

LA FILIERA DELLA LEGNA PER IL RISCALDAMENTO DOMESTICO: DAL BOSCO AL CAMINETTO  
Fieragricola, Verona  
4 febbraio 2010



## DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE PER UTILIZZI ENERGETICI

Giulia Fiorese



Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano

[fiorese@elet.polimi.it](mailto:fiorese@elet.polimi.it)

### Di cosa parliamo

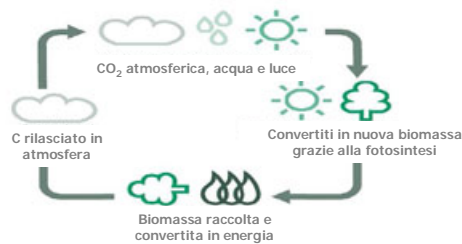
- Le biomasse per l'energia
- Da dove derivano
- Conversione energetica
- Stima della disponibilità
- Contributo energetico
- Conclusioni

## Biomasse e energia

Grazie all'energia solare, nel processo di fotosintesi la CO<sub>2</sub> viene convertita in composti organici



L'energia solare è accumulata nei legami chimici dei composti organici  
In genere la fotosintesi converte <1% dell'energia solare disponibile in en. chimica



## Cosa si intende per biomasse?

Tutte le sostanze di matrice organica

Comparto forestale



Comparto agricolo  
Residui e colture energetiche



## BIOMASSE

Comparto industriale



Parte organica RSU



Comparto zootecnico



Sono una **risorsa rinnovabile** se utilizzate ad un tasso di utilizzo non superiore alla capacità di rinnovamento biologico

## Cosa si intende per biomasse?



Sono una **risorsa rinnovabile** se utilizzate con un tasso di utilizzo non superiore alla capacità di rinnovamento biologico

## Alcune osservazioni



Stretto legame con il territorio

=> *Aree agricole e forestali*

Nella maggior parte dei casi si tratta di scarti o di residui di altre attività

=> *Co-benefici per utilizzo energetico e "smaltimento"*

Bassa densità di energia (potere calorifico basso)

=> *Influisce sul dimensionamento degli impianti*

Caratteristiche chimico-fisiche altamente variabili

=> *Diverse tecnologie di conversione in energia*



## Residui dell'agricoltura

$$Biomassa = Sup.Coltivata \cdot Resa \cdot \frac{SP1}{100} \cdot \left(1 - \frac{UTS1}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{US1}{100}\right)$$

Censimento agricoltura ISTAT, 2000

ONR & APAT, 2001  
Rifiuti del comparto agroalimentare

**Biomassa** (ton ss) tonnellate di sostanza secca utilizzabili dell'*i*-esima coltura (frumento tenero, frumento duro, granoturco, soia e orzo)

**Sup.Coltivata** (ha) ettari coltivati

**Resa** (ton tq/ha) produttività della coltura.

**SP1** (%) percentuale di sottoprodotto principale rispetto al totale raccolto

**UTS1** (%) frazione di scarto attualmente utilizzata

**US1** (%) umidità media al recupero dello scarto principale



## Residui dell'agricoltura

CCIAA Cremona

ONR & APAT  
Rifiuti del comparto agroalimentare

ONR & APAT e altre ipotesi

Comparto agricolo

|                 | Resa<br>t ha <sup>-1</sup> anno <sup>-1</sup> | Sottoprodotto/<br>Prodotto princip. | Frazione<br>disponibile |
|-----------------|---|-------------------------------------|-------------------------|
| Frumento tenero | 5,01  | 0,69                                | 10%                     |
| Frumento duro   | 4,51  | 0,70                                | 10%                     |
| Mais            | 6,34  | 1,30                                | 50% (+ 50%)             |
| Orzo            | 4,05  | 0,80                                | 10%                     |
| Soia            | 2,50  | 1,50                                | 95%                     |
|                 |   |                                     |                         |



## Residui dell'agricoltura: alcune considerazioni

Quantità che si può raccogliere dipende da molti fattori  
Deve essere garantita la protezione del suolo dai fenomeni di erosione

### La rimozione dei residui comporta:

- meno operazioni al suolo (**tillage**)
- aggiunte di P e K
- N dipende da colture e rotazione
- quando i residui del mais sono interrati, si raccomanda di aggiungere 1% di N per ton interrata: **interrare i residui aumenta N nel suolo**
- se si passa da "till a no-till practices" la quantità di residui che si possono raccogliere dal suolo raddoppia (Sheenan et al., 2004)

### RACCOLTA DEI RESIDUI:

Atchison & Hettenhaus, 2004: **70%**

Perlack & Turhollow, 2002: **30%**

Sheenan et al., 2004: **40%** con till e **70%** con no-till



## Residui forestali

$$Biomassa_{forestale} = Sup.Boscata.Utile \cdot ICA \cdot C_c \cdot \left(1 - \frac{UTS1}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{US1}{100}\right)$$

Mappa di uso del suolo

Inventario Forestale Reg. 2003

**Sup.Boscata.Utile (ha)** superficie boscata con pendenza < **20%**

**ICA (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>)** indice di incremento annuo

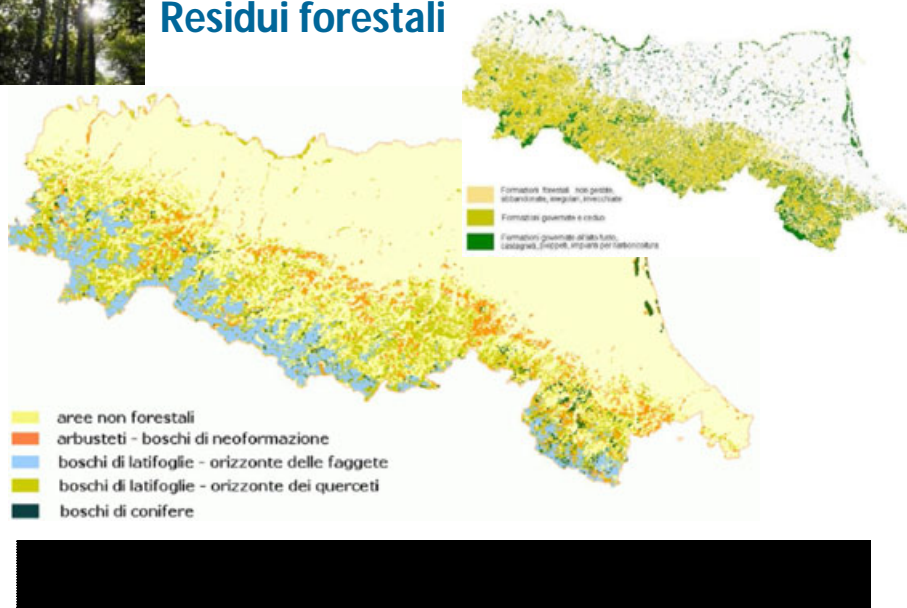
**C<sub>c</sub> (ton tq/m<sup>3</sup>)** coefficiente di conversione corrispondente alla massa volumica del legno (ANPA e ONR, 2001)

**UTS1 (%)** frazione di scarto attualmente utilizzata compresa la percentuale di legna che è consigliato lasciare a terra per contribuire al mantenimento dei nutrienti del bosco.

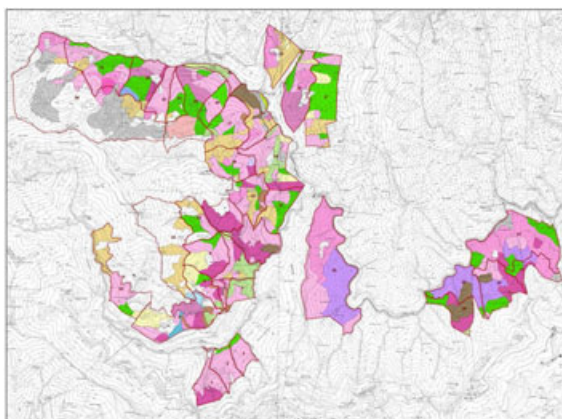
**US1 (%)** umidità media



## Residui forestali



## Residui forestali



**TIPI STRUTTURALI**

| Ceduo                |  |
|----------------------|--|
| [Green box]          | Ceduo adulto con matricine   |
| [Light green box]    | Ceduo adulto senza matricine   |
| [Lighter green box]  | Ceduo giovane senza matricine  |
| [Lightest green box] | Ceduo invecchiato con matricine  |
| [Lightest green box] | Ceduo invecchiato senza matricine                                      |
| [Lightest green box] | Fuocoia giovane sopra ceduo invecchiato                                |
| [Lightest green box] | Ceduo invecchiato sopra fuocoia giovane                                |
| [Lightest green box] | Ceduo invecchiato sopra pertusa  |
| Fustaia              |  |
| [Yellow box]         | Spessina   |
| [Light yellow box]   | Pertusa  |
| [Light yellow box]   | Fuocoia giovane  |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a struttura equilibrata                              |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a prevalenza di diametri piccoli                     |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a prevalenza di diametri medi                        |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a prevalenza di diametri medi sopra pertusa          |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a prevalenza di diametri medi sopra fuocoia giovane  |
| [Light yellow box]   | Fuocoia pluriclina per piede d'altare a prevalenza di diametri piccoli |
| [Light yellow box]   | Fuocoia pluriclina per piede d'altare a prevalenza di diametri grandi  |
| [Light yellow box]   | Fuocoia pluriclina per gruppi a struttura equilibrata                  |
| [Light yellow box]   | Fuocoia pluriclina per gruppi a prevalenza di diametri piccoli         |
| [Light yellow box]   | Fuocoia pluriclina per gruppi a prevalenza di diametri medi            |
| [Light yellow box]   | Fuocoia monoclina a prevalenza di diametri grandi                      |
| [Grey box]           | Non attribuibile per condizionamenti storici                           |

Carta dei tipi forestali, 1:15000, Valle Sessera, Regione Piemonte  
[www.regione.piemonte.it/montagna](http://www.regione.piemonte.it/montagna)



## Sottoprodotti dell'industria del legno

$$Biomassa_{legno} = scarti \cdot \left(1 - \frac{UTS1}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{US1}{100}\right)$$



Regione Lombardia, 2002

$$scarti = 11,2 \frac{ton}{n^{\circ}add} \cdot (n^{\circ}addetti)$$

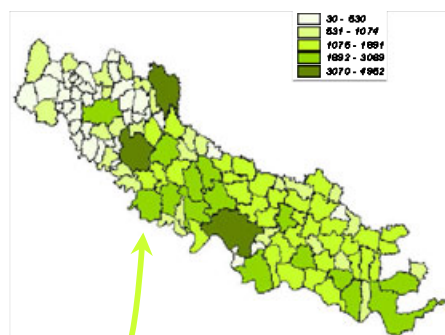
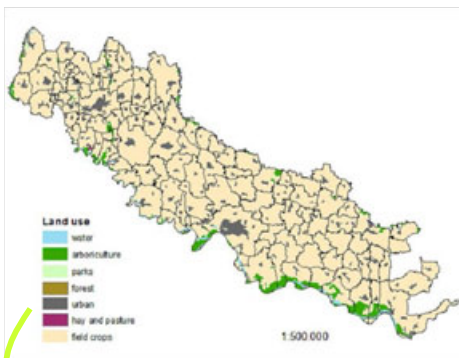
Cerullo e Pellegrini, 2002

Censimento dell'industria, Istat 2001

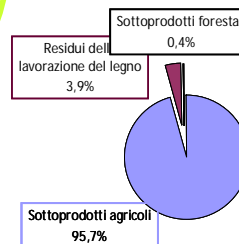
**UTS1 (%)** frazione di scarto attualmente utilizzata compresa la percentuale di legna che è consigliato lasciare a terra per contribuire al mantenimento dei nutrienti del bosco = **50%**

**US1 (%)** umidità media

## Biomasse a Cremona

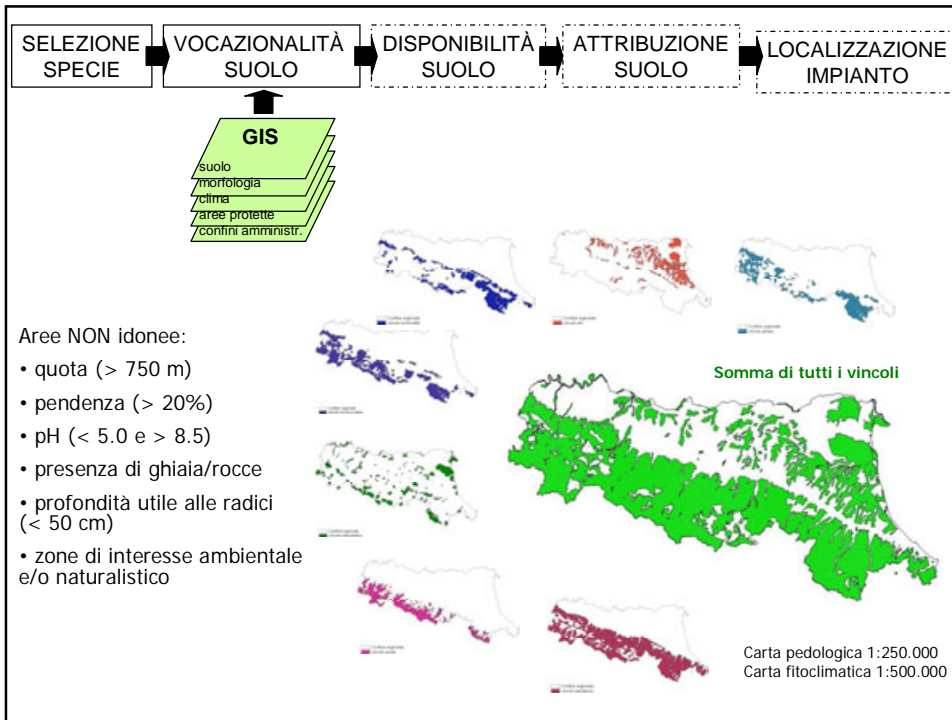
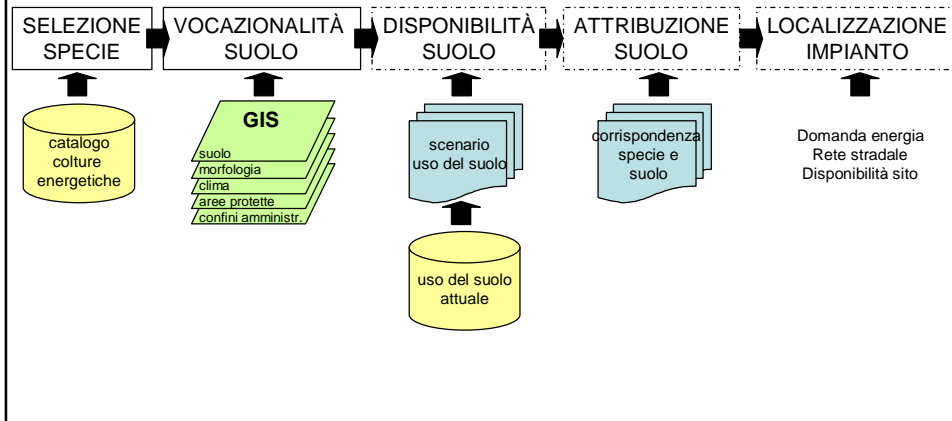


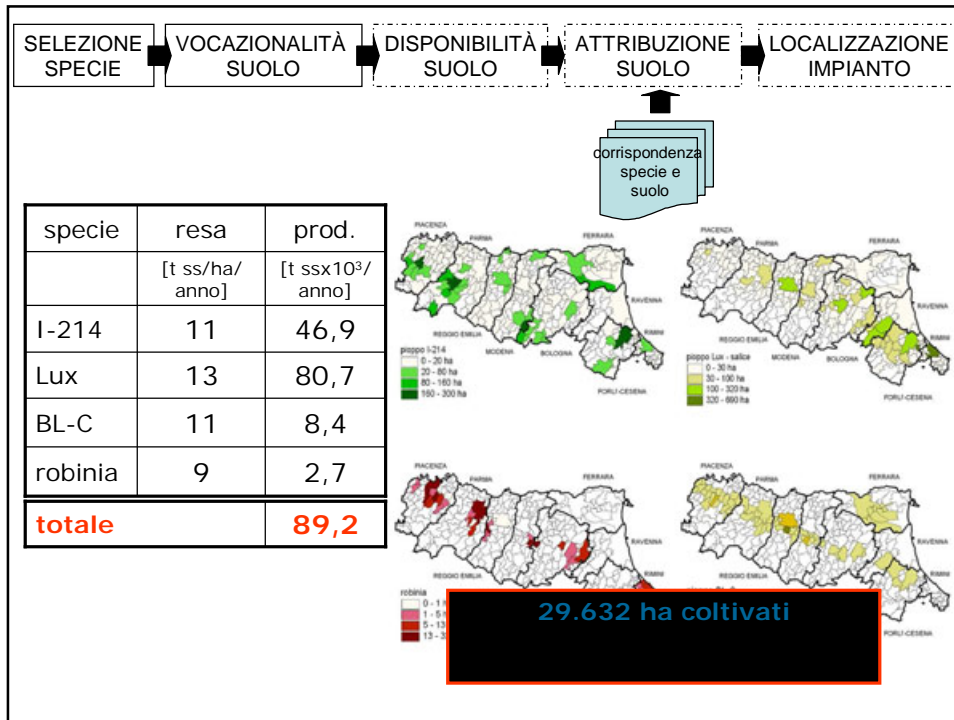
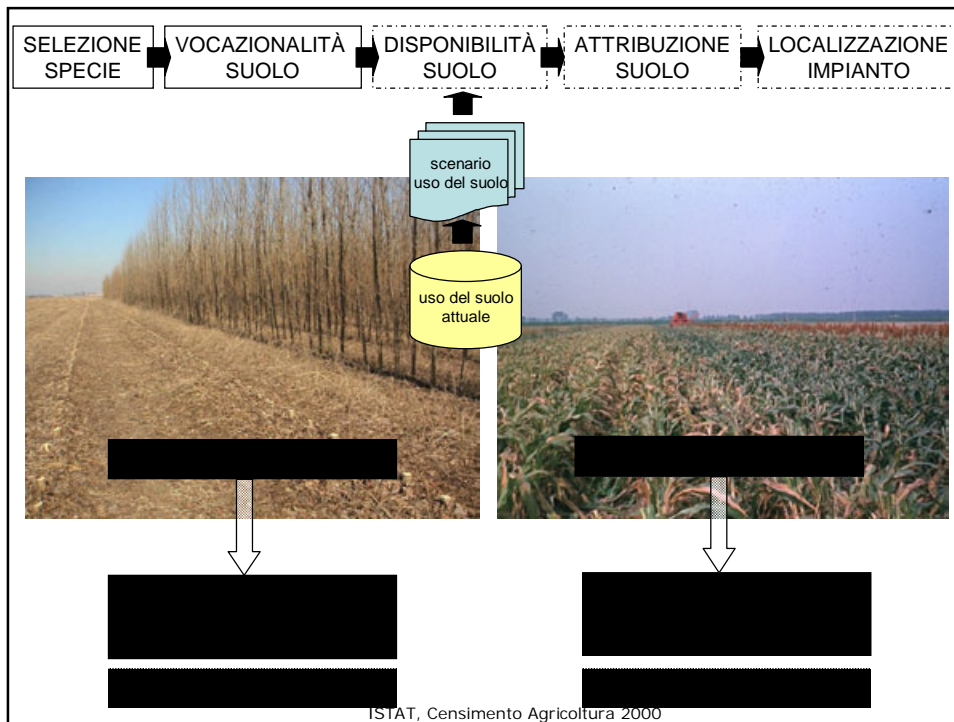
Dalla mappa di uso del suolo e da database numerici (ad esempio il Censimento agricoltura ISTAT, 2000)



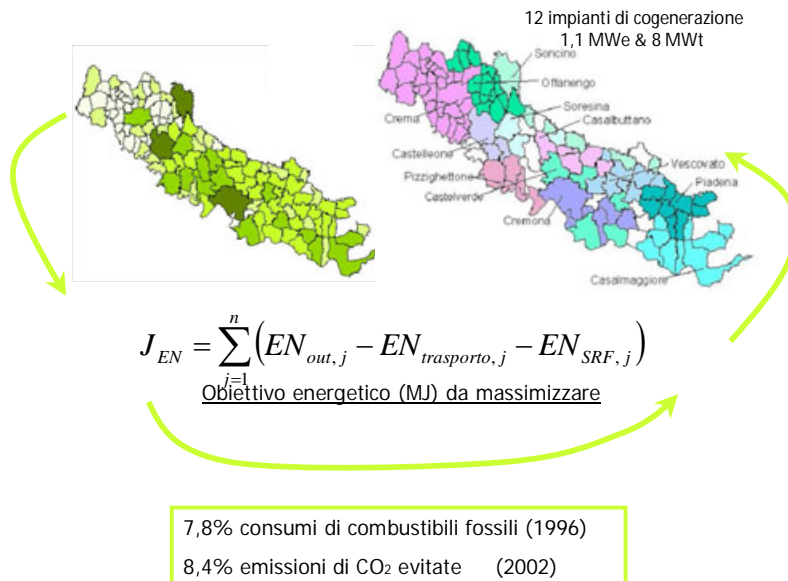
# Potenzialità delle colture energetiche

**QUANTO SUOLO POSSIAMO DEDICARE ALLE COLTURE ENERGETICHE SENZA CONFLITTO CON AGRICOLTURA?**





## Contributo a scala locale



## Conclusioni

- È fondamentale analizzare l'**intero sistema energetico**: dalla produzione, al trasporto, alla conversione di energia finale delle biomasse
- Dall'analisi della filiera energetica emerge che il sistema produce energia, risparmia CO<sub>2</sub> ed è economicamente vantaggioso
  - Contributo significativo al **raggiungimento** dell'obiettivo del protocollo di **Kyoto**
  - Contributo significativo alla **sostituzione di combustibili fossili**
- **Quanto ci costa?**
  - Per gli **impianti di conversione** i tempi di ritorno degli investimenti sono 4-10 anni
  - Per le **colture energetiche** i costi sono superiori ai ricavi dalla vendita in assenza di incentivi
  - Sono necessari **incentivi economici** (ad es. certificati verdi, sostegno allo sviluppo rurale)
  - Purtroppo la legislazione nazionale incentiva solo la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (i certificati verdi) e non la **produzione di calore**
  - Un altro purtroppo: non ci sono incentivi per la **filiera corta** (approvvigionamento locale su distanze <70km): la finanziaria 2007 prevedeva un ottimo incentivo per la filiera corta, ma non è ancora stato emanato il decreto attuativo...