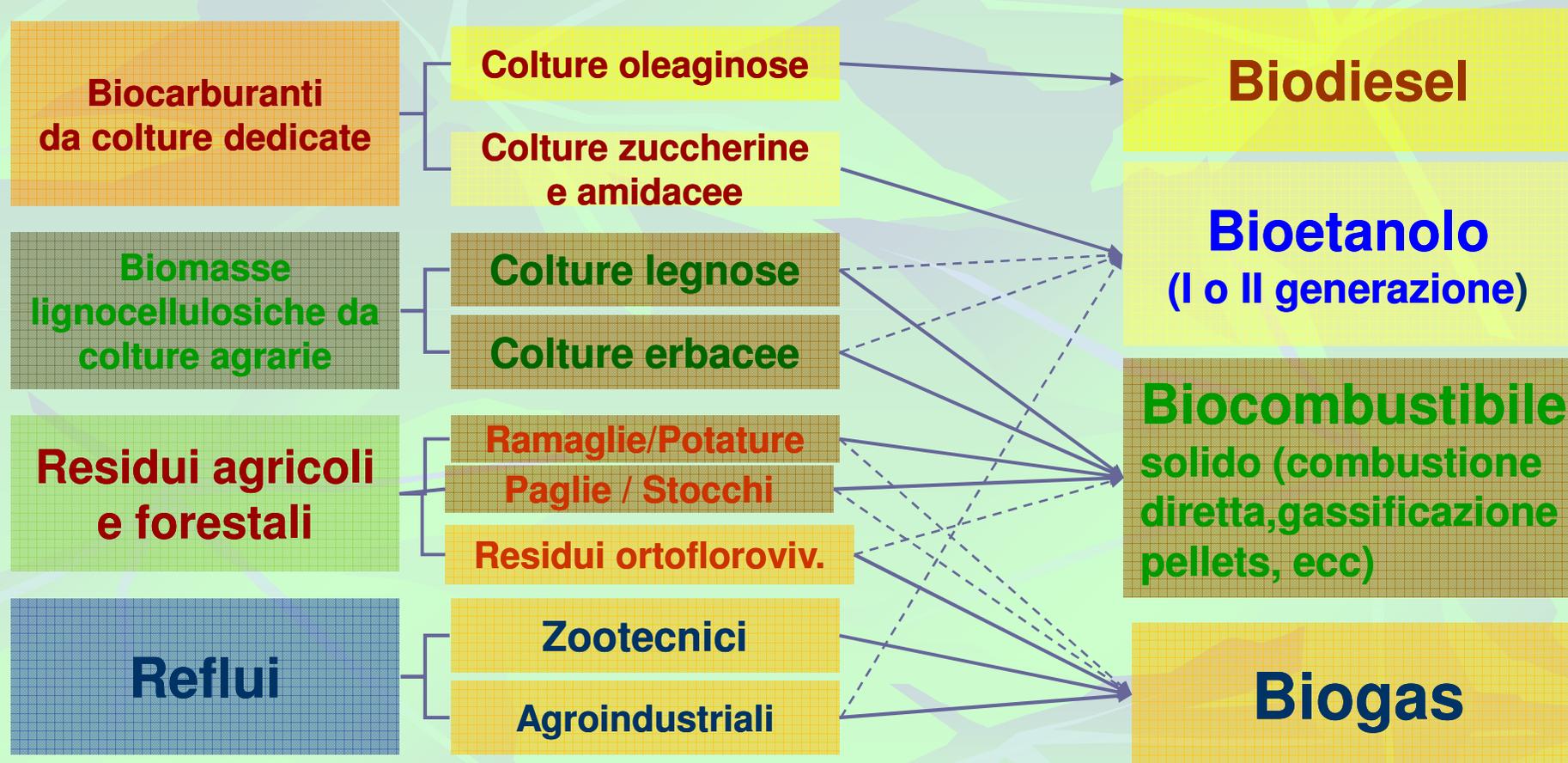


Comunemente, per biomassa si intende ogni sostanza organica di origine vegetale/animale da cui sia possibile ricavare energia.

- **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

H₂

FUEL CELL

BIOETANOLO

Zuccherino - Amidacee

Fermentazione aerobica

Zuccherino-Cellulosiche

BIOGAS

Fermentazione anaerobica



ETHANOL



Filiera Bioetanolo

Filiera Biogas

AUTOTRAZIONE E RISCALDAMENTO

ENERGIA E/O CALORE

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 ⁻¹	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:

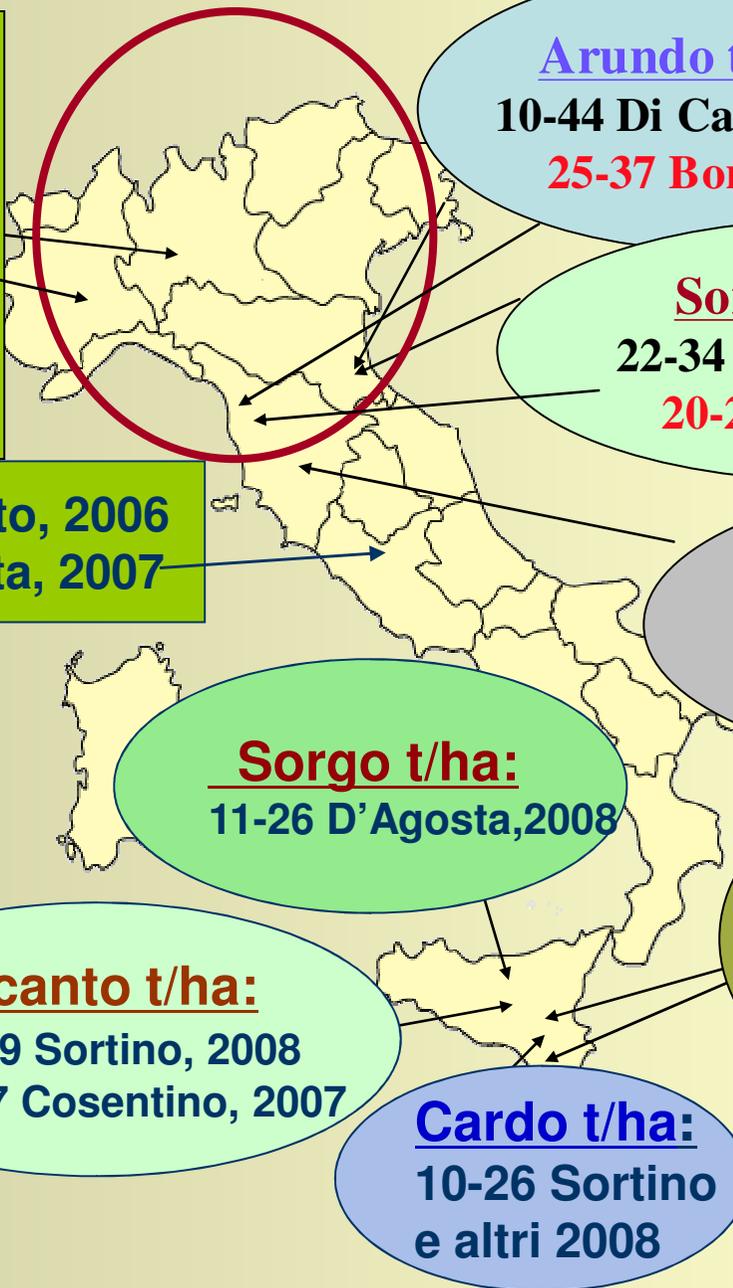
10-19 Sortino, 2008
14-27 Cosentino, 2007

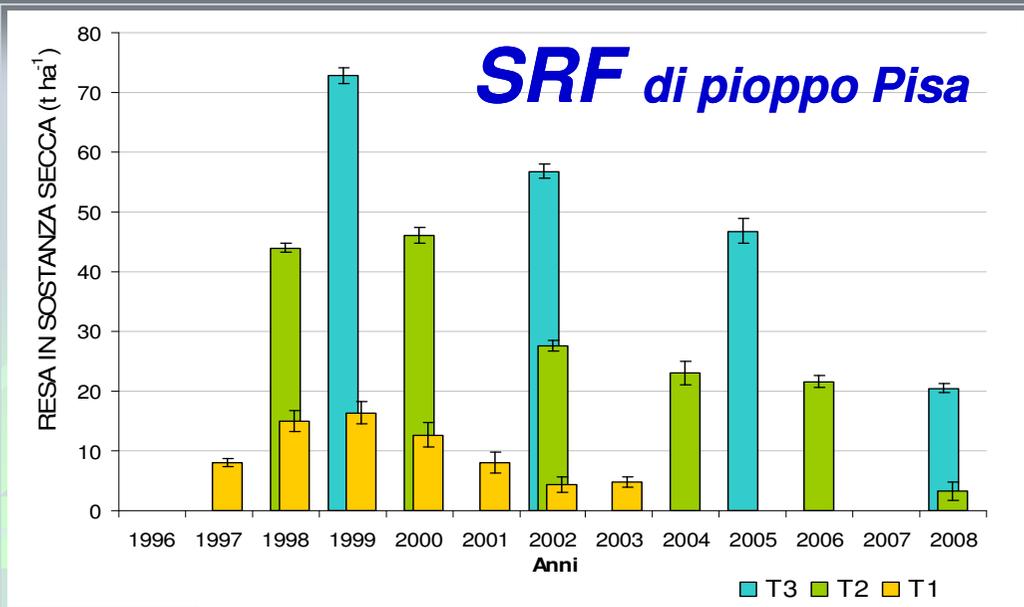
Arundo t/ha s.s.:

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

Cardo t/ha:

10-26 Sortino
e altri 2008

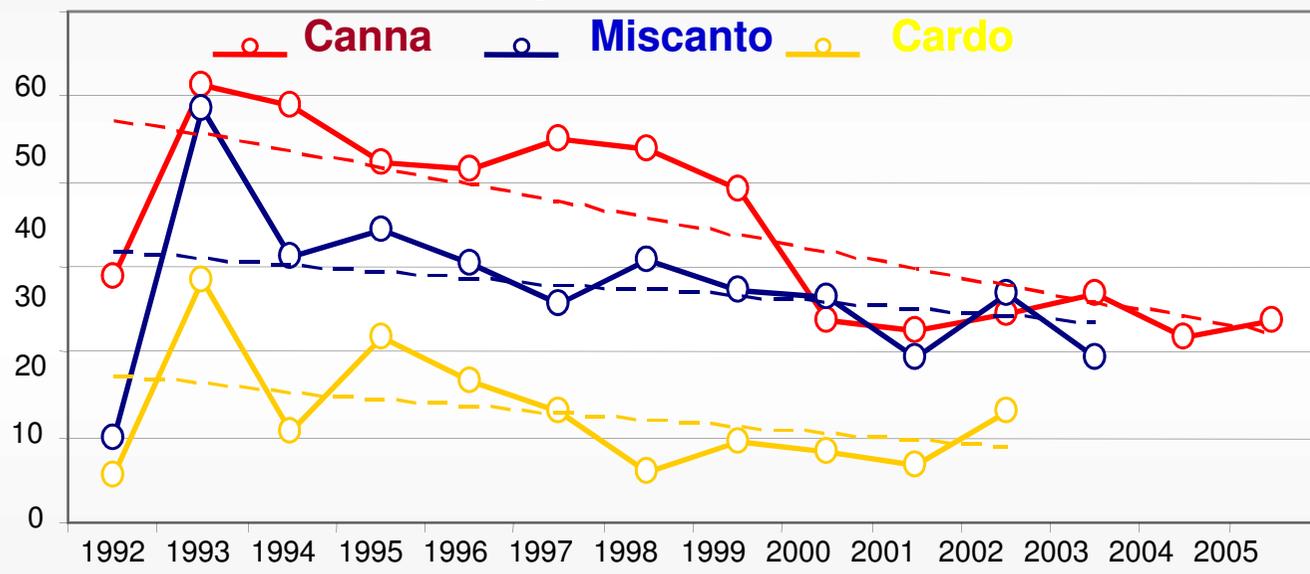




RESA (ciclo 12 anni)

Turno	t ha ⁻¹
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>	Sorgo	Arundo	Miscanto	SRF pioppo
Produttività in sostanza secca	😊	😊	😊/😞	😞
Qualità della biomassa	😞	😞	😞	😊
Meccanizzazione	😊	😊/😞	😊/😞	😊/😞
Protezione e fertilità del suolo	😞	😊/😞	😊/😞	😊
Inserimento negli avvicendamenti	😊	😞	😞	😊/😞

Valutazioni economiche medie pluriennali (€ ha⁻¹anno⁻¹) per la pianura pisana; terreni di buona fertilità; coltura asciutta.

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

Rese t/ha/anno

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

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

(*) 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**

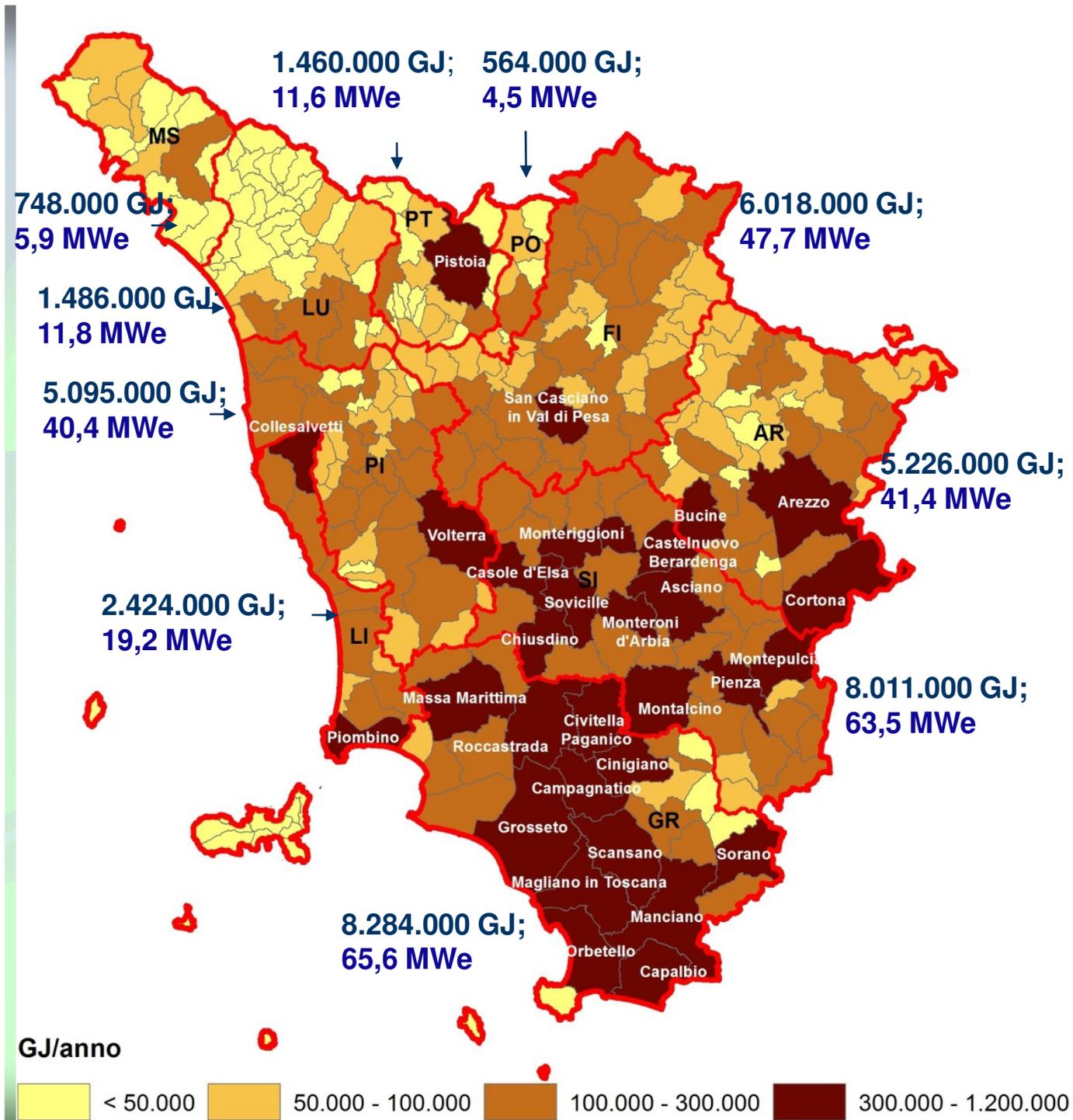
**Livello di sfruttamento
delle risorse disponibili**

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:

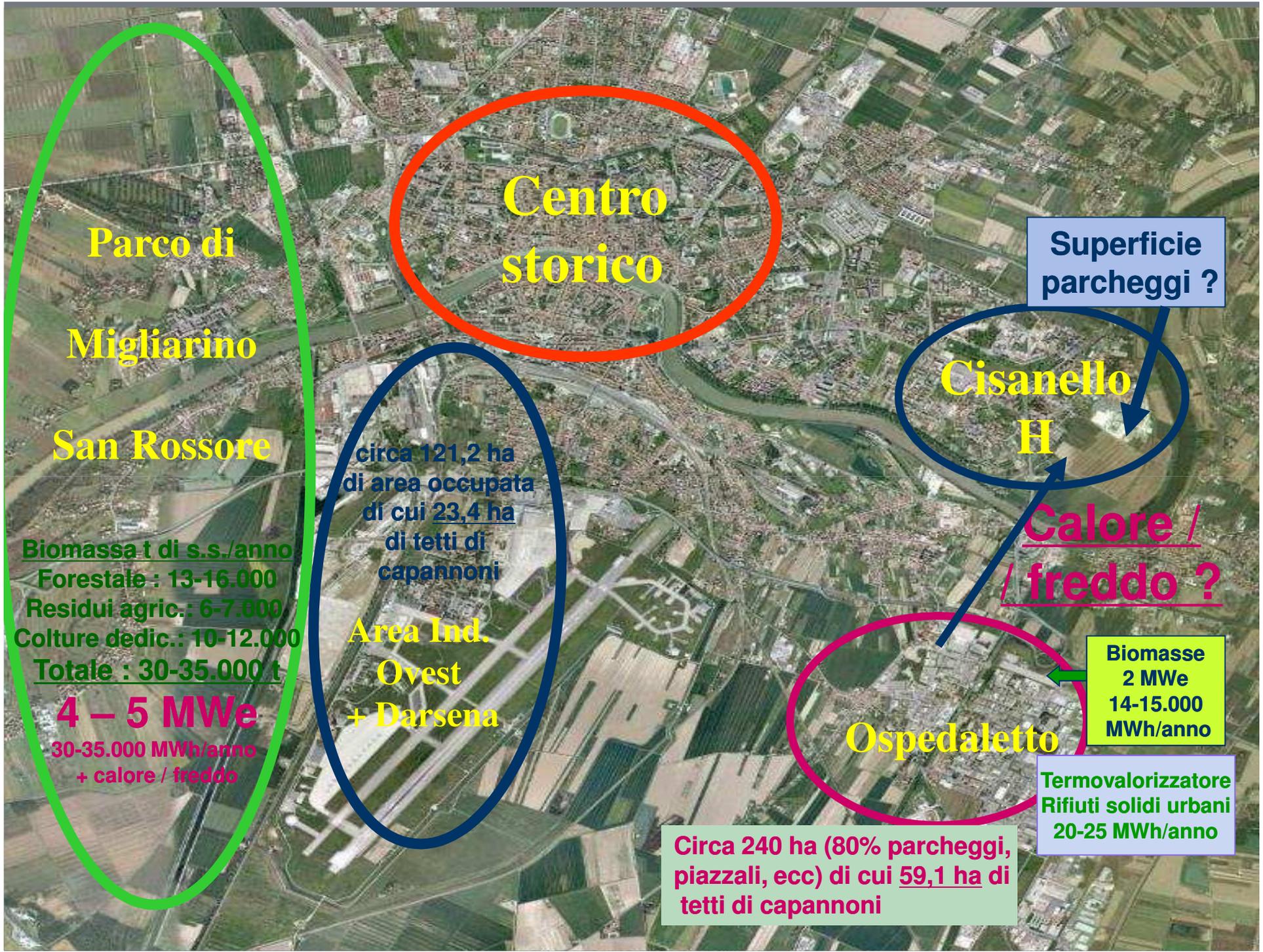
- **“decentralizzazione” della produzione e dell’impiego dell’energia (termica ed elettrica) per valorizzare al massimo le varie “biomasse” presenti nell’area;**
- **filieri “corte” e “integrate”, per la cogenerazione (e tri-generazione) di energia elettrica e calore in impianti di piccola e media taglia,;**
- **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 ³ /persona/anno)	465
Consumo di combustibile per autotrazione (lt/persona/anno)	471
Produzione rifiuti solidi urbani (kg/persona/anno)	833,5
Numero di abitanti di Pisa	85379
Consumo medio di elettricità (MWh/anno)	117.994
Consumo annuo di gas naturale (m ³ /anno)	39.701.235
Consumo medio combustibile per autotrazione (t/anno)	40.213
Produzione annua di rifiuti (t/anno)	71.163
Superficie fotovoltaica necessaria per il consumo elettrico	78 ha
Energia termica MWh/anno da consumo gas naturale	370.545
Recupero energ.co da rifiuti solidi urbani MWh/anno	173.954
Sfruttamento dei residui forestali MWh/anno	127.555

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, piazzali, 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 PRODUZIONI**
- **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

