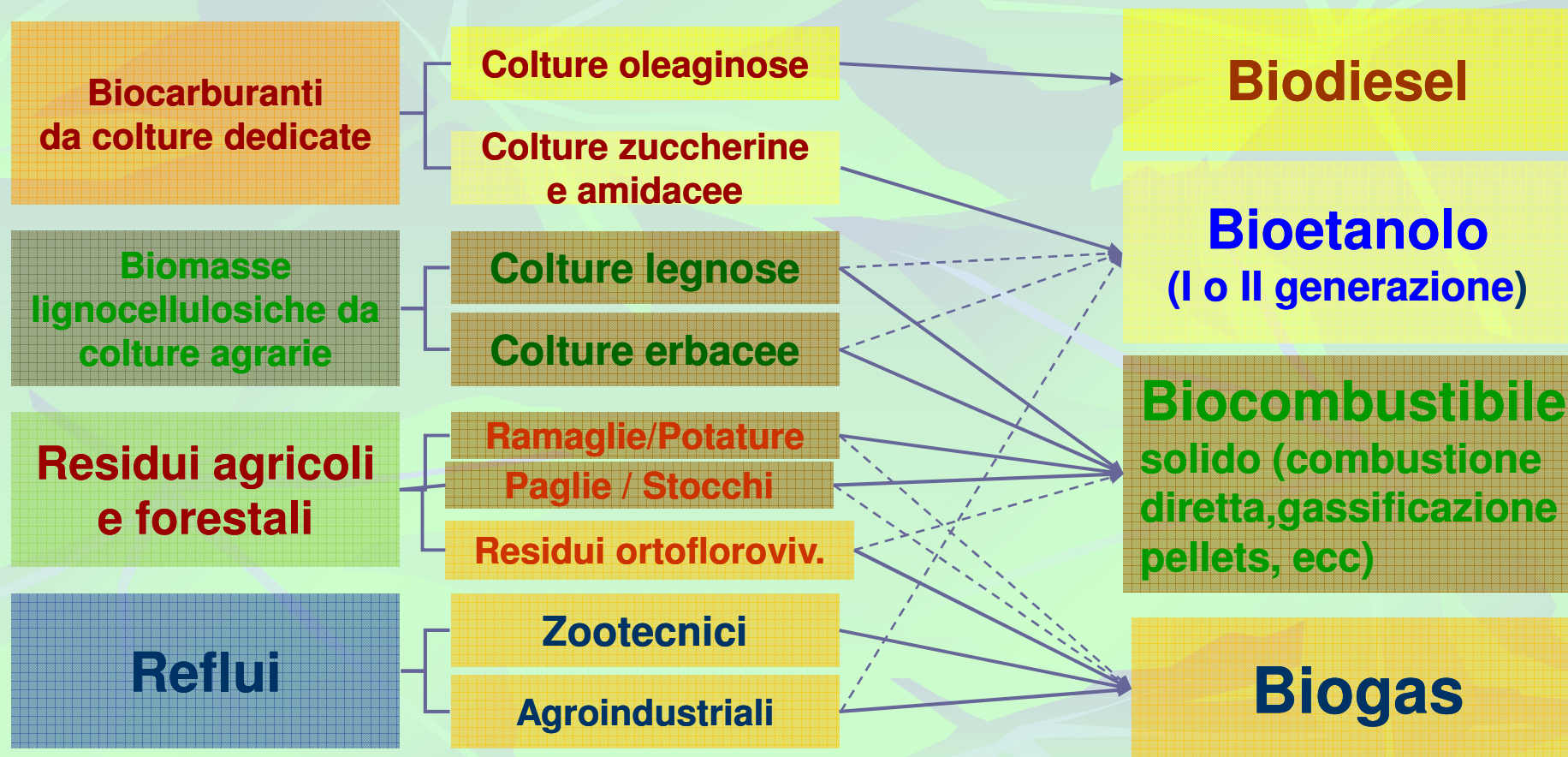


**Comunemente, per biomassa si intende ogni sostanza organica di origine vegetale/animale da cui sia possibile ricavare energia.**

- **La direttiva C.E. 2001/77 sulle FER sancisce comunque che, con detto termine si intende: *“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla selvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani.”***
- **... ed in più, la stessa direttiva include tra le FER: *“ i gas di discarica, i gas residuali dai processi di depurazione e i biogas”***

# Possibilità di valorizzazione delle varie biomasse agricole e forestali nelle diverse filiere agroenergetiche



Percorsi preferenziali (linea continua) e secondari (linea tratteggiata)

## Filiera Biodiesel



**BIODIESEL**

**Oleaginose**

Transesterificazione

## Filiera Energia e/o Calore



**Ligno-Cellulosiche**

**BIOCOMBUSTIBILI**

Combustione, Pirolisi  
Gassificazione

**COLTURE DEDICATE**

**H<sub>2</sub>**

**FUEL CELL**

ENERGIA E/O CALORE

**BIOETANOLO**

**Zuccherino - Amidacee**

Fermentazione aerobica



## Filiera Bioetanolo

**Zuccherino-Cellulosiche**

**BIOGAS**

Fermentazione anaerobica



## Filiera Biogas

AUTOTRAZIONE E RISCALDAMENTO

# Alcune valutazioni energetiche

	Sorgo f.	Arundo	Pioppo S.R.F.	Colza	Girasole	Bietola
Tot.input	33	17,9	16,3	23,9	13,2	34,3
Tot. output	491,4	616	415	65,9	68,4	97,4
Output/input	14,9	34,4	25,5	2,8	5,1	2,8
Produttività energia KgGJ <sup>-1</sup>	930	2.087	1.356	108	238	803

Ns rielaborazione da Bonari e Venturi, 2004

Le ricerche condotte negli ultimi venti anni hanno permesso di restringere la scelta delle specie a quelle che, per **adattabilità**, **facilità di gestione** e **produttività**, sono più adatte ai nostri ambienti pedoclimatici:

## Sorgo

Canna comune, miscanto,  
*panico* e cardo

Pioppo, (eucalipto,  
robinia)



**S.R.F. pioppo**

**t/ha s.s.:**

8-17 Facciotto, 2006  
11-16 Bergante, 2006  
14-20 Mareschi, 2007  
11-33 Di Candilo, 2005  
**16-20 Bonari, c.d.**

4-12 Facciotto, 2006  
7-11,5 Minotta, 2007

**Arundo t/ha s.s.:**

10-44 Di Candilo, 2005  
**25-37 Bonari, c.d.**

**Sorgo t/ha s.s.:**

22-34 Di Candilo, 2005  
**20-28 Bonari, c.d.**

**Cardo t/ha s.s.:**

**12-14 Bonari, c.d.**  
**Miscanto t/ha s.s.:**  
**25-28 Bonari, c.d.**

**Sorgo t/ha:**

11-26 D'Agosta, 2008

**Miscanto t/ha:**

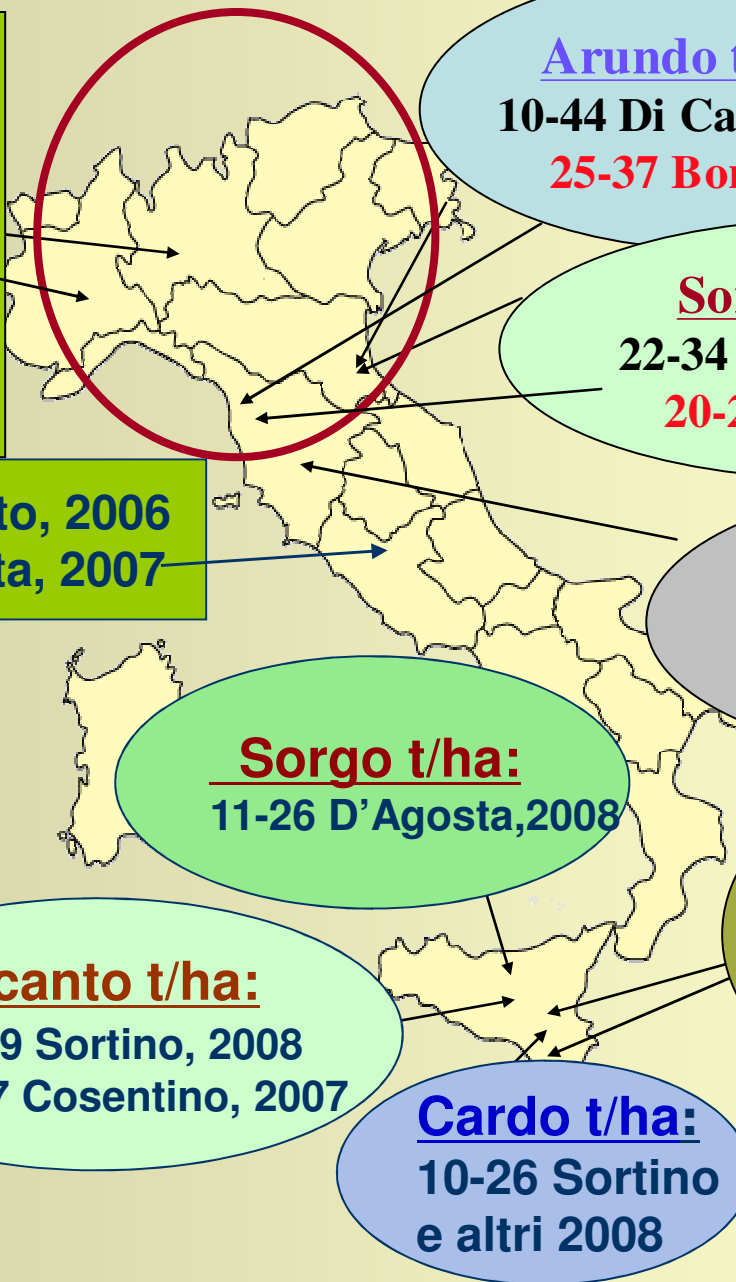
10-19 Sortino, 2008  
14-27 Cosentino, 2007

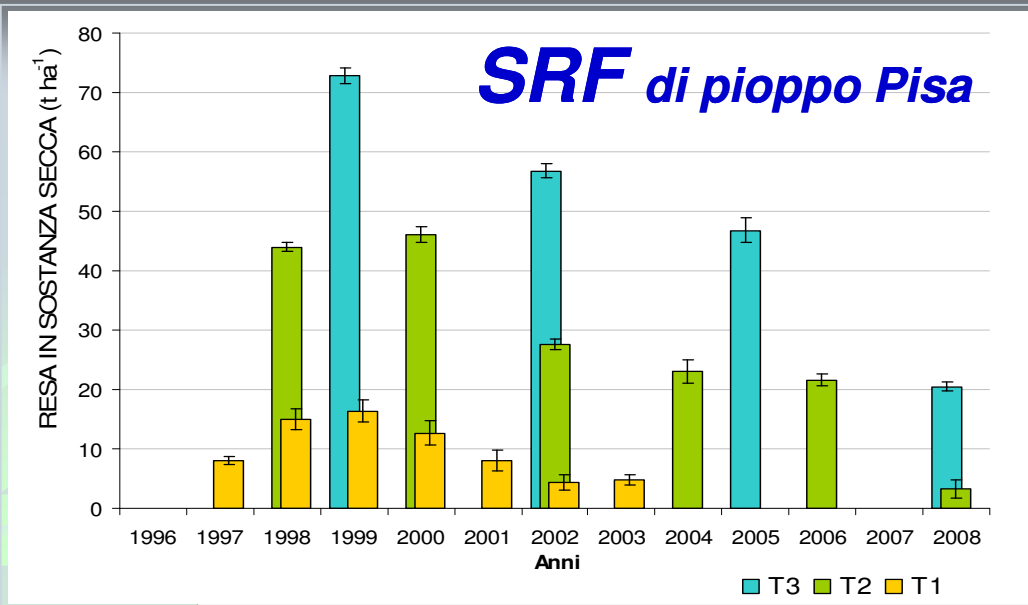
**Arundo t/ha s.s.:**

10-22 Cosentino, 2006;  
10-38 Cosentino 2007c;  
10-16 Sortino, 2008

**Cardo t/ha:**

10-26 Sortino  
e altri 2008

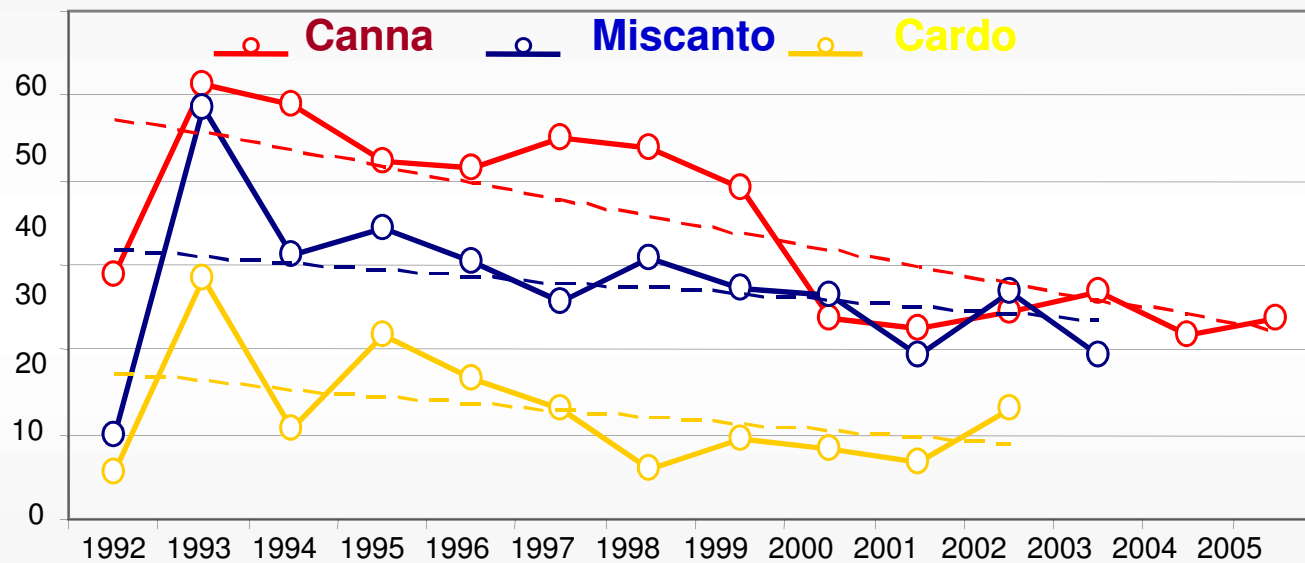




### RESA (ciclo 12 anni)

Turno	t ha <sup>-1</sup>
T annuale	69
T biennale	165 (14)
T triennale	197 (16)

### Erbacee poliennali Pisa



t/ha/anno

**34,6**

**27,4**

**12,7**

**Resa del Sorgo: circa 25 t/ha/anno di s.s.**

## Punti di forza e di debolezza delle principali colture lignocellulosiche a destinazione energetica

<i>Criteri</i>	<b>Sorgo</b>	<b>Arundo</b>	<b>Miscanto</b>	<b>SRF pioppo</b>
<b>Produttività in sostanza secca</b>	😊	😊	😊/😞	😞
<b>Qualità della biomassa</b>	😞	😞	😞	😊
<b>Meccanizzazione</b>	😊	😊/😞	😊/😞	😊/😞
<b>Protezione e fertilità del suolo</b>	😞	😊/😞	😊/😞	😊
<b>Inserimento negli avvicendamenti</b>	😊	😞	😞	😊/😞



Valutazioni economiche medie pluriennali (€ ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>) per la pianura pisana; terreni di buona fertilità; coltura asciutta.

<b>S.R.F.</b>	<b>17,7</b>
<b>Barbabietola da zucchero</b>	<b>66,2</b>
<b>Frumento duro</b>	<b>4,5</b>
<b>Sorgo da granella</b>	<b>7,0</b>
<b>Girasole</b>	<b>3,4</b>
<b>Frumento duro</b>	<b>3,8</b>

**Rese t/ha/anno**

*da Bonari et al., 2004,  
(rivisitata al dicembre 2008)*

	<b>S.R.F. Pioppo</b>	<b>Avvic. Erbaceo</b>
<b>Costi mezzi tecnici</b>	<b>214</b>	<b>344</b>
<b>Costi meccanici</b>	<b>736</b>	<b>506</b>
<b>Costi totali</b>	<b>950</b>	<b>850</b>
<b>Plv coltura</b>	<b>1.436 (*)</b>	<b>1.379</b>
	<b>1.958 ?</b>	<b>1.536 ?</b>
<b>R.L. coltura</b>	<b>486-1008</b>	<b>529-686</b>

(\*) prezzo di 55 €/t  
con umidità 35%  
(oggi 75-80 ?)

**Biomassa forestale**

IFT, Interviste,  
Algoritmi di calcolo

**Biomassa residuale agricola**

ISTAT,  
Algoritmi di calcolo

**Biomassa da colture dedicate**

Quali colture dedicare alla  
produzione di biomassa?

Quanta è la SAU adatta dal  
punto di vista orografico e  
agronomico alle varie colture?

Quali sono le rese di ciascuna  
coltura nei diversi ambienti?

**A livello comunale t/anno potenziali di**

**Ramaglia**

**Paglie dei cereali**

**Legna da ardere**

**Potature ed espunti  
frutteti**

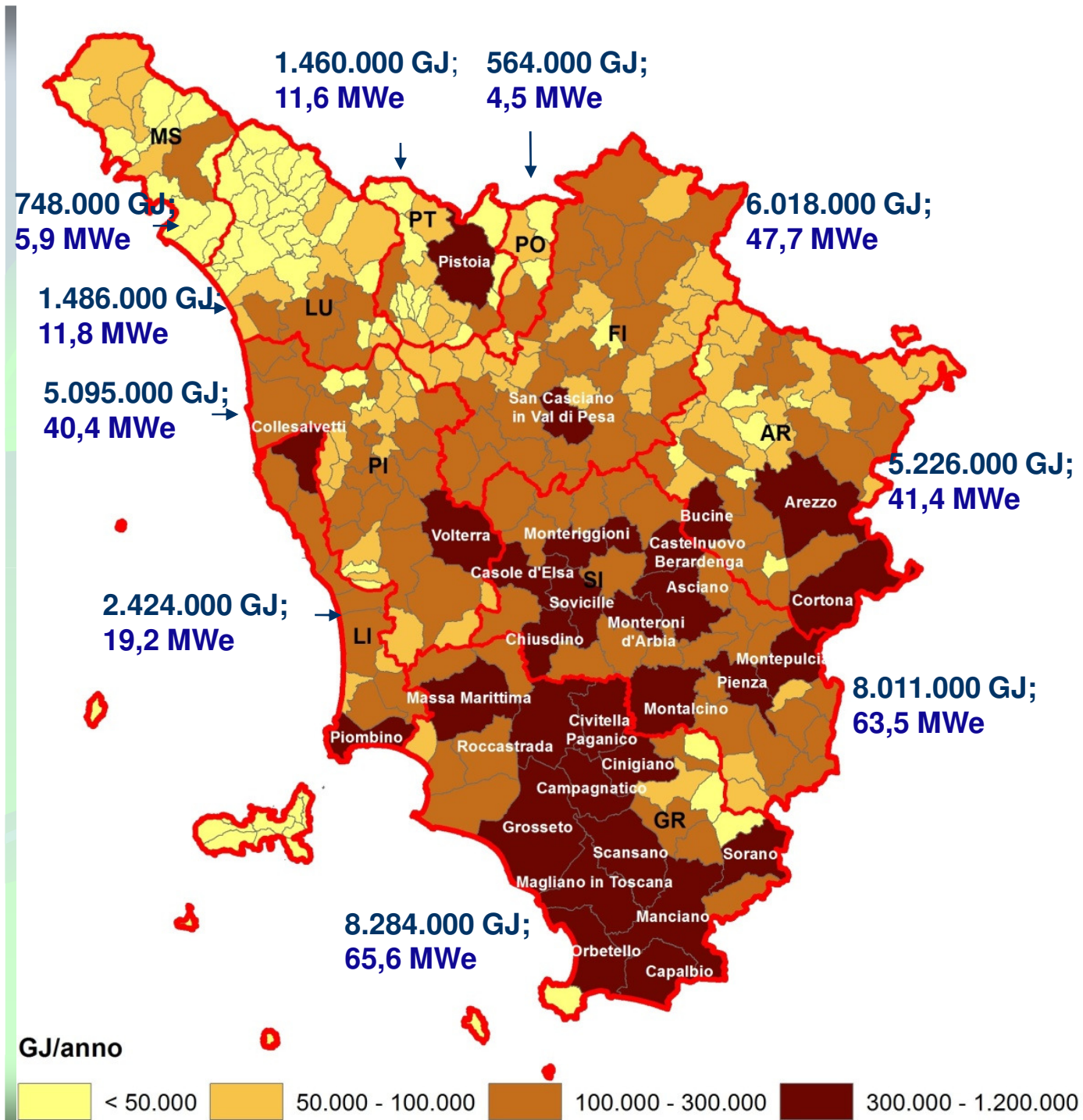
**Livello di sfruttamento  
delle risorse disponibili**

Produzioni annue  
potenziali derivate da  
attività agro-forestali

**Livello di sfruttamento  
delle superfici disponibili**

Produzioni annue  
potenziali di ciascuna  
coltura a livello comunale

**Stima delle biomasse lignocellulosiche disponibili  
annualmente a livello territoriale e previsioni di utilizzo**



# Stima del potenziale energetico da biomasse agroforestali in Toscana

(CREAR + CRIBE 2009)

**39.000.000 GJ/anno**

**(310 MWe)**

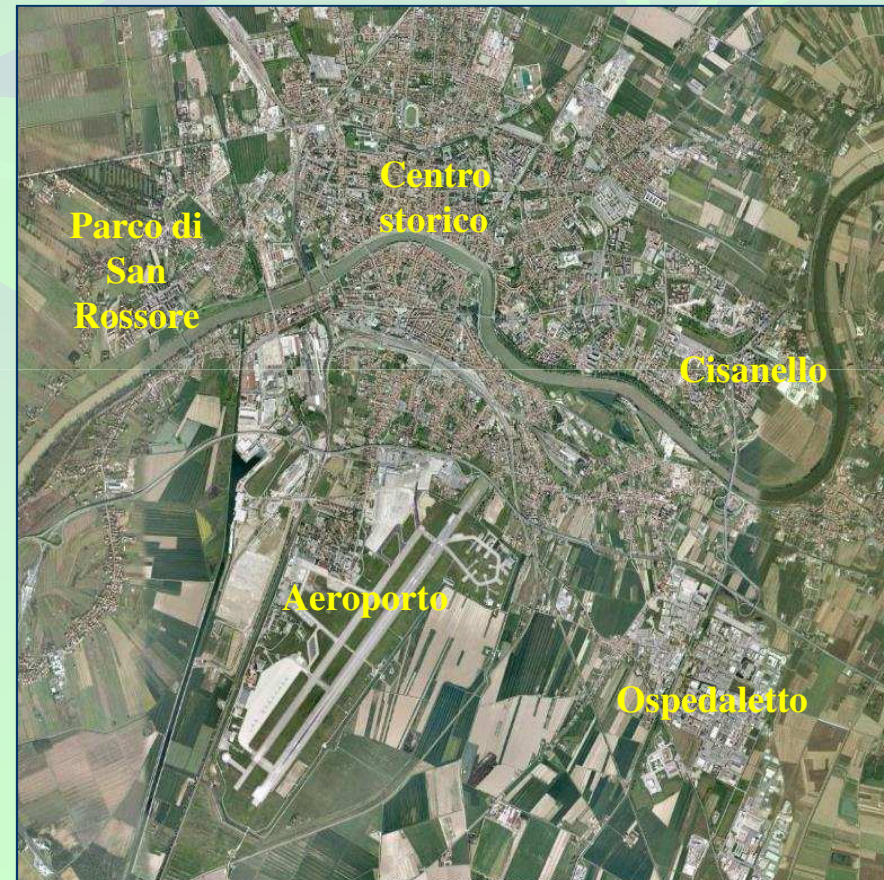
**1/2 agricoli e 1/2 forestali**

## **Sostenibilità delle biomasse da energia:**

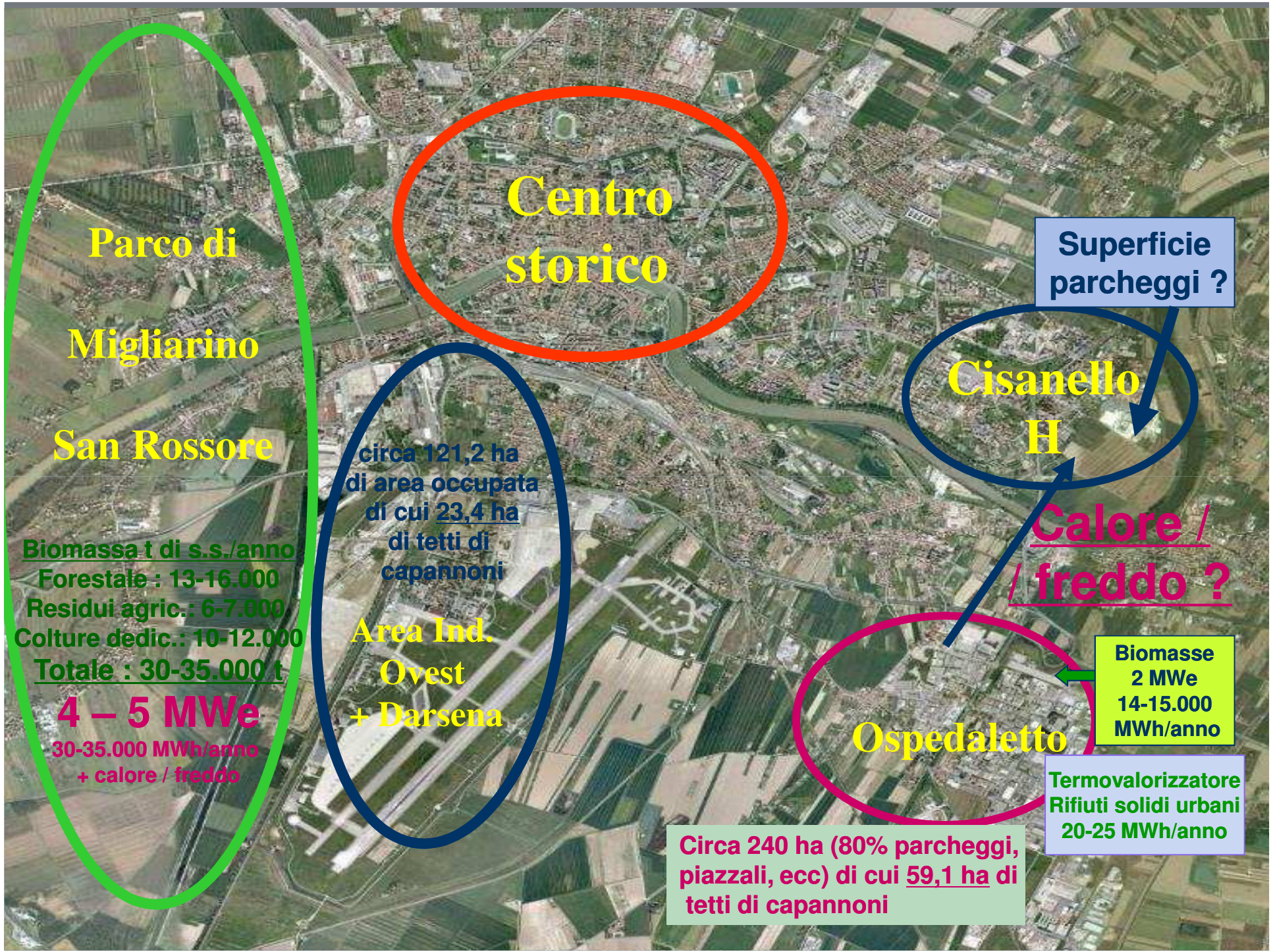
- **“decentralizzazione” della produzione e dell’impiego dell’energia (termica ed elettrica) per valorizzare al massimo le varie “biomasse” presenti nell’area;**
- **filieri “corte” e “integrate”, per la cogenerazione (e tri-generazione) di energia elettrica e calore in impianti di piccola e media taglia,;**
- **introduzione “sostenibile” delle colture dedicate complementari alla valorizzazione dei vari residui agricoli e forestali dell’area;**
- **nelle aree “vocate” sotto il profilo agro-economico, attivare una produzione di biomasse “di qualità”, per il mercato dei pellets e/o per la co-combustione in centrali già esistenti (es. a carbone ) ...**

Consumo medio unitario di elettricità (kWh/persona/anno)	1382
Consumo unitario gas naturale (m <sup>3</sup> /persona/anno)	465
Consumo di combustibile per autotrazione (lt/persona/anno)	471
Produzione rifiuti solidi urbani (kg/persona/anno)	833,5
<b>Numero di abitanti di Pisa</b>	<b>85379</b>
Consumo medio di elettricità (MWh/anno)	117.994
Consumo annuo di gas naturale (m <sup>3</sup> /anno)	39.701.235
Consumo medio combustibile per autotrazione (t/anno)	40.213
Produzione annua di rifiuti (t/anno)	71.163
<b>Superficie fotovoltaica necessaria per il consumo elettrico</b>	<b>78 ha</b>
<b>Energia termica MWh/anno da consumo gas naturale</b>	<b>370.545</b>
<b>Recupero energ.co da rifiuti solidi urbani MWh/anno</b>	<b>173.954</b>
<b>Sfruttamento dei residui forestali MWh/anno</b>	<b>127.555</b>

## Cominciamo da Pisa!!!!



**Ns. rielaborazione  
da Donatini-ENEL  
2010**



**Parco di**

**Migliarino**

**San Rossore**

**Biomassa t di s.s./anno**

Forestale : 13-16.000

Residui agric.: 6-7.000

Culture dedic.: 10-12.000

**Totale : 30-35.000 t**

**4 – 5 MWe**

30-35.000 MWh/anno

+ calore / freddo

**Centro  
storico**

circa 121,2 ha  
di area occupata  
di cui 23,4 ha  
di tetti di  
capannoni

**Area Ind.**

**Ovest**

**+ Darsena**

**Superficie  
parcheggi ?**

**Cisanello**

**H**

**Calore /  
freddo ?**

**Biomasse  
2 MWe  
14-15.000  
MWh/anno**

**Ospedaletto**

**Termovalorizzatore  
Rifiuti solidi urbani  
20-25 MWh/anno**

**Circa 240 ha (80% parcheggi,  
piazze, ecc) di cui 59,1 ha  
di tetti di capannoni**



**Scuola Superiore  
Sant'Anna**  
di Studi Universitari e di Perfezionamento



## UNIVERSITA' DI PISA

- **CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI RICERCHE AGRO-AMBIENTALI "E. AVANZI"**
- **AGRONOMIA E GESTIONE DELL'AGROECOSISTEMA**
- **ENERGETICA**
- **SISTEMI ELETTRICI ED AUTOMAZIONE**
- **INGEGNERIA CHIMICA, CHIMICA INDUSTRIALE E SCIENZA DEI MATERIALI**
- **INGEGNERIA MECCANICA, NUCLEARE E DELLE PRODUZIONE**
- **CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE**

## SCUOLA SUPERIORE SANT'ANNA

- **LAND LAB**
- **BIOLABS**

Sede amministrativa: Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi". San Piero a Grado, Pisa

