il 63%, è ancora considerato critico per cautela.

Produzione mondiale annua:
7,5 miliardi di tonnellate
Prezzo ~100 €/tonnellata;
Cina 54%, Australia 15%, USA 7%,
Russia 7%, **UE 5%**



Rocce fosfatiche e fosforo bianco

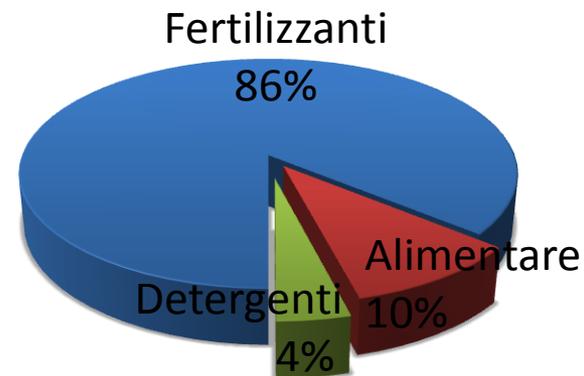


Produzione mondiale annua:
218 milioni di tonnellate,
Prezzo ~100 €/tonnellata;
Cina 44%, Marocco 13%, USA
13%, **UE 0,4%.**

Fosforo bianco 915000 tonnellate



Rocce con composizione generica $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{Cl},\text{OH})$. UE ne importa l'88%. Da esse, con un processo che assorbe molte energie, si produce il fosforo bianco usato in chimica (90%), elettronica (5%) e metallurgia (5%).



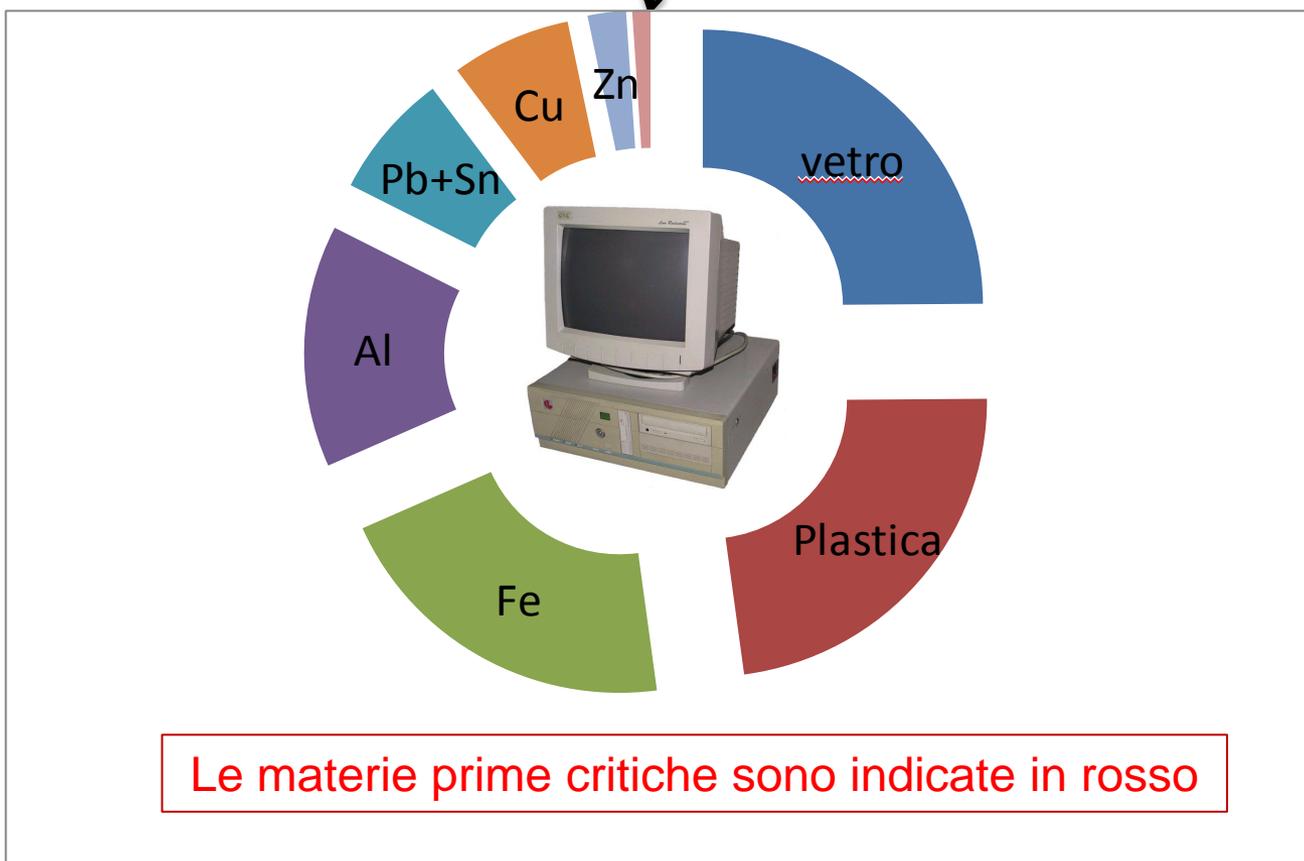
Rari, cari, utili ed extra-UE

Il prezzo dell'oro 24 carati è stato tra 9600 e 66600 \$/kg tra il 2001 e 2018

Elemento	Mondo T/anno	Abb. Ppm	Prezzo \$/kg	Industria coinvolta
Iridio	7,1	0,001	35000-45000	Elettrica, elettrochimica ...
Scandio (come Sc ₂ O ₃)	15	22	4400-15000	Magnetismo
Rodio	21,5	0,001	7000-35000	Catalizzatori auto ...
Rutenio	27,7	0,001	2000-14000	Elettrochimica ...
Afnio	72	3	1200	Leghe speciali
Berillio	320	2,3	7480	Elettronica,telecomunicaz.
Gallio	340	19	525 (2010)	Elettronica,fotovoltaico
Terbio	407	1,2	420-720	Illuminazione,magnetismo
Europio	470	2	150-370	Illuminazione,banconote
Indio	689	0,001	180-1000	<i>Display</i> , fotovoltaico ...
Germanio	740	1,2	940-1700	Fibre ottiche, fotovoltaico
Holmio,Lutezio,Ytterbio,Tullio	1764	3,2-1,3	2400-70000	Ottica

Elementi chimici in un computer di 27 kg (1996)

Si+Ga+Ge+Ba+Ni+Ta+Ir+V+Tb+Be+Au+Eu+Ti+Ru+Co+
Pd+Mn+Ag+Sb+Bi+Cr+Cd+Se+Nb+Y+Rh+Pt+Hg+As



Smaltimento dei computer all'Area della Ricerca di Bologna (2010)



SOSTITUZIONE DELLE MATERIE PRIME



30 ÷ 10 kg



5 ÷ 2 kg



1 ÷ 0,5 kg



0,18 ÷ 0,10 kg



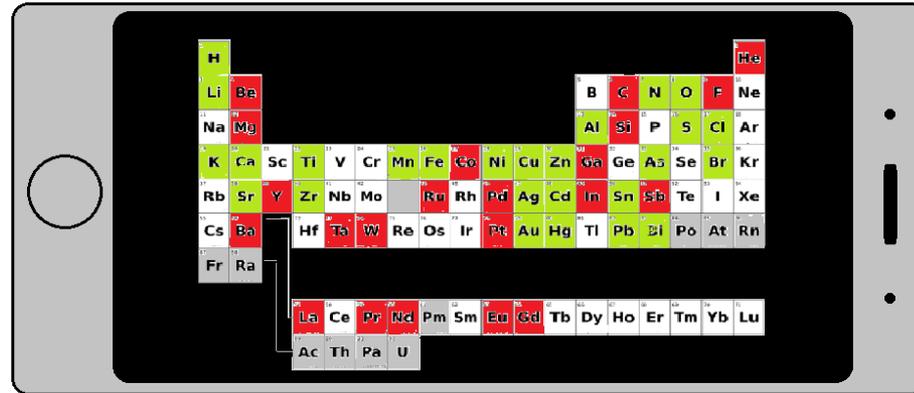
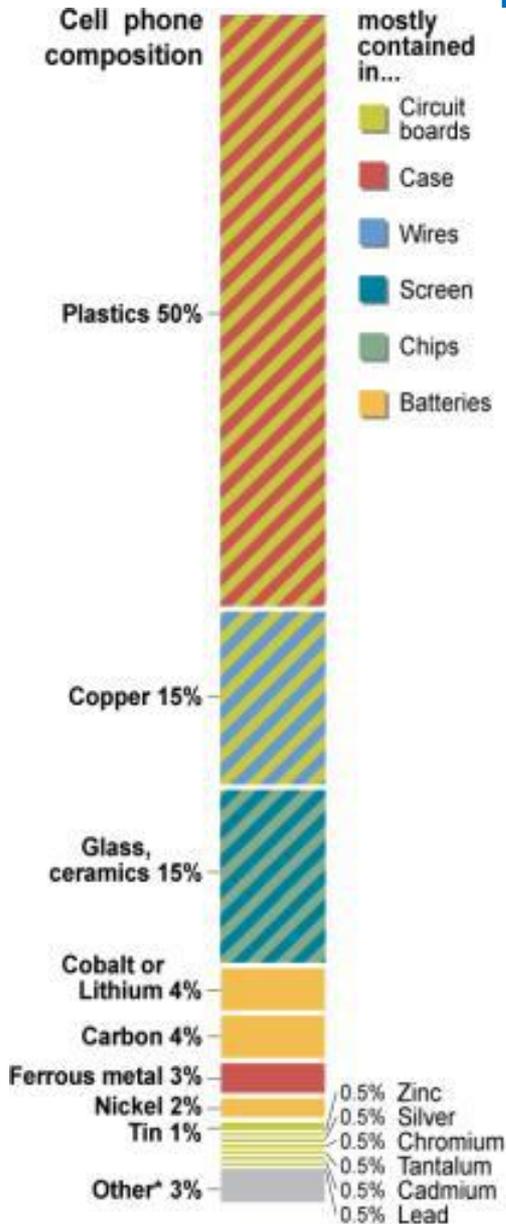
RawMaterials

RM@Schools



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività

Elementi in uno *smartphone*



Peso dello *smartphone*: 100 g

Contenuto:

Cu: 13.7 g

Ag: 0.189 g

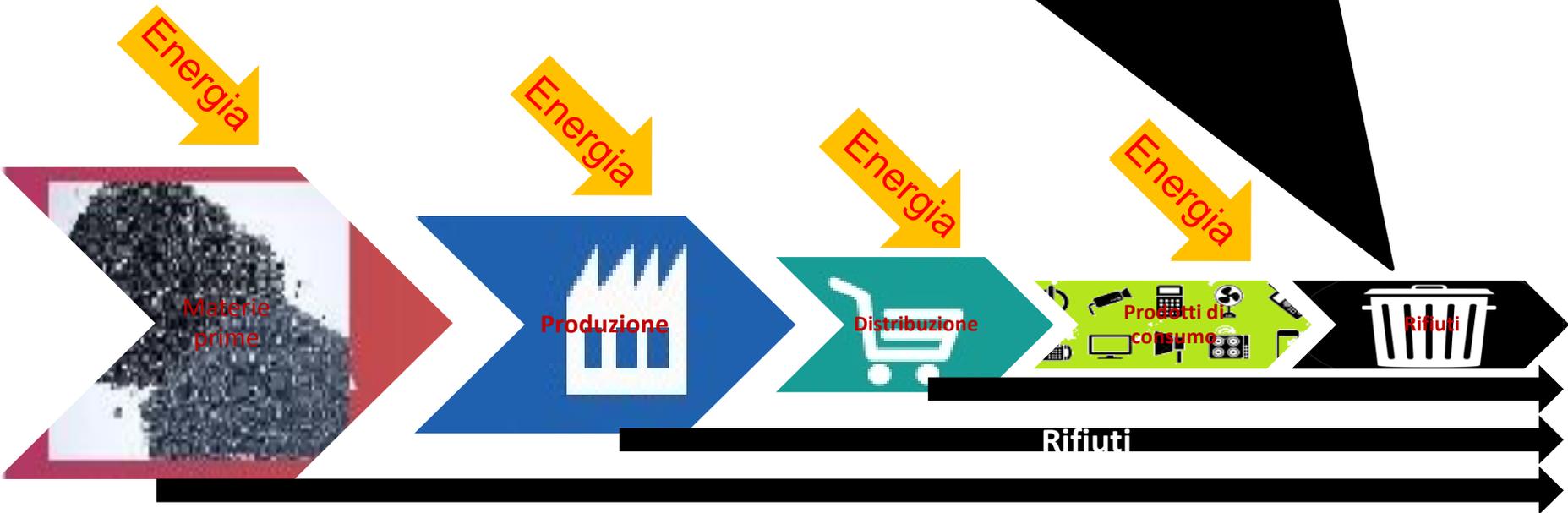
Au: 0.028 g

Pd: 0.014 g

Ta: 0.5 g

In EU si sostituiscono
120.000.000 di *smartphone*
ogni anno.

Il lato oscuro dell'economia lineare: I RIFIUTI



Produzione europea di rifiuti nel 2014:



2,5 miliardi di tonnellate

pari a 6,8 milioni di tonnellate al giorno

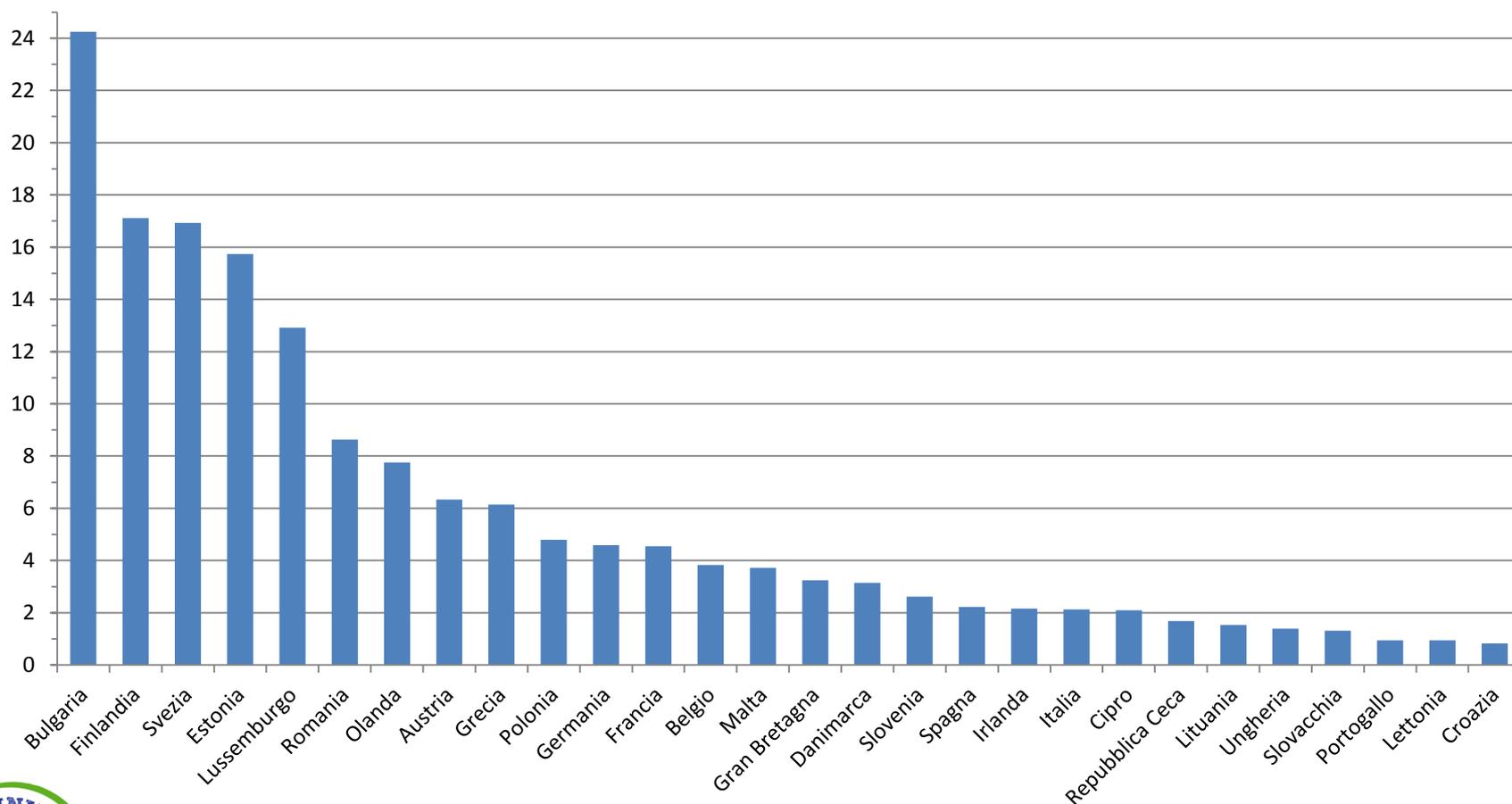


Solo 480 kg all'anno per ogni cittadino europeo sono i rifiuti solidi urbani .

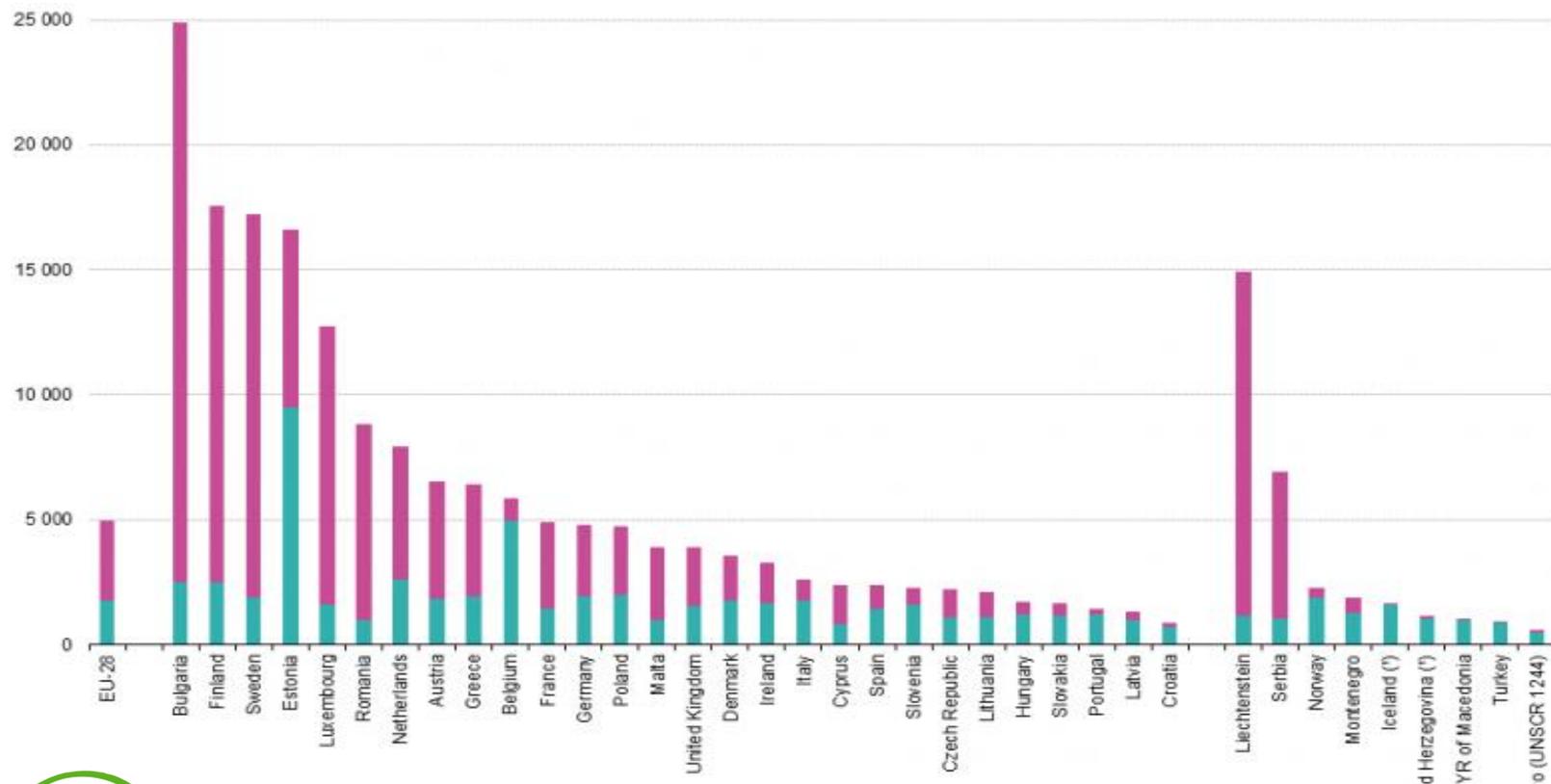


14 volte il grattacielo più alto del mondo ogni giorno!

Produzione procapite di rifiuti per Paese UE nel 2014 (dati Eurostat)



Produzione procapite di rifiuti minerali e altri rifiuti (2014 Eurostat)



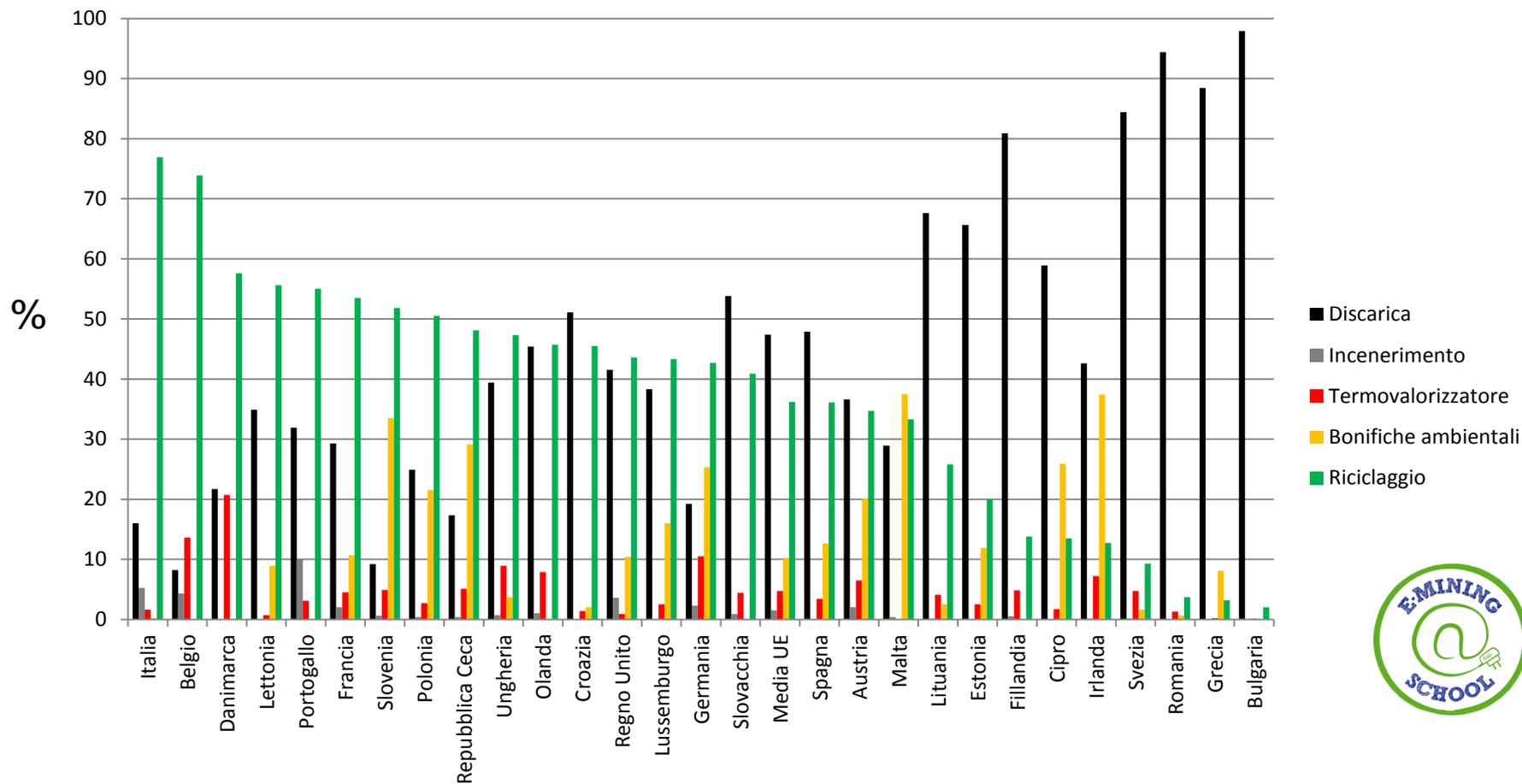
■ Major mineral waste
■ Waste excluding major mineral waste



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività

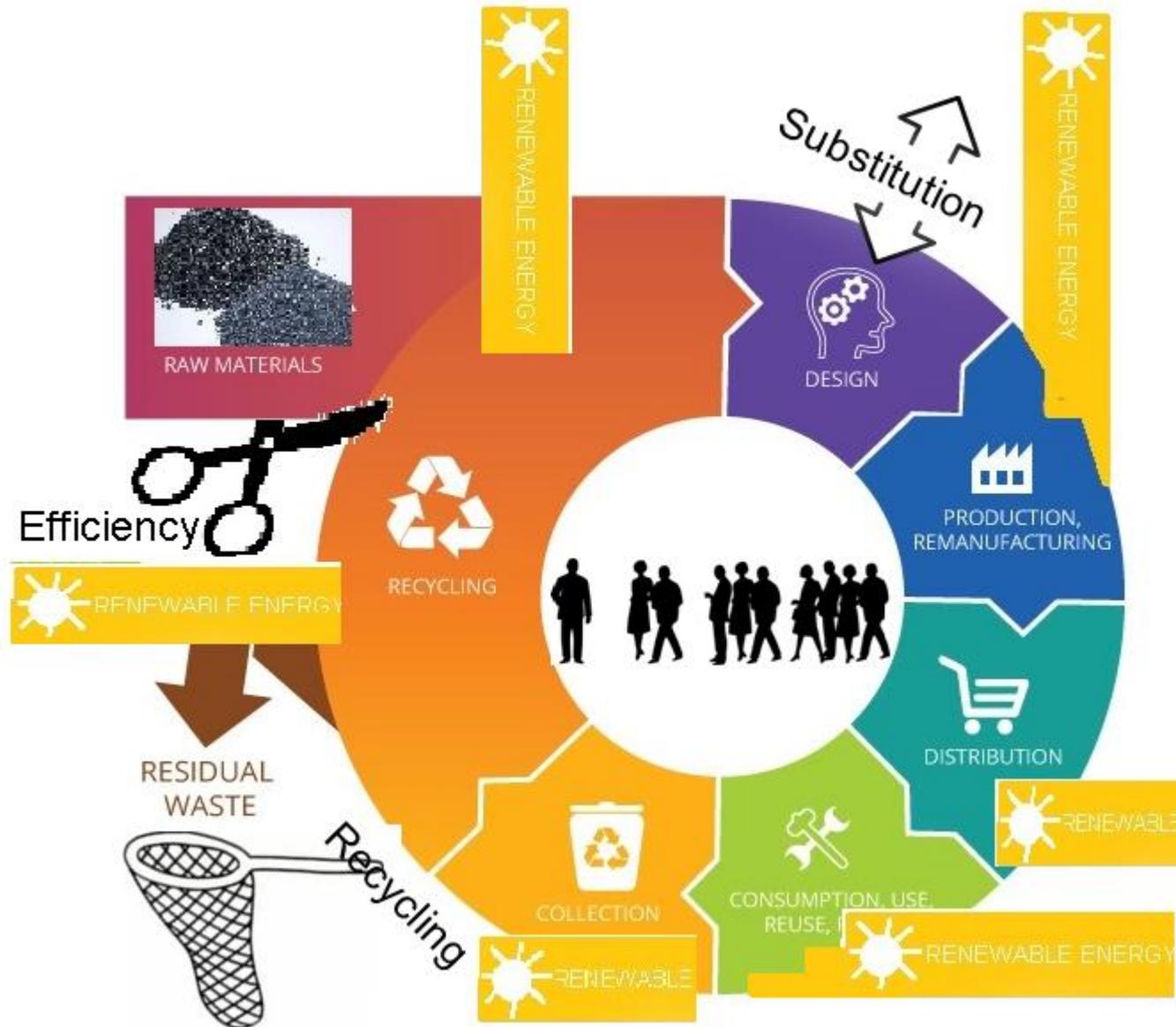
(*) 2012.
Source: Eurostat (online data code: env_wasgen)

Trattamento dei rifiuti in Europa (2014)





ECONOMIA CIRCOLARE



ECONOMIA CIRCOLARE

L'economia circolare può essere definita come un sistema che tende ad assicurare il più alto valore d'uso nel tempo dei prodotti, dei loro componenti e dei loro materiali per creare cicli tecnologici che non interferiscano con quelli naturali.

**Oggi solo il 9% delle materie prime estratte viene rimesso in circolo.
Ci sono tante opportunità di lavoro.
Servono persone creative e motivate!**

Azioni verso un'economia circolare

- Efficienza: usare tutte le materie prime, sottoprodotti compresi, e fare durare più a lungo i prodotti.
- Sostituzione: sostituire materie prime critiche con materie prime rinnovabili (es. Grafene al posto dell'ossido di indio drogato a stagno)
- Riciclaggio: riaggiustare i dispositivi che si rompono, recuperare i componenti, recuperare i materiali, recuperare energia e usare i rifiuti ultimi per bonifiche ambientali.
- Sostituire prodotti con servizi.

Grazie per l'attenzione

Per approfondimenti:

<https://rmschools.isof.cnr.it>

Alberto Zanelli

Tel: 0516399763

E-mail: alberto.zanelli@isof.cnr.it



This activity has received funding from the European Institute of Innovation and Technology (EIT), a body of the European Union, under the Horizon 2020, the EU Framework Programme for Research and Innovation