




ENERGY MANAGEMENT
 Percorso di eccellenza

30.09.2009


Giorgio Ghiringhelli
 Dottore Agronomo
 Master MAPI


ARS
 PARMENSE
 PARMIGIANA E TAVARELLI
 PIZZARELLI

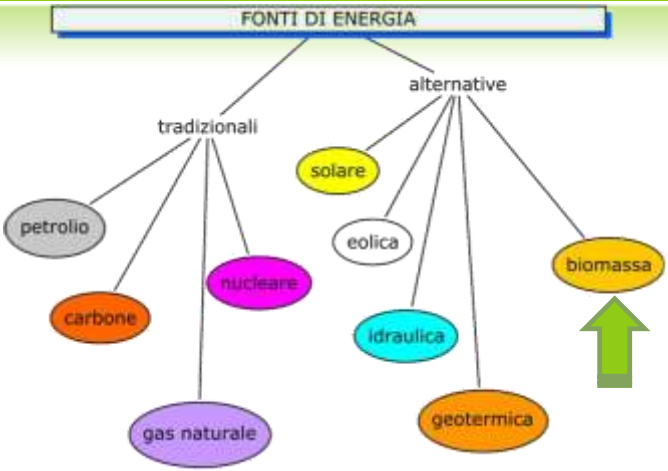
**BIOMASSE PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA**
 un'opportunità economica ed ambientale

INDICE

- ⊙ Fonti energetiche rinnovabili e loro peso nel "mix"
- ⊙ Le biomasse: definizione, tipologie, caratteristiche
- ⊙ Come ricavare energia dalle biomasse
- ⊙ Energia dai rifiuti, biomasse nei rifiuti e loro sfruttamento
- ⊙ Valutazioni economiche dello sfruttamento delle biomasse
- ⊙ Casi reali:
 - ⊙ Studio flussi di cippato in Lombardia
 - ⊙ Impianto di digestione anaerobica e compostaggio per la Forsu a Legnano
 - ⊙ Impianto di digestione anaerobica per il mais nel Parco del Rocco
 - ⊙ Studio preliminare per la coltivazione di Jatropha in Egitto


ARS
 PARMENSE
 PARMIGIANA E TAVARELLI
 PIZZARELLI

FONTI ENERGETICHE



INTERESSE PER LE FONTI RINNOVABILI



- ⊙ Crescita dei **consumi** energetici
- ⊙ Riduzione delle **riserve** delle fonti non rinnovabili
- ⊙ Aumento del **prezzo** dell'energia
- ⊙ Aspetti **normativi** e/o programmatici



PILASTRI DELLA POLITICA ENERGETICA DELLA UE: “OBIETTIVO 20-20-20”

- Il Libro verde sull'energia costituisce una tappa importante nello sviluppo di una politica energetica dell'Unione europea (UE)
- la **sostenibilità**, per lottare attivamente contro il cambiamento climatico, promuovendo le fonti di energia rinnovabili e l'efficienza energetica
- la **competitività**, per migliorare l'efficacia della rete europea tramite la realizzazione del mercato interno dell'energia
- la **sicurezza dell'approvvigionamento**, per coordinare meglio l'offerta e la domanda interne di energia dell'UE nel contesto internazionale



FONTI RINNOVABILI VISTE DAI “PETROLIERI”

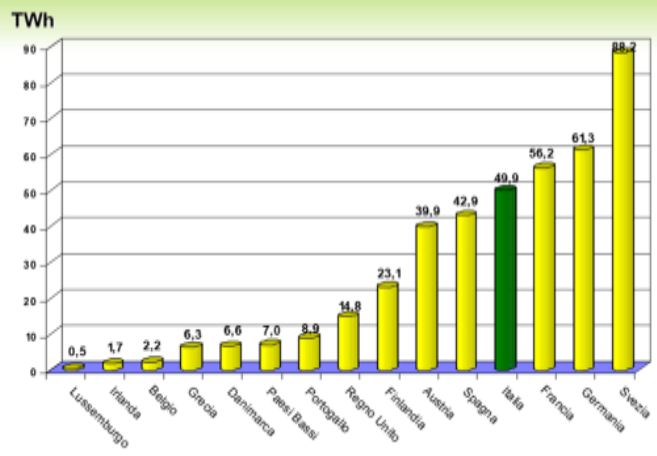


- Non ancora competitive come **costi di produzione** e **non programmabili** (ad eccezione delle biomasse)
- Produzione annua per 1MW installato (load factor) → 1 anno=8.760 ore:**
 - Convenzionale (turbogas o biomasse) → 7.200 MWh
 - Mini-idro → 3.500 MWh
 - Eolico → 2.000 MWh
 - Fotovoltaico → 1.500 MWh (in sicilia)
- Richiedono **investimenti di back-up** nel convenzionale (tranne le biomasse)
- Necessità di ridurre i costi, incrementare efficienza e rendere possibile la capacità di accumulare energia

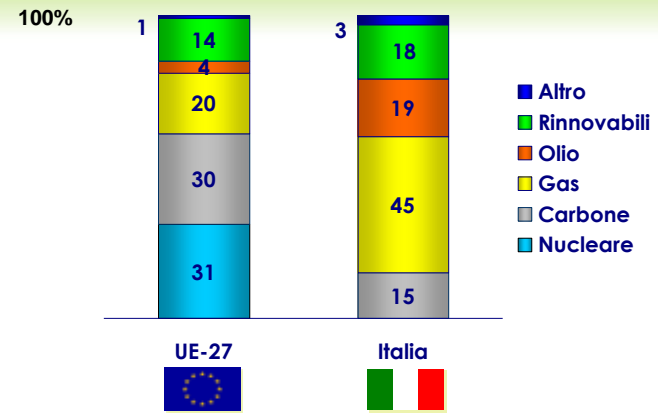


Fonti alternative VS. Fonti integrative

PRODUZIONE DI ENERGIA DA RINNOVABILI NEI "15 UE"



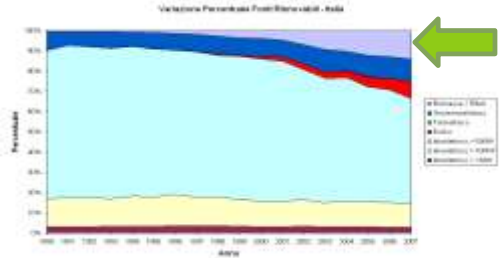
MIX ENERGETICO UE E ITALIA (E.E.)



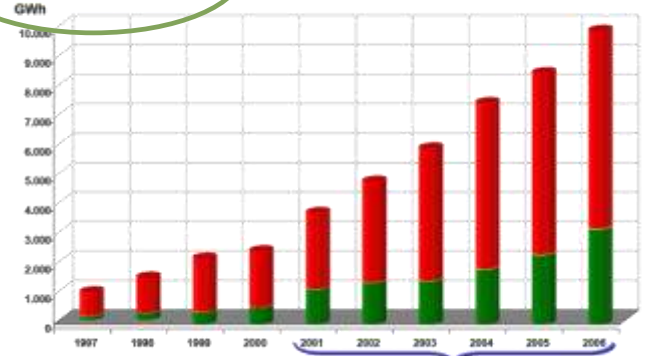
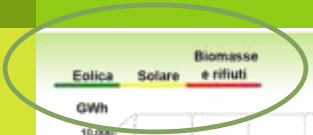
PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE IN ITALIA



- Nel 2006 l'Italia ha prodotto circa **49,4 TWh di elettricità da fonti rinnovabili**, pari al **14,5%** del totale di energia elettrica richiesta
- il **10,7%** proveniente da fonte **idroelettrica** e la restante parte data dalla somma di geotermico, eolico e combustione di biomassa o rifiuti



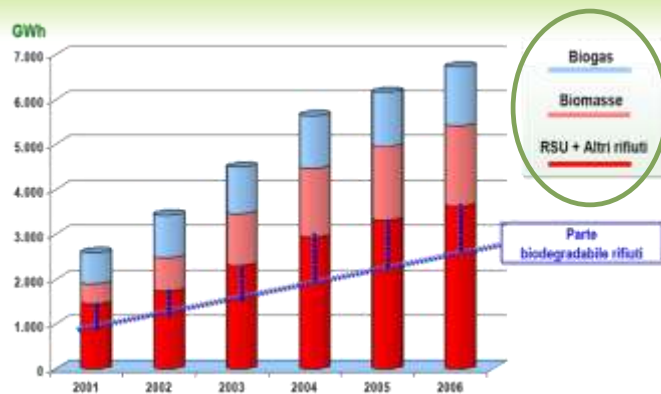
CONTRIBUTO DELLE BIOMASSE SULLE "NUOVE RINNOVABILI"



Incentivazione con il sistema dei CV



PRODUZIONE DI ENERGIA DA BIOGAS, BIOMASSE E RIFIUTI

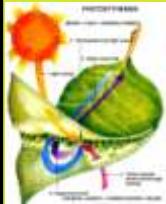


RAPPORTO ITABIA 2008 (ITALIAN BIOMASS ASSOCIATION)



- Se l'Italia sfruttasse a pieno le risorse bioenergetiche disponibili potrebbe arrivare a fornire tra i **24 e i 30 Mtep** (Milioni di tonnellate equivalente petrolio) all'anno di energia da biomasse
- Secondo il Rapporto 2008 redatto da ITABIA (Italian Biomass Association), il nostro Paese produce attualmente solo **5,65 Mtep di energia da biomasse**
- In base agli obiettivi fissati dall'Ue, **entro il 2020 l'Italia** dovrebbe riuscire a produrre e consumare circa **16,5 Mtep da biomasse**
- Ciò nonostante, le **tecnologie** a disposizione del nostro Paese per la produzione di energia da biomassa sono ormai **consolidate** e hanno raggiunto un **ottimo livello**

LA BIOMASSA



- ⊙ **La biomassa**, traduzione del termine inglese *biomass*, è l'abbreviazione di 'massa biologica' e **indica qualsiasi sostanza organica, sia vivente sia morta, derivata direttamente o indirettamente dalla fotosintesi**, il processo fisiologico che consente agli organismi dotati di clorofilla di captare l'energia radiante, di trasformarla in energia chimica e di stoccarla sotto forma di molecole più o meno complesse
- ⊙ *Mediante la fotosintesi, le piante assorbono dall'ambiente anidride carbonica che viene trasformata, con l'apporto di energia solare, acqua e sostanze nutrienti, in materiale organico*



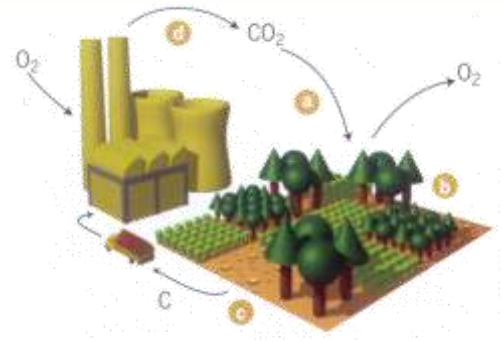
LE BIOMASSE



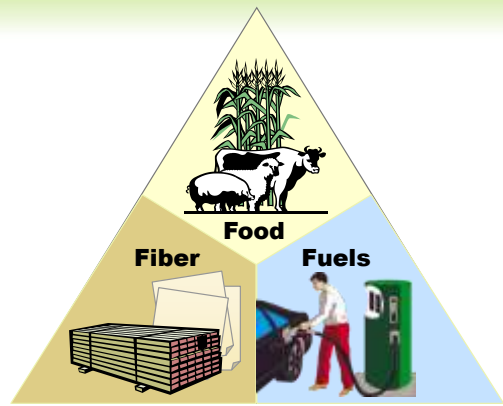
- ⊙ Ogni anno si stima vengano fissate complessivamente **2×10^{11} tonnellate di CO_2** , con un contenuto energetico equivalente a **70 miliardi di tonnellate di petrolio**, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale
- ⊙ **Le biomasse sono le più antiche e più diffuse fonti energetiche**, sostituite gradualmente, negli ultimi 150 anni, dai combustibili fossili
- ⊙ Anche i **combustibili fossili hanno origine organica**, ma non sono ritenuti rinnovabili
- ⊙ I sistemi energetici che si basano sull'uso della biomassa hanno il vantaggio di **fornire energia in forma d'elettricità, calore e combustibili liquidi/gassosi**, e di offrire energia disponibile **localmente** con possibilità di sviluppo socio-economico per le popolazioni rurali



CICLO DEL CARBONIO RELATIVO ALL'IMPIEGO DI BIOMASSE



RICERCA DI UN "EQUILIBRIO" AGRARIO



ESEMPI DI BIOMASSE



Rice Husk



Corn Waste



Palm Waste



Wooden Chips



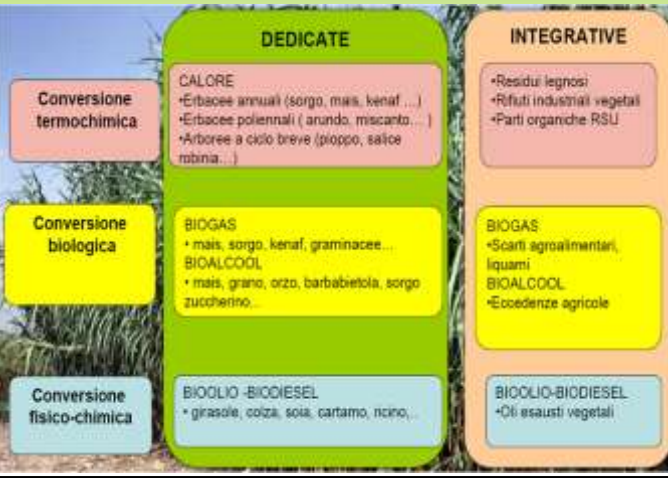
Wood



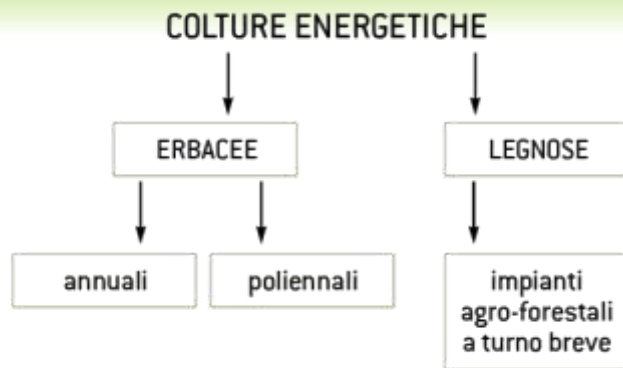
Sugarcane



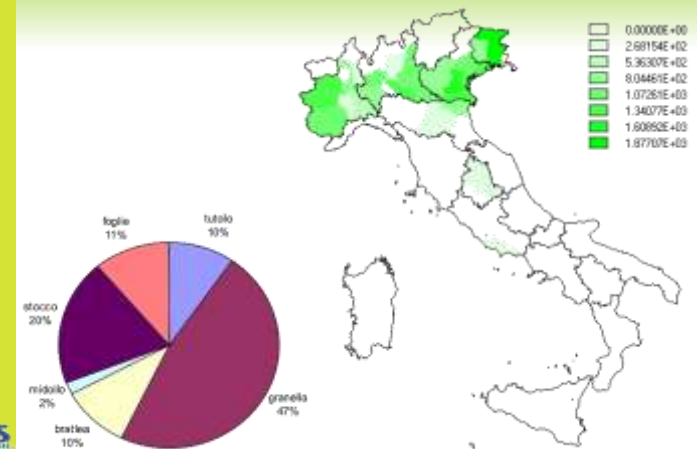
BIOMASSE DEDICATE O INTEGRATIVE



BIOMASSE DEDICATE: COLTURE DA BIOMASSA



MAIS: % COMPONENTI, AREA DI COLTIVAZIONE ET AL.



BIOMASSE IN ZONE DESERTICHE: LA FILIERA JATROPHA

- La **Jatropha curcas** o **Jatropha curcas** è una pianta tropicale che riesce a crescere in terreni semi-aridi e in presenza di scarse precipitazioni (600 mm/anno) ma con temperature superiori a 14 °C. Le sue caratteristiche la rendono spesso impiegata in progetti di lotta alla desertificazione e all'erosione
- I frutti della Jatropha non sono commestibili per l'uomo e per gli animali
- I semi ottenuti dal frutto sgusciato contengono un olio (intorno al 35% in peso) dalle caratteristiche tali da poter essere impiegato in generatori diesel
- I residui della macinazione dei grani possono produrre metano o fertilizzante per i terreni



PRODUTTIVITA' E POTERE CALORIFICO DELLE COLTURE

COLTURA	PRODUTTIVITA' (t/ha ss)	POTERE CALORIFICO (MJ/kg)	ENERGIA LORDA (tep/ha)	CENERI (%)
Sorgo – mais	28	17.0	11.3	4.4
Canna	33	17.4	13.6	4.6
Miscanto	28	17.2	11.5	4.3
Pioppo	20	17.8	8.5	3.2
Salice	15	17.8	6.4	-
Robinia	13	17.8	5.5	-
Carbone	-	27.4	-	5.2

BIOMASSE DA RIFIUTI AGRO-INDUSTRIALI

- **RESIDUI DELLA PRIMA LAVORAZIONE DEL LEGNO** - segatura, corteccia, trucioli, refili, intestature e altro
- **RESIDUI DELLA SECONDA LAVORAZIONE DEL LEGNO** - segatura, trucioli, refili e altro, derivanti dalla produzione di mobili, imballaggi (pallets e cassetame), infissi, pali/travi/strutture lignee, compensati, impiallacciati, ecc.
- **RESIDUI DELL'INDUSTRIA DELLA CARTA** - Cortecce, refili, pulper
- **LEGNO RICICLATO** – imballaggi (pallets e cassetame) - demolizioni e dismissioni (pali/travi, infissi, mobili, compensati, altro)
- **INDUSTRIA OLEARIA** - sanse vergini - sanse esauste - acque di vegetazione
- **INDUSTRIA BEVANDE ALCOLICHE** - vinacce fresche - vinacce esauste - borlande di distilleria
- **INDUSTRIA RISIERA** - pula, lolla, ecc
- **INDUSTRIA CONSERVIERA** - noccioli di frutta fresca - gusci di frutta secca - semi e bucce di frutta e di ortaggi



BIOMASSE NEI RIFIUTI URBANI

- **Il problema dell'assimilazione nella normativa energetica di alcuni rifiuti "biodegradabili" all'ampia nozione di "biomasse"**, pertinente al fine della valorizzazione energetica e della esigibilità dei meccanismi di incentivazione, rinvia ad una continua rimodulazione sicuramente non conclusa
- Ancora nella Finanziaria 2007 ci si rimette mano in modo restrittivo sotto certi profili (**restrizione alla sola parte biodegradabile della definizione di biomasse**), ma estensivo involontariamente sotto altri (abrogazione "implicita" ma sembra efficace del DM 5 maggio 2006 con conseguente eliminazione involontaria della gerarchia dei recuperi - prima come materia dopo come energia - in essa implementata e resa operativa)
- **Competizione tra settore energetico e agronomico?**

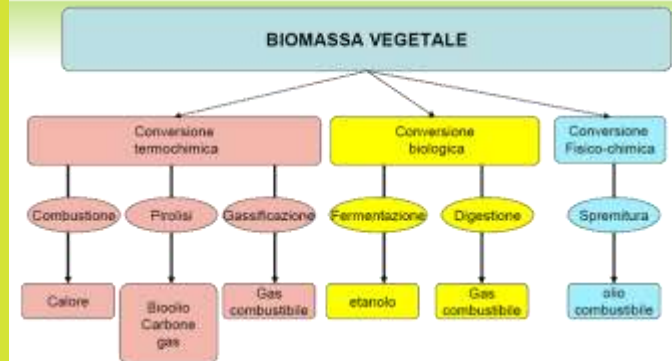


POTENZIALE TOTALE DELLE BIOMASSE IN ITALIA

- La produzione di **materia prima di origine biologica in Italia** dovrebbe essere pari a **23 Mtep/anno**
- Alcune biomasse trovano già altri utilizzi e per molte altre la raccolta, il confezionamento e il trasporto risultano difficili ed onerosi. La percentuale di **effettiva disponibilità varia dal 30% al 70%** a seconda del tipo di biomassa e della sua localizzazione

FONTE	POTENZIALE ENERGETICO
COLTIVAZIONI DEDICATE	4
BOSCHI	4
RESIDUI AGRICOLI, AGRO-INDUSTRIALI	7
BIOGAS DA DISCARICHE E DA ZOOTECNIA	8
TOTALE	23

PRINCIPALI PROCESSI DI CONVERSIONE ENERGETICA DELLE BIOMASSE



L'energia contenuta nelle biomasse vegetali può essere convertita adottando processi termochimici, biologici o fisico-chimici. Il risultato finale, a parte che per la combustione diretta, è un prodotto ad alta densità energetica, utilizzabile con maggior facilità e flessibilità in successivi dispositivi di conversione energetica.

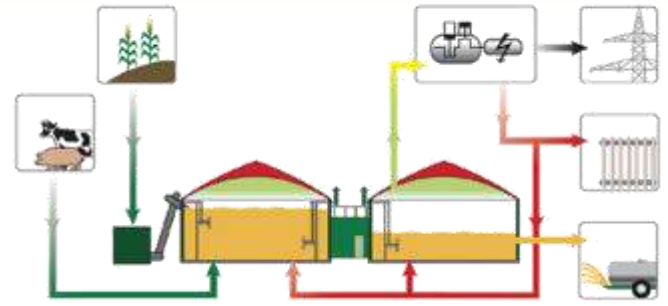
COMBUSTIONE DIRETTA



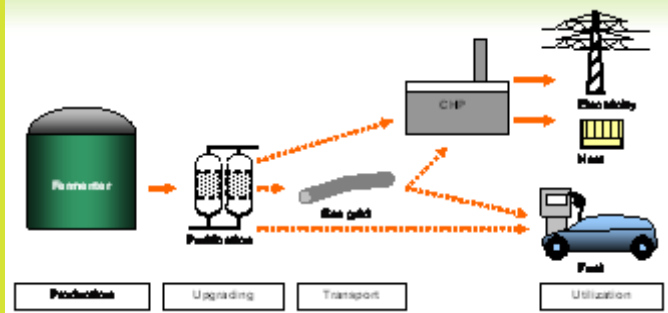
TELESCALDAMENTO A CIPPATO DI LEGNA



LA DIGESTIONE ANAEROBICA

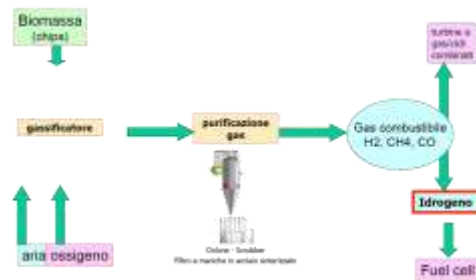


USO DEL BIOGAS



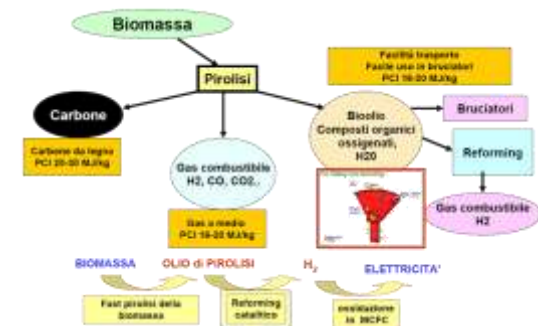
GASSIFICAZIONE

- I gassificatori sfruttano la dissociazione molecolare, usata per convertire direttamente i materiali organici in gas, appunto, mediante riscaldamento in presenza di ridotte quantità di ossigeno: essi sono completamente distrutti scindendone le molecole, generalmente lunghe catene carboniose, in molecole più semplici di monossido di carbonio, idrogeno e metano, che formano un "gas di sintesi" (syngas)



PIROLISI

- La **pirolisi** (o **piroscissione**) è un processo di decomposizione termochimica di materiali organici (scissione dei legami chimici originari con formazione di molecole più semplici), ottenuto mediante l'applicazione di calore e in completa assenza di un agente ossidante (normalmente ossigeno).



FERMENTAZIONE ALCOOLICA

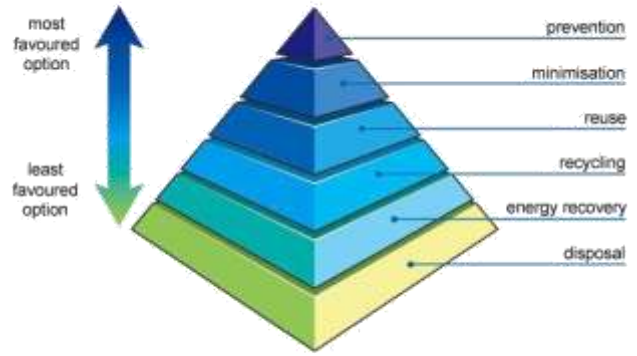
● La **fermentazione alcolica** è una forma di **metabolismo** energetico che avviene in alcuni **lieviti** in assenza di **ossigeno**. Essa è responsabile di diversi fenomeni che vediamo ogni giorno, quali la **lievitazione** del **pane** o la trasformazione del **mosto** in **vino**. Essa è operata da una particolare classe di **microrganismi**, i **Saccharomyces**, dei quali il più comune è senz'altro il **S.cerevisiae**, presente sulla **buccia** dell'**uva** come nel **lievito di birra**.

The flowchart illustrates the production of ethanol from agricultural waste. It starts with 'pretrattamento' (pretreatment) of 'Canna da zucchero', 'Barbabietole', 'Segno zuccherino', and 'Substrati amilacei'. This leads to 'Fermentazione con lieviti e batteri', which produces 'Etanolo'. 'Etanolo' can be used for 'Applicazioni: autotrazione' (self-propulsion applications) via 'Reforming => H2 fuel cell', or for 'Additivo nelle benzine ETBE (10-15%)'. It can also be converted to 'metano' (methane) or 'metano sintetico fermentazione' (synthetic methane fermentation). 'Etanolo' is also used in 'Steam explosion' of 'Substrati lignocellulosici' (lignocellulosic substrates), which are then processed into 'cellulosa' (cellulose), 'amido/farina' (starch/flour), and 'lignina' (lignin). 'Lignina' is used for 'energ. term.', 'biopolimeri', and 'chimicale' (chemicals). 'Cellulosa' and 'amido/farina' are used for 'estrazioni organiche' (organic extractions).

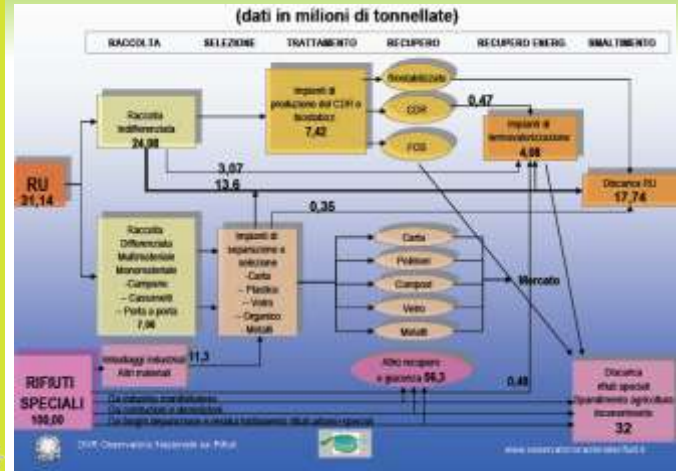
RIFIUTI ED ENERGIA

The diagram shows two overlapping circles: a blue circle on the left labeled 'Waste Management System' and a yellow circle on the right labeled 'Energy Production System'. The overlapping area in the center is shaded green and labeled 'Waste-to-Energy'. A large green arrow points upwards towards the 'Waste-to-Energy' intersection. To the left of the diagram is an illustration of a waste-to-energy incineration plant.

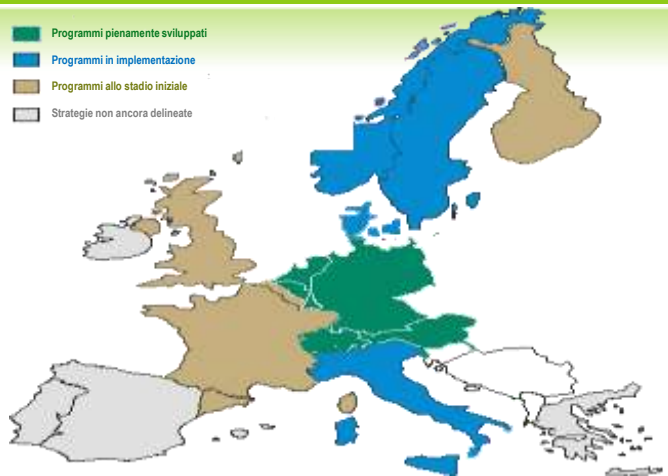
PRIORITA' EUROPEE NELLA GESTIONE RIFIUTI (STRATEGIE)



IL SISTEMA DI GESTIONE DEI RIFIUTI



LA GESTIONE RIFIUTI NELLA UE



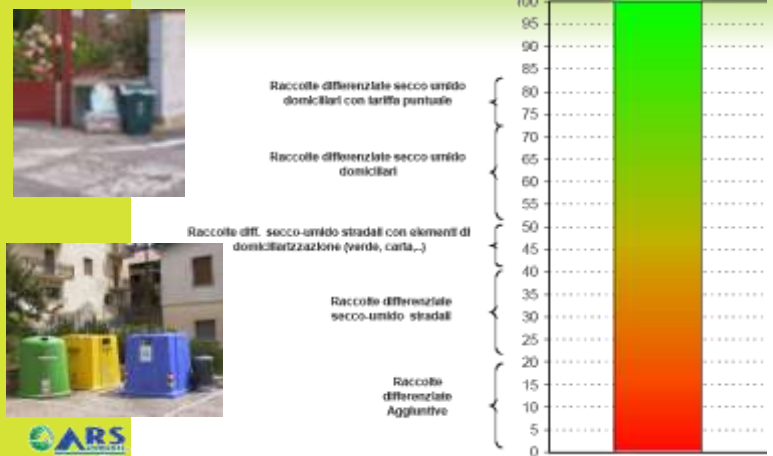
COSA SONO I RIFIUTI

- Definizione di rifiuto: **“avanzo, cosa o persona rifiutata, come di nessun valore”**; **“ciò che è abbandonato o destinato all’abbandono”**
- Rientrano sotto la definizione di rifiuti tutte quelle **sostanze o oggetti che risultano di scarto o avanzo** alle più svariate attività umane
- Giuridicamente (D.Lgs 152/06 – Testo Unico Ambientale, attuazione Dir. UE): **“qualsiasi sostanza od oggetto** che rientra nelle categorie riportate nell’allegato A alla parte quarta del citato decreto e di **cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l’obbligo di disfarsi”** (art. 183, comma 1)”

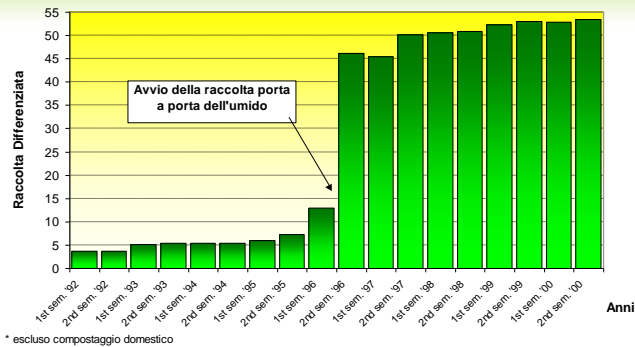
IL SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE RIFIUTI



PERFORMANCES DI RD CONSEGUIBILI CON I DIVERSI MODELLI GESTIONALI



IMPORTANZA DELLA RACCOLTA DELLA FORSU



CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEI RIFIUTI

importanza per:

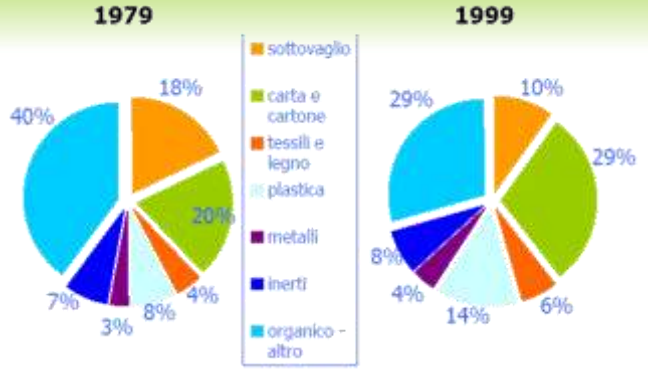
- valutazione tecnico-economica schemi di recupero
- progettazione sistemi di smaltimento

definizione in termini di:

- **analisi merceologica:** categorie di materiali omogenei contenute nei rifiuti
- **analisi chimico-fisica-biologica:** parametri relativi alla composizione del rifiuto complessivo

- Problema della **rappresentatività del campione** (eterogeneità intrinseca, pezzatura, variabilità geografica, variabilità stagionale, variabilità giornaliera (es. giorni piovosi))

COMPOSIZIONE DEI RIFIUTI URBANI



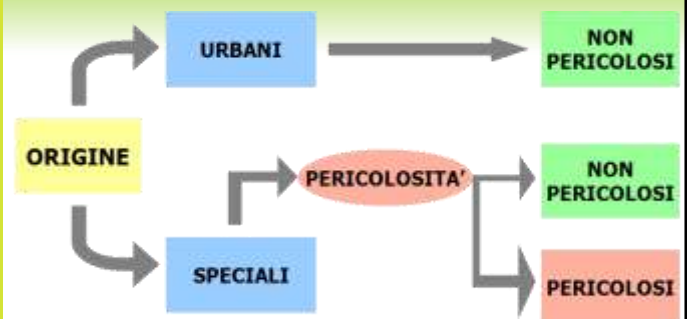
CONTENUTO ENERGETICO



PCI DEI RIFIUTI E DI ALTRI COMBUSTIBILI: COMBUSTIBILITÀ

	MJ kg ⁻¹
Carbone	25,1
Metano	48,1
Olio combustibile	39,7
Gasolio	42,6
Legna	12,5
Rifiuti	
<i>Tal quale (a valle RD)</i>	10-12,5
<i>Frazione secca</i>	11,5-15
<i>CDR</i>	15-20

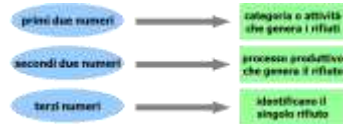
CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI



IL CATALOGO EUROPEO RIFIUTI (CER)

- La direttiva 75/442/CEE. L'allegato I - **Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER)** - si applica a tutti i rifiuti, siano essi destinati allo smaltimento o al recupero.

- Il numero CER è un numero in tre gruppi di due cifre che identificano la tipologia del rifiuto in base all'origine.



- Esempio: **02 01 07**

- 02** rifiuti da attività agricole
- 02 01** rifiuti da attività agricole primarie
- 02 01 07** rifiuti da silvicoltura



PRINCIPALI CER DA BIOMASSA

02 00 00	Rifiuti provenienti da produzione trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca ed acquicoltura
02 01 00	Rifiuti delle produzioni primarie
02 01 02	Scarti animali
02 01 03	Scarti vegetali
02 01 05	Rifiuti agrochimici
02 01 07	Rifiuti derivanti dalla silvicoltura
03 00 00	Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di carta, polpa, cartone, pannelli e mobili



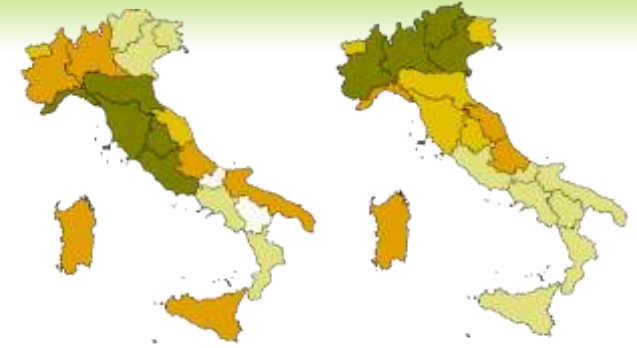
I PRINCIPALI DATI RIFIUTI IN ITALIA

- ⊙ Produzione RU: **32,5 milioni di tonnellate**
- ⊙ Produzione RU procapite: circa **550 kg/abitante per anno** pari a **1,5 kg/abitante.giorno**
- ⊙ Raccolta differenziata (RD): **25,8%**
- ⊙ Produzione RU (2005): **107,5 milioni di tonnellate** (di cui 5,9 milioni di tonnellate di rifiuti pericolosi)

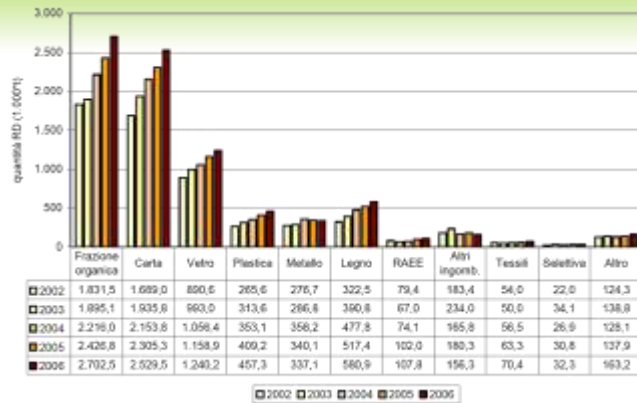
Dati 2006



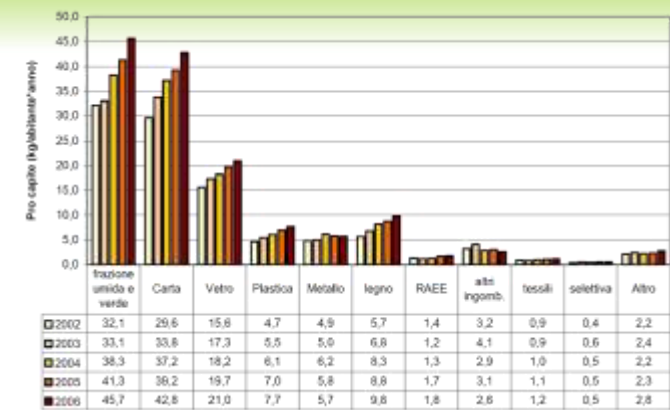
PRO-CAPITE RU VS. PROCAPITE RD



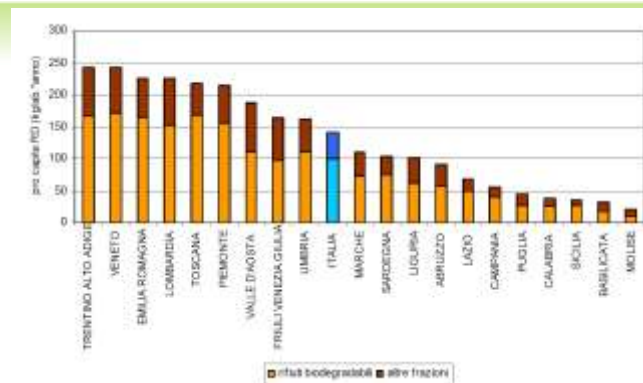
PRINCIPALI FRAZIONI MERCEOLOGICHE DEI RIFIUTI



INTERCETTAZIONE PRO-CAPITE

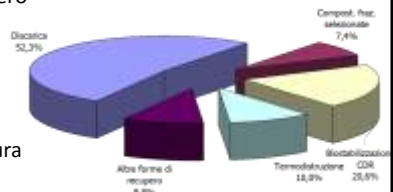


PRO-CAPITE BIODEGRADABILE



I DESTINI DEI RIFIUTI

- ⊙ **discarica controllata** → smaltimento su terreno
- ⊙ **termodistruzione** → combustione con recupero energetico
- ⊙ **impianti a recupero di materiali:**
 - ⊙ trasformazione in compost → agricoltura
 - ⊙ produzione CDR (Combustibile Derivato dai Rifiuti) → recupero energia
 - ⊙ riciclaggio (carta, vetro, metalli)



ENERGIA DALLA FORSU: DIGESTIONE ANAEROBICA + COMPOSTAGGIO



FORSU

Digestione anaerobica

Energia

Digestato

Verde

Compostaggio

Compost di qualità

- La **digestione anaerobica** di fatto è un "pretrattamento" della Forsu; infatti è necessario il successivo compostaggio aerobico del digestato di risulta
- Recupero **biogas** e importanti ricavi dalla vendita di **energia elettrica** con certificati verdi (fonte rinnovabile)
- Il **compost** è un fertilizzante di alta qualità per impiego agricolo





LA DIGESTIONE ANAEROBICA

- La **digestione anaerobica** è un processo biologico che, in assenza di ossigeno, trasforma la sostanza organica (Forsu) in biogas (una miscela di metano e anidride carbonica);
- Il **biogas** può essere trasformato in **energia termica ed elettrica** attraverso motori a combustione interna






IL COMPOSTAGGIO DI QUALITÀ

- ⊙ Il **compostaggio** è il processo di **trasformazione** di **rifiuti organici** selezionati (Forsu e Verde) in un **fertilizzante** organico con capacità ammendanti, denominato “ammendante compostato misto” (compost di qualità).

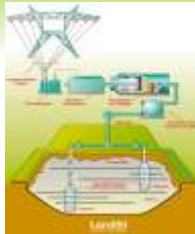


DISCARICA



ENERGIA DAI RIFIUTI: BIOGAS DA DISCARICA

- Con il termine **biogas** si intende una miscela di vari tipi di gas (per la maggior parte metano, dal 50 al 80%) prodotto dalla **fermentazione batterica in anaerobiosi** (assenza di ossigeno) dei **residui organici provenienti da rifiuti**
- Le discariche di rifiuti urbani sono quindi grandi produttori, visto che normalmente il 30-40% del rifiuto è appunto materiale organico; **tale gas deve essere captato per evitarne la diffusione nell'ambiente**



PERCHÉ RECUPERARE IL BIOGAS DI DISCARICA

- La captazione del biogas in discarica** è importante per:
 - le emissioni di biogas dalle discariche contribuiscono in maniera rilevante **all'effetto serra**, per il contenuto in anidride carbonica e soprattutto in metano presenti
 - permette di eliminare impatti dannosi sull'ambiente e sulle popolazioni
- Se la percentuale di metano nel biogas è superiore al 50%, è possibile utilizzare quest'ultimo per **produrre energia elettrica**, o termica, o entrambe (cogenerazione).

ALCUNI TESTI DI RIFERIMENTO



CONCLUSIONI SULLE BIOMASSE

- ⊙ Le biomasse comprendono una **gran quantità di materie eterogenee** che non possono tutte essere considerate alla stessa maniera
- ⊙ L'opportunità dell'utilizzo di biomasse a fini energetici deve sempre essere sottoposta al vaglio **preliminare di una analisi energetica comparativa con gli altri possibili utilizzi di questi materiali**
- ⊙ Le biomasse, se opportunamente selezionate e rispettando le precauzioni segnalate per ciascun tipo, possono offrire un importante contributo alla soluzione dei problemi derivanti dall'utilizzo dei combustibili fossili, **costituendo una fonte rinnovabile di energia**
- ⊙ Non tutte le biomasse offrono questi risultati positivi, ed in alcuni casi il loro utilizzo per produrre energia, dietro un apparente beneficio, può nascondere costi energetici ed ambientali che a prima vista potrebbero sfuggire

GRAZIE!



ARS
AMBIENTE
ANALISI, RICERCHE E SERVIZI
PER L'AMBIENTE

Giorgio Ghiringhelli
DOTTOR ECONOMICO
MASTER IN MANAGEMENT DELLA BUSINESS
360.5061394
ghiringhelli@arsambiente.it

Sede operativa: Via Carlo Hoe, 45 - 2103 Gallarate (NO) - ITALY
Sede legale: Via Dora d'Arca, 15 - 21052 Besenzone (NO) - ITALY - P.IVA 0263849027
Tel. 0331.777991 - Fax 0331.989992

www.arsambiente.it

