ISTITUTO DI SCIENZE DELLA VITA

Scuola Superiore Sant'Anna

Centro di Ricerca Interuniversitario Biomasse da Energia CRIBE

Le colture dedicate da biomassa nell'agricoltura toscana: aspetti agronomici e ambientali.

Prof. Enrico Bonari

Land Lab – Agricoltura, Ambiente e Territorio

Da oggi al 2050 la popolazione passerà da **7 a oltre 9 miliardi** e la domanda di prodotti animali aumenterà; il consumo di alimenti sarà **1,8 volte** l'attuale, **la richiesta di acqua crescerà del 50-70%**

(UE,2010; De Castro,2012;Georgofili, 2013)

Anno	Popol. 10^6 abit.	Sup. agr. Ha $x10^6$	Sup. agr. m^2 abit.$^{-1}$
1950	2500	1300	5200
1975	4100	1400	3400
2005	6300	1500	2500
2025	8000	1400	1900
2050	9200	1500	1600

Scorte mondiali di cereali :

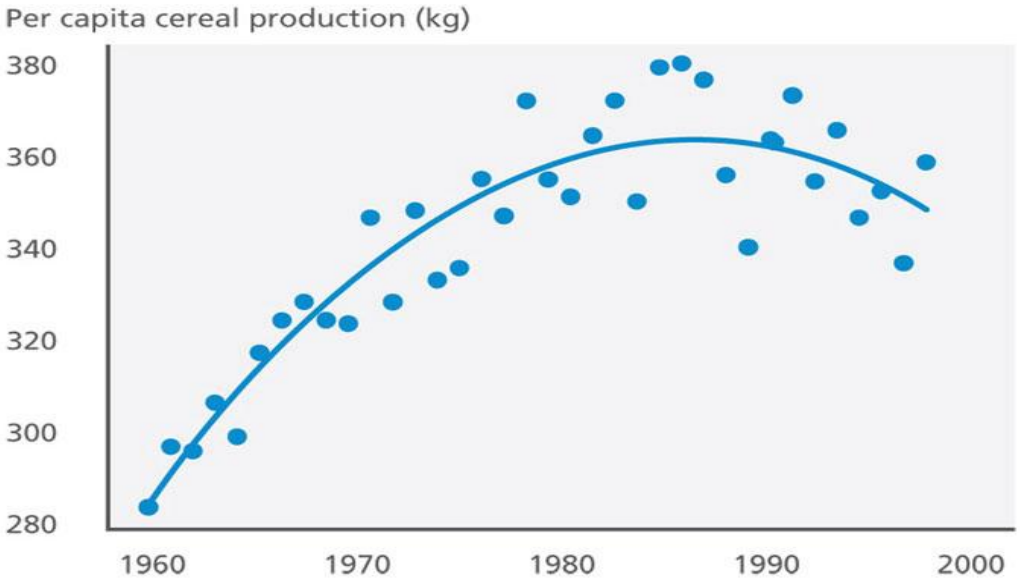
Nel 2000 potevano alimentare l'umanità per **115 giorni,**

OGGI solo per **57 giorni**

(da Maracchi, 2010)

Alcune doverose e opportune premesse ….

Occorre "tornare a coltivare e produrre" e mettere a punto "sistemi colturali" aggiornati per garantire la "sostenibilità":



a) *dal punto di vista ambientale*: non inquinante, a basse emissioni GHG non distruttiva di risorse, salubre sia per gli operatori che per i consumatori, ecc;

b) *sotto il profilo economico*: sia del singolo agricoltore che per l'intera società … sia per il bilancio aziendale che per gli aiuti richiesti …

c) *per la conservazione della fertilità del terreno*: per non penalizzare le generazioni future …. e ridurre la attuale dipendenza dai mezzi tecnici per la nutrizione e la protezione delle colture agrarie.

Dai cambiamenti climatici negli ambienti mediterranei alcuni problemi emergono più di altri sul piano agronomico :

- la conservazione della sostanza organica dei terreni coltivati;

- limitare i consumi idrici in agricoltura e preservare la qualità delle acque.

- contenere i rischi di erosione del suolo, sia in collina che in pianura;

Cosa coltivare ?

Come coltivare ?

Cosa e come coltivare

→ sistema colturale

"sostenibilmente" intensivi

Condizioni al contorno:

Vocazionalità

Determina le scelte colturali

(struttura del SC)

Definisce i vincoli genetici

Potenzialità produttiva

Determina il livello di impiego di input

(funzionalità del SC)

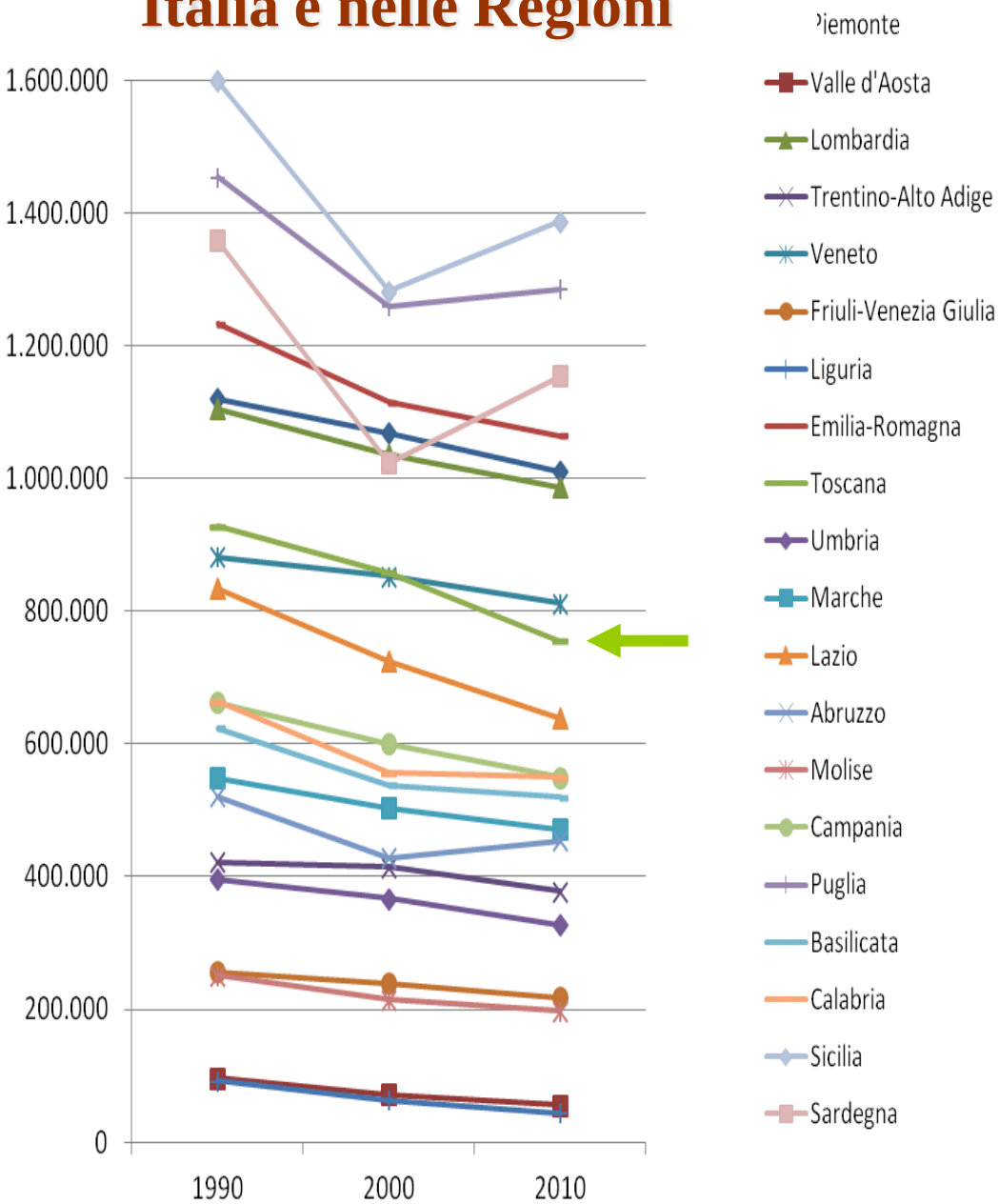
Definisce i vincoli agronomici

Vulnerabilità

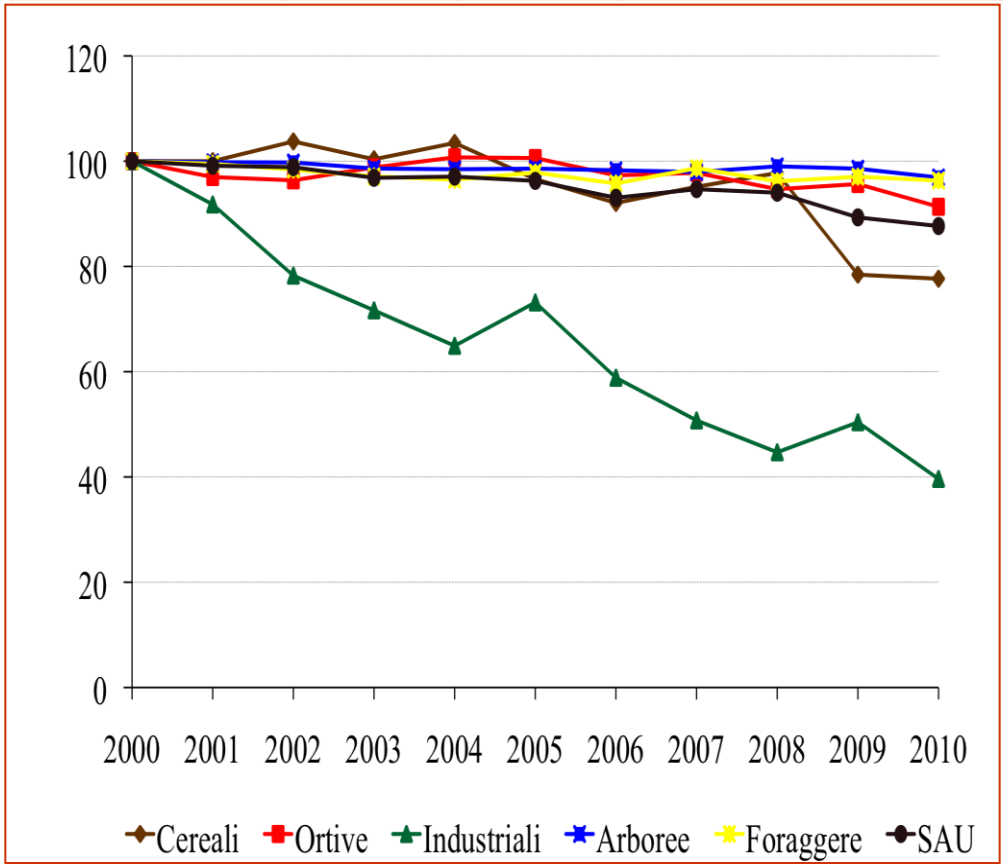
Determina le possibili emergenze in termini di impiego di input colturali

Definisce vincoli ecologici

Evoluzione della SAU in Italia e nelle Regioni



SAU milioni ha	Anno 1990	Anno 2010	Differerenza ha 000	%
Nord	5,2	4,6	- 637	- 12,2
Centro	2,7	2,2	- 515	- 19,0
Sud+Isole	7,1	6,1	- 1.037	- 14,5
ITALIA	15,0	12,8	- 2.189	-14,6



Nel momento in cui il crescente bisogno di energia e la necessità di ridurre le emissioni di CO2 suggeriscono un più deciso ricorso alle fonti rinnovabili …

… le colture dedicate per le filiere dell' "agrienergia" possono contribuire a risolvere i problemi e aumentare le possibilità di scelta degli agricoltori e la biodiversità degli agroecosistemi …

Ruolo strategico riconosciuto alle colture da biomassa:

Evoluzione del "peso" delle biomasse sul consumo mondiale di energia

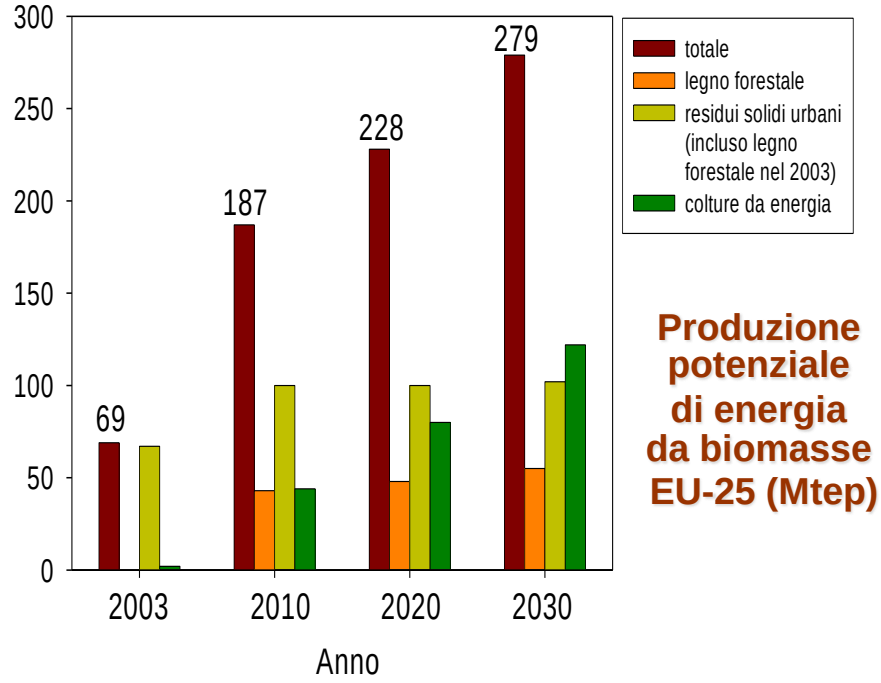
Anno	Totale (Mtoe)	Da biomasse (Mtoe)	%
2001	10.038	1.080	10,8
2010	11.752	1.281	11,0
2020	13.553	1.665	12,2
2030	15.542	2.221	14,3
2040	17.690	2.843	16,1

- Mitigazione dei cambiamenti climatici
- Diversificazione degli ordinamenti produttivi
- Incremento dei posti di lavoro
- Presidio del territorio rurale
- Contenimento dell'erosione dei suoli e della perdita di nutrienti per lisciviazione
- Contenimento della perdita di sostanza organica del terreno
- Valorizzazione di acque reflue o parzialmente contaminate

UE - Obiettivo 2020: bioenergie 20% e biocarburanti 10% del consumo totale ottenibili con l'impiego annuale di

35 Mtpe di biomassa

ricavabili da 12 milioni di Ha



Produzione potenziale di energia da biomasse EU-25 (Mtep)

Le previsioni al 2030 (UE 2011) indicano che in Europa:

- il 30% della produzione di composti chimici sarà *biobased* e ad alto valore aggiunto;
- il 25% dell'energia per i trasporti (anche aerei) sarà derivata dalle biomasse (biocarburanti);
- il 30% dell'energia elettrica e termica sarà generato dalle biomasse .

Gli obiettivi già fissati … ma ci ripensano ??

L'ANIDRIDE CARBONICA LIBERATA DALLA COMBUSTIONE DELLA BIOMASSA È INFERIORE DI QUELLA ASSORBITA DURANTE LA CRESCITA

prodotti secondari e scarti dell' agricoltura della zootecnia e dell'agro alimentare

da residui colturali di origine forestale e colture dedicate

PNERB (1999) prevedeva nel 2010-12 almeno 8-10 Mtep/anno di energia da biomasse contro i 3-3,5 di allora; con i residui agro-forestali e agro-industriali e colture dedicate per 500-600.000 ha;

Residui	Agric.	Foreste	Agroin.	TOTALE
		(kt/anno)		
Nord	3.468	3.529	798	7.787
Centro	1.432	2.371	297	4.102
Sud	1.817	1.116	416	3.350
Isole	1.132	702	137	1.965
ITALIA	7.849	7.714	1.639	17.202

Da dove siamo partiti …

Il Piano di Azione Nazionale (PAN) prevede che entro il 2020 le FER soddisfino il 17% del fabbisogno di energia e il 10% dei consumi x trasporti; in particolare per le bioenergie:

- elettricità: 18780 GWh = 19% delle FER
- energia termica: 5,6 Mtep = 54% delle FER
- biocarburanti: 87% dei consumi (del 10% del PAN) = 2,5 Mtep

Quanto da produzione interna e quanto da importazione?

Quali fonti di materia prima?

Colture da carboidrati, da olio, da biomasse lignocellulose ?

Dove produrre?

Come? Quali filiere privilegiare ?

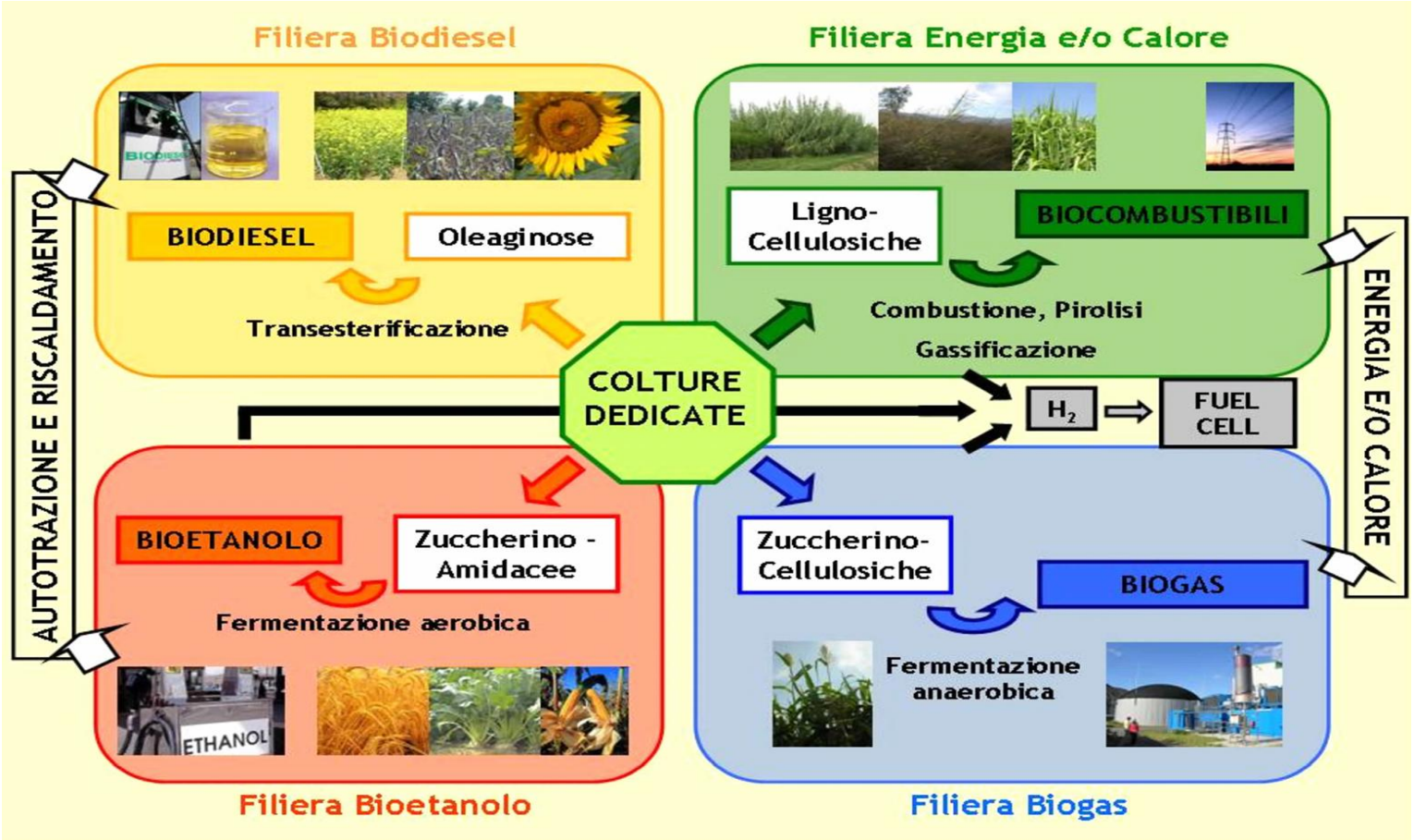
E' un problema di sostenibilità …

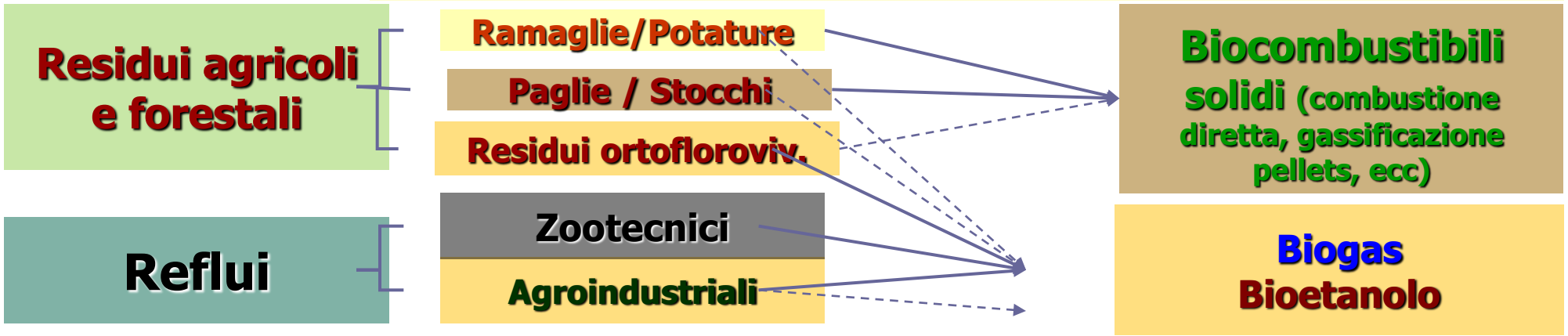
La recente Strategia Energetica Nazionale (SEN) della primavera 2013 prevede che le FER dovrebbero raggiungere il 20% dei consumi finali lordi al 2020 = 25Mtep di energia finale/anno per raggiungere:

- **il 36-38% dei consumi finali nell'elettrico (26% nel PAN);**
- **il 20% nel settore termico (17% nel PAN);**
- **il 10% nei trasporti (conferma del PAN).**

Nel frattempo … crescono gli impegni …

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





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

Le ricerche degli 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 :

Sorgo

Canna comune, miscanto, *panico* e cardo

Pioppo, (eucalipto, robinia)

➢ Sorgo da fibra (*Sorghum bicolor*)

Punti di forza:

- ciclo annuale facile inserimento negli avvicendamenti
- semplicità delle operazioni colturali
- buona produttività (25 – 28 t/ha di s.s.)

•Punti di debolezza:

- qualità della biomassa:
- alto contenuto in ceneri (5-6%) ed in silice (>30%) della s.s.
- alta umidità alla raccolta.

➢ Miscanto (*Miscanthus sinensis*)

Punti di forza:

- elevata resa media annua (25–28 t/ha di s.s.)
- poliennale assai longeva

Punti di debolezza:

- esigente in disponibilità idriche
- meccanizzazione del trapianto
- ripristino del terreno dopo la coltura
- elevato tenore in silice (basse ceneri)

➢Canna comune (*Arundo donax*)

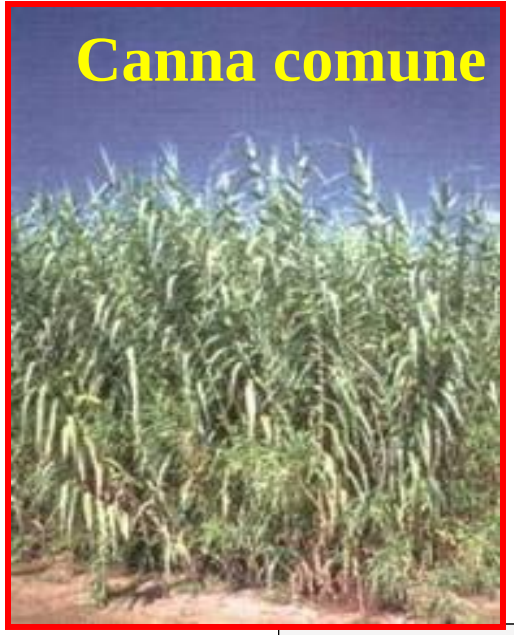
Punti di forza:

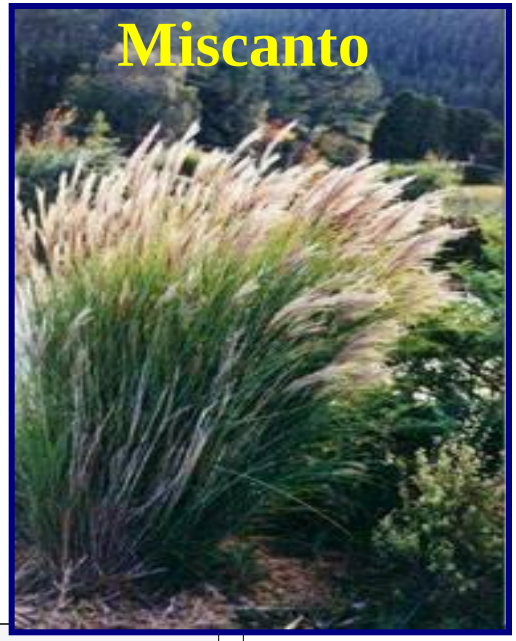
- **molto produttiva (34-35 t/ha di s.s.)**
- **specie poliennale assai longeva (12 – 14 anni)**
- **tipica del nostro paesaggio rurale**
- **protegge il terreno dall'erosione**
- **grande adattabilità (terreni e disponibilità idriche) in ambiente mediterraneo**

Punti di debolezza:

- **costo elevato all'impianto**
- **specie assai invasiva**
- **biomassa con elevato contenuto in ceneri (5%) e in silice**

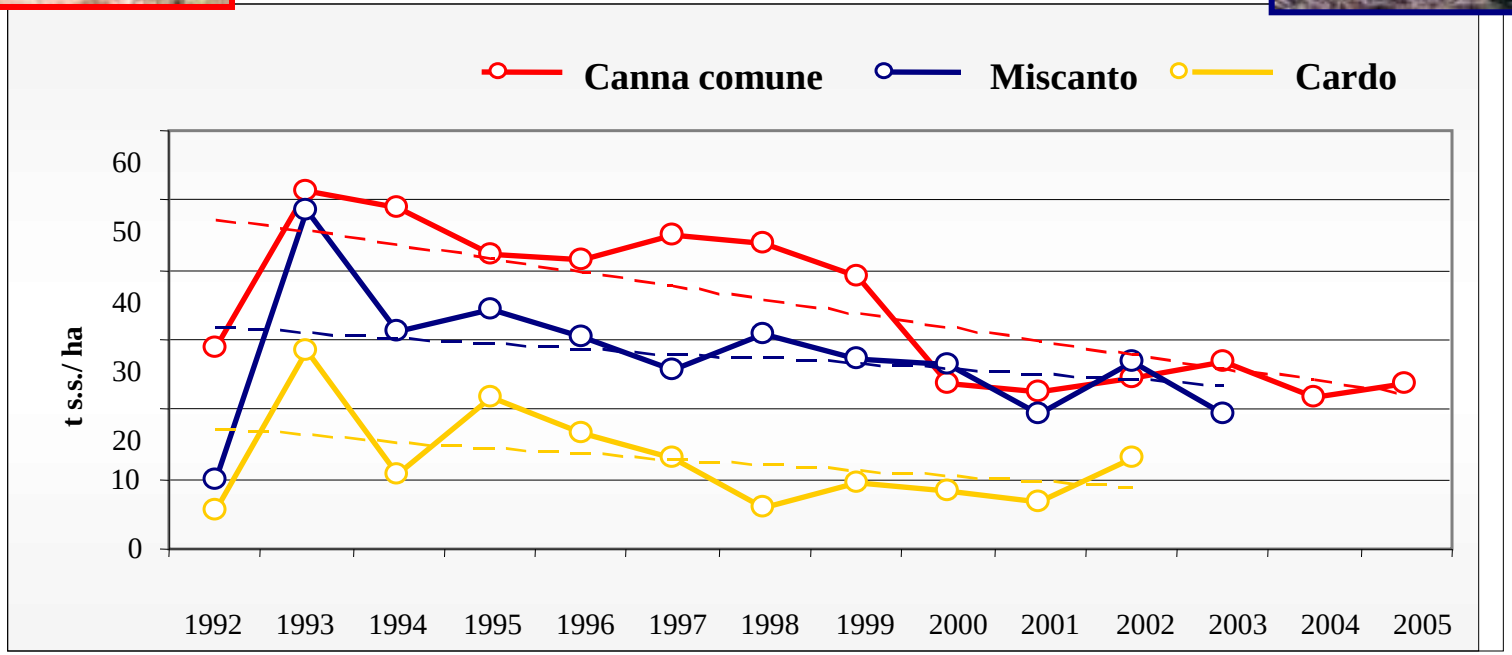
Erbacee poliennali Pisa





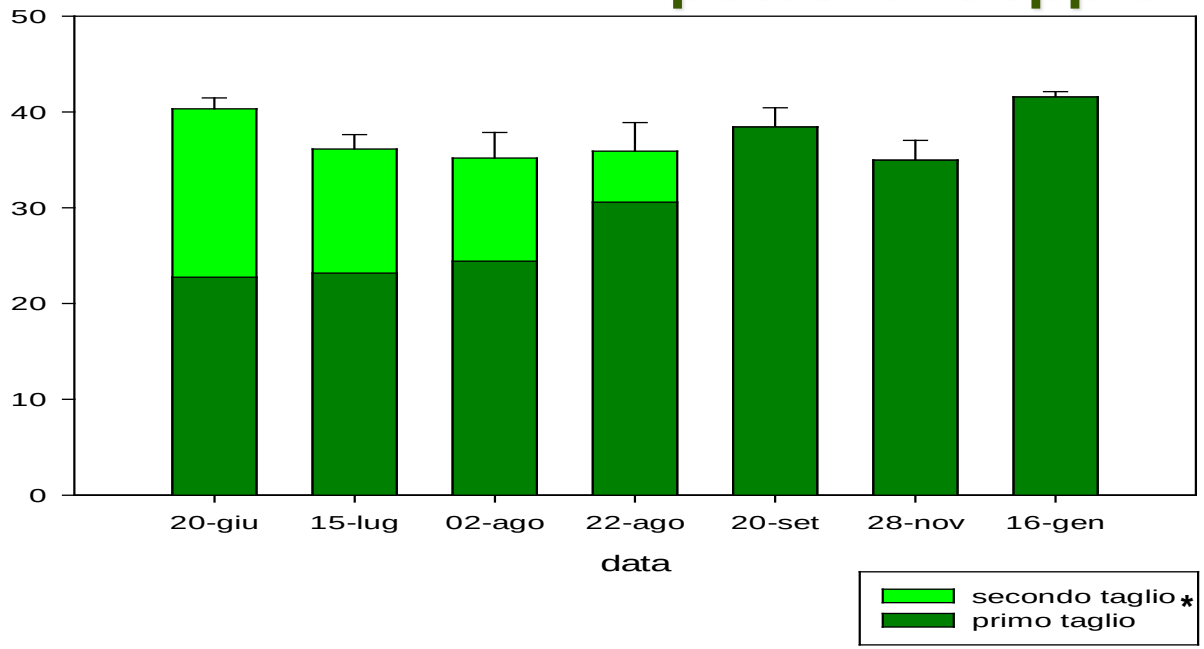
Resa del Sorgo: 28 t/ha/anno di s.s.

t/ha
34,6
27,4
12,7



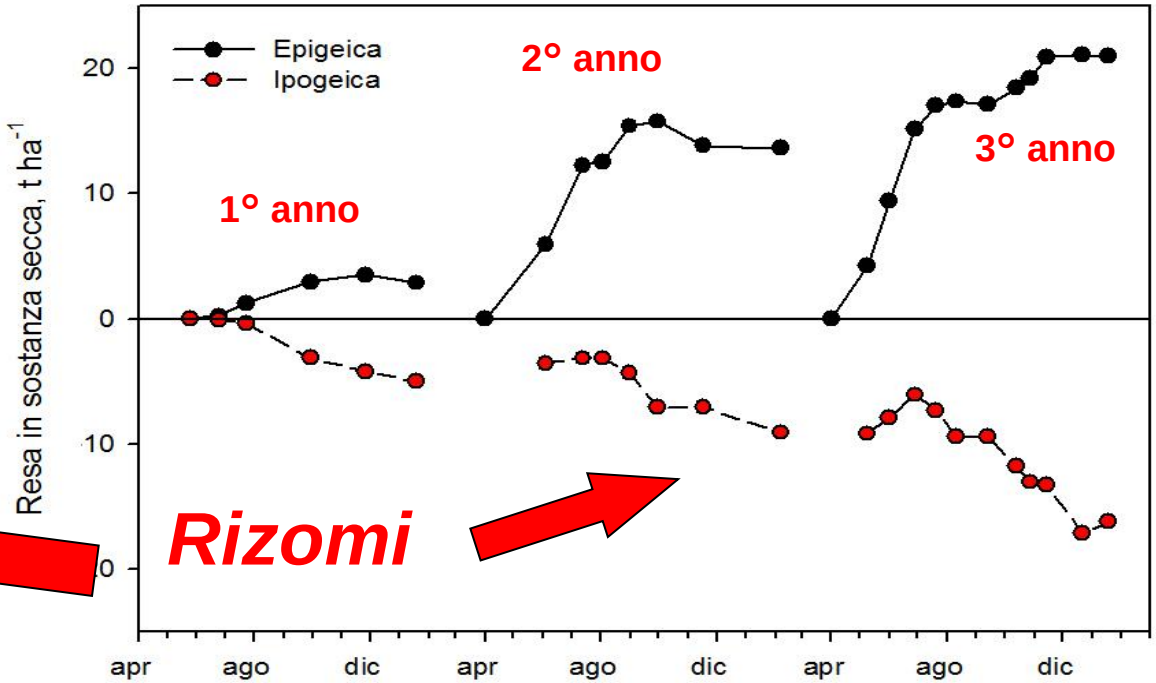
Ceneri
5,0 %
2,8 %
13,9 %

Arundo donax - Ipotesi di doppio raccolto



Arundo donax

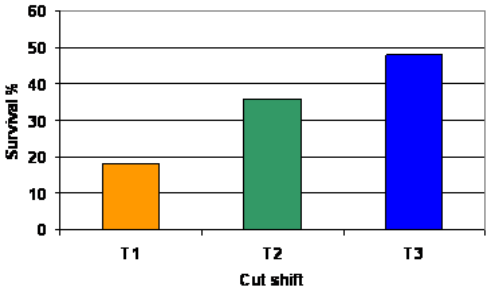
Accumulo della biomassa epigeica ei ipogeica in terreni sabbiosi marginali



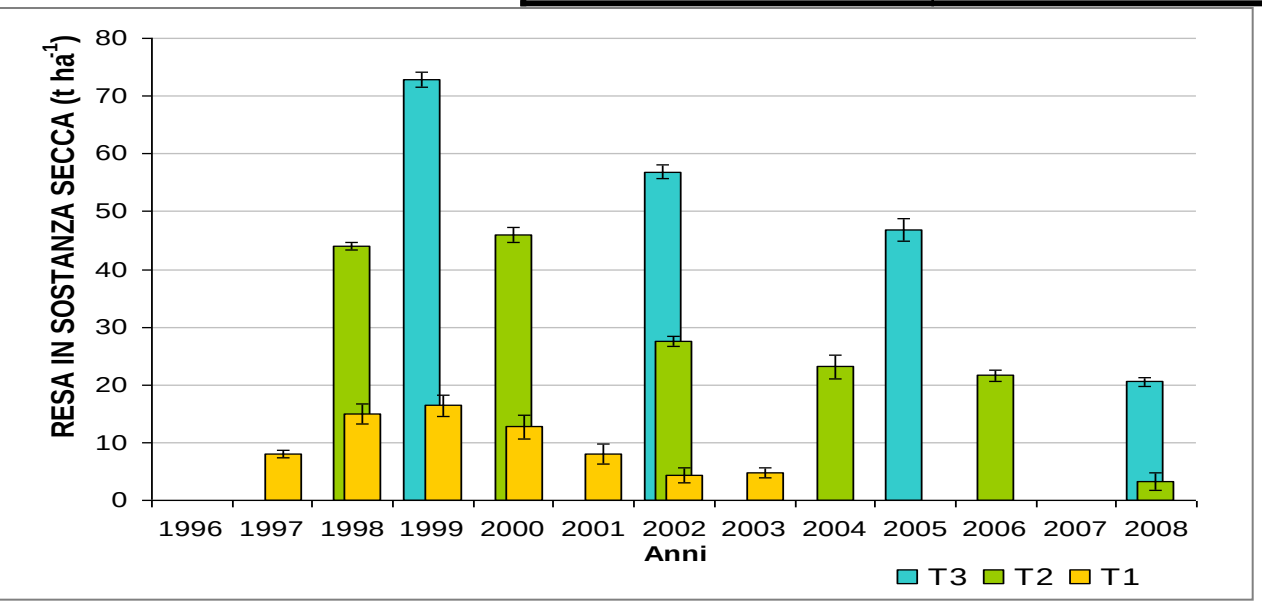
Short Rotation Forestry (S.R.F.)

- coltivazione, di specie forestali a rapido accrescimento (pioppi, salici, robinia, ontano, eucalipto, ecc.)
- impiantate con alto grado di fittezza (6.000-10.000 p.te/ha)

- raccolte con cicli di taglio molto più frequenti (2-3 anni) rispetto alle tradizionali utilizzazioni



Frequenza	t/ha	t/ha*a	€/t
T1 annuale	69	9,8	131
T2 biennale	165	13,8	51
T3 triennale	197	16,4	41



ARUNDO (t.q.) vs MAIS (insilato)	S mc/ t s.s.	t s.s. /ha	S mc/ ha
Arundo 21 giu.	306	23	6958
" 15 lug.	304	23	6866
" 2 ago.	358	24	8739
" 22 ago	288	31	8818
Mais – 20 sett.	330	21	6938

Produzione Biocarburanti 2°generaz.

Specie	Resa potenz. in Etanolo (l ha^{-1})
Canna da zucchero	6797 - 8134
Mais	5200 - 5400
Sorgo zuccherino	2524 - 7012
Panico	3085 - 7573

(Autori vari)

Rese medie Pisa

CANNA COMUNE
25 t ha^{-1}

↓

8.300 kg/ha

SRF PIOPPO
16 t ha^{-1}

↓

4.977 kg/ha

Criteri	Sorgo	Arundo	Miscanto	SRF pioppo
Produttività in sostanza secca	☺	☺	☺ / ☹	☹
Qualità della biomassa	☹	☹	☹	☺
Meccanizzazione	☺	☺ / ☹	☺ / ☹	☺ / ☹
Protezione e fertilità del suolo	☹	☺ / ☹	☺ / ☹	☺
Inserimento negli avvicendamenti				☺ /

Punti di forza e di debolezza a livello aziendale

Alcune valutazioni economiche….

pianura pisana;
coltura asciutta.

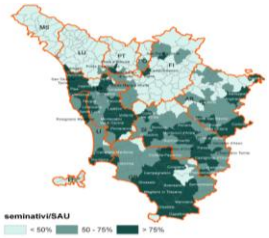
T2 = taglio biennale;
T3 = taglio triennale

	S.R.F. t ha^{-1}anno^{-1} (ciclo 12 anni)		Arundo t ha^{-1} anno^{-1}	Avvic. Erb: Bietola-Frumento - Sorgo – Girasole - Frumento – Set.Aside (media 6 anni)
	T2 13,8	T3 16,4	Ciclo 16 anni	
Costo mezzi tecnici (€ ha^{-1} anno^{-1})	331	305	603	392
Costo mezzi meccanici (€ ha^{-1} anno^{-1})	381	311	259	328
Costi variabili (€ ha^{-1} anno^{-1})	712	616	862	720
P. L . V. (€ ha^{-1} anno^{-1})	1025*	1218*	1789*	1091
Ricavi - Costi (€ ha^{-1} anno^{-1})	313	602	927	371

* Prezzo di vendita: 57 € t $^{-1}$ (30% di umidità) per il pioppo e 40 € t $^{-1}$ (45% di umidità) per la canna comune

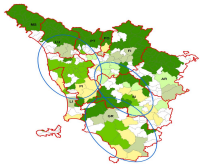
La “sostenibilità” delle agrienergie è valutabile a scale diverse:

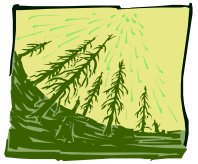
- riduzione delle emissioni
- bilancio CO_2
- bilancio energetico
- biodiversità

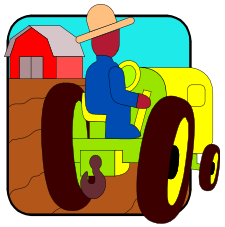


- contributo al fabbisogno energetico
- costo di produzione dell’energia
- creazione nuovi posti di lavoro
- valorizzazione aree agroforestali

- conservazione del suolo
- tutela risorse idriche
- valori ricreativi , paesaggio







- bilancio economico
- fabbisogno lavoro e macchine
- stabilità rese e fertilità
- flessibilità rotazione

… è inevitabile che prevalgano valutazioni differenti …

La sostenibilità delle agri-energie:

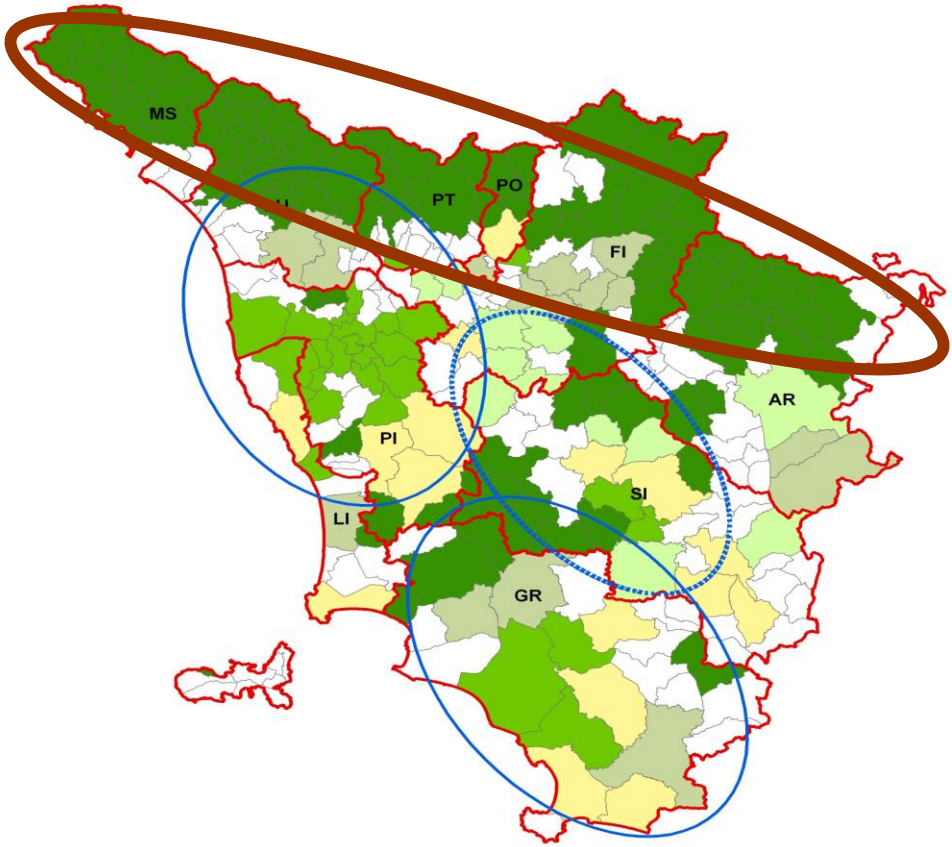
- massima "decentralizzazione" della produzione di energia (elettrica, termica e biocarburanti) per meglio "valorizzare le biomasse residuali" in campo agricolo e forestale (filiere diverse);

- esaltare le diverse "vocazionalità" delle aree agricole e agro-industriali, per la valorizzazione complementare e sostenibile delle colture dedicate da biomassa;

- nelle aree più "vocate" (residui+colture) puntare su produzioni di biomasse di qualità valorizzate "in loco" (biogas, pellets, ecc) e/o destinate alla co-alimentazione di impianti già esistenti …

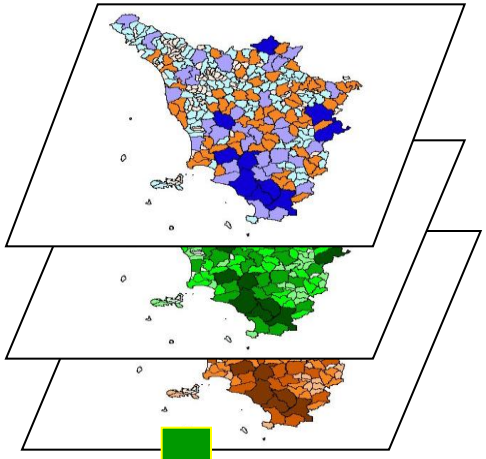
Alcune ipotesi di "distretti agroenergetici" in Toscana

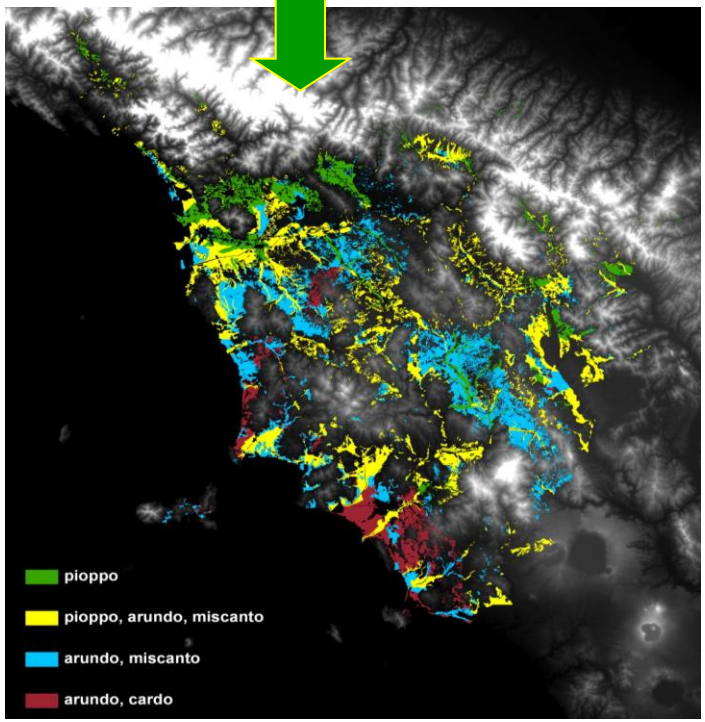
Bioenergy Farm Project



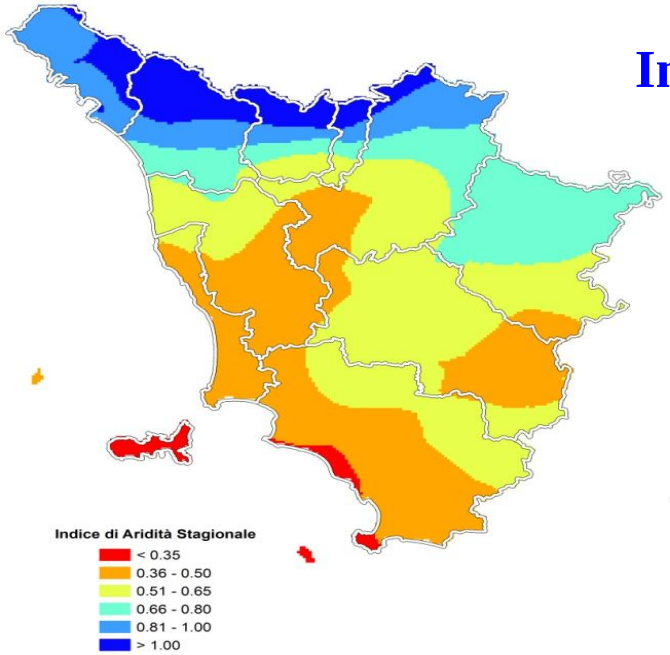
(da Bonari et al., 2004)

POTENZIALITA' COLTURE DEDICATE

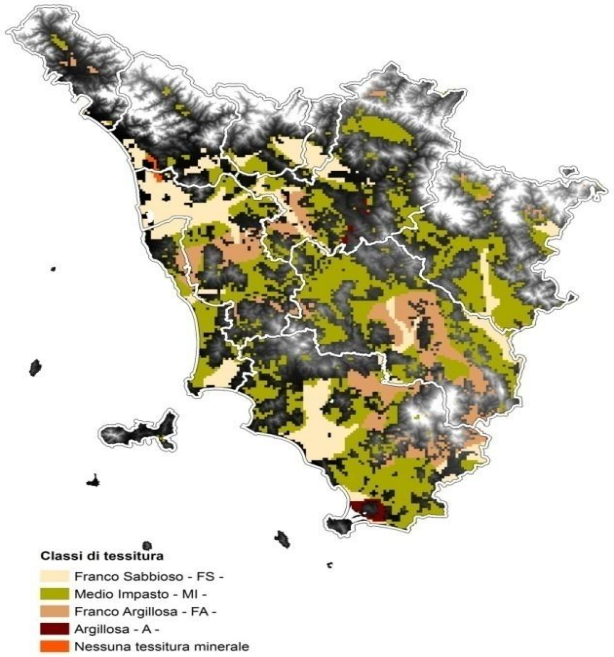


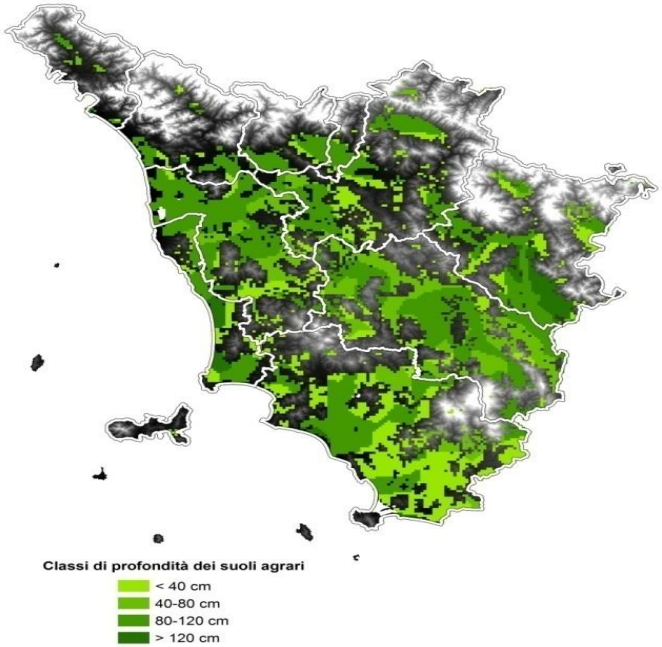


Indice di Aridità stagionale (AGROMETEO)



Tessitura dei suoli (JRC)





Profondità dei suoli (JRC)

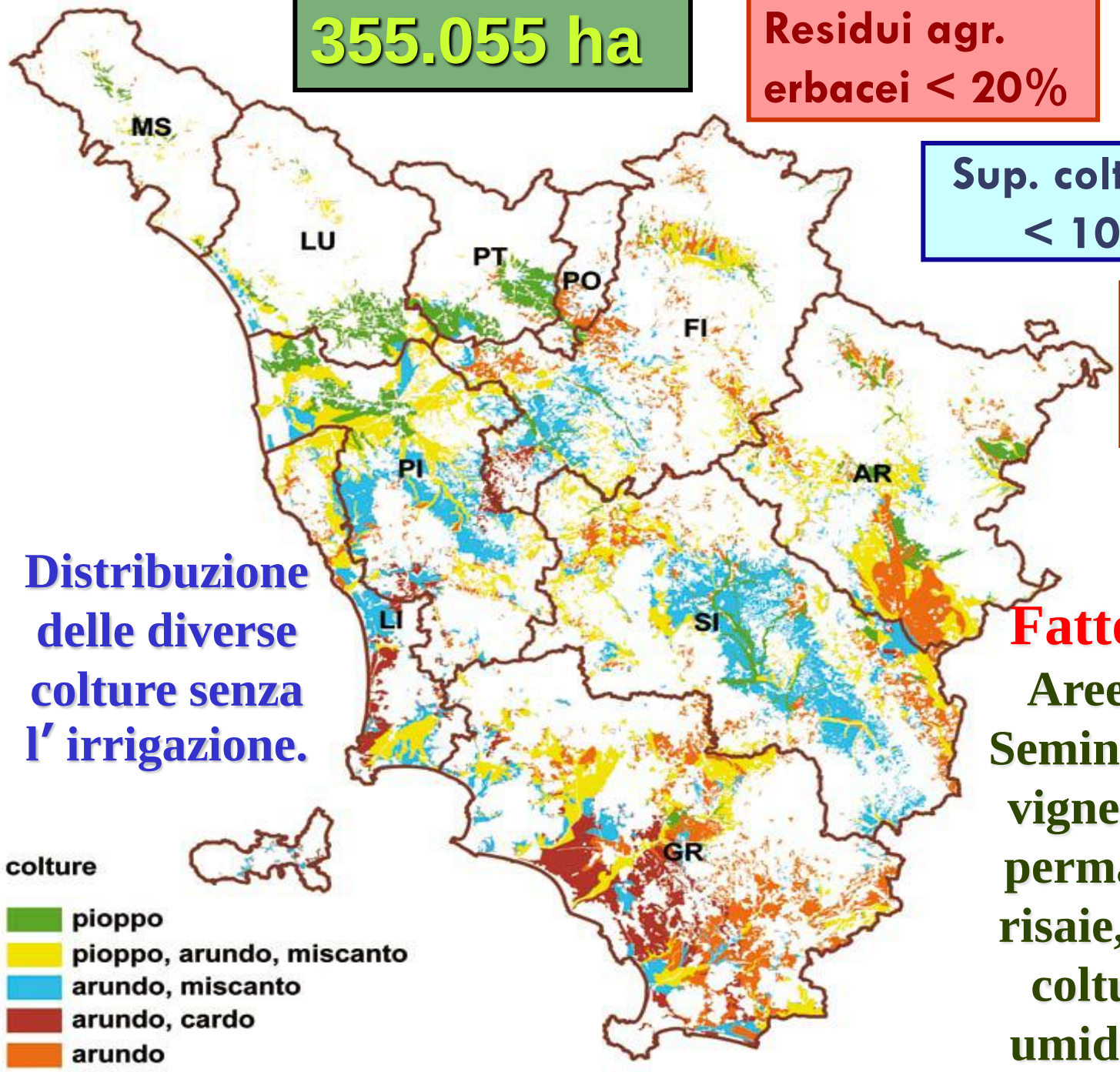
355.055 ha

Residui agr. erbacei < 20%

Residui agric. legnosi < 75%

Sup. colture dedicate < 10% di SAU

Legno / biomassa totale > 50%



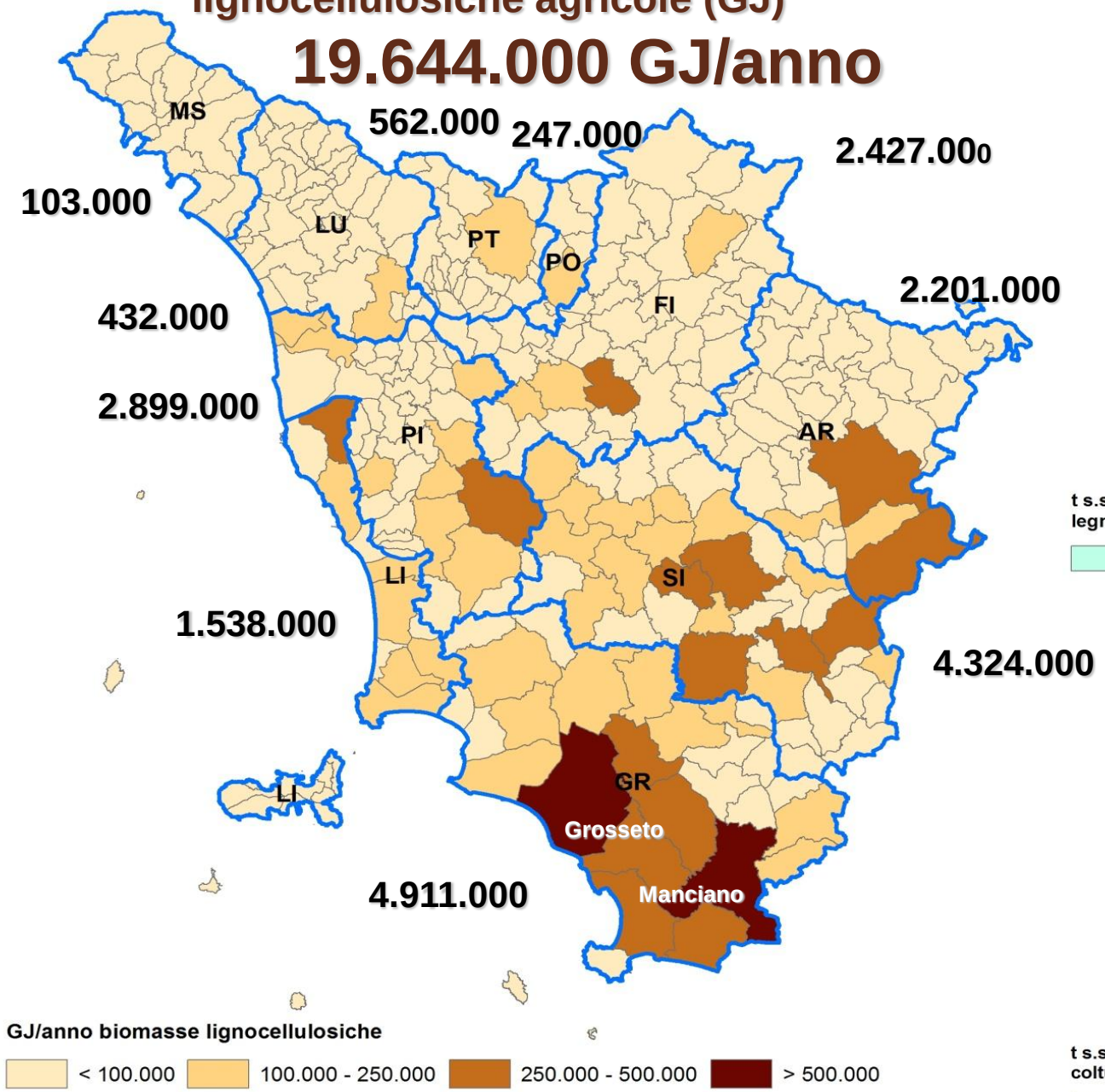
Distribuzione delle diverse colture senza l' irrigazione.

Fattori di esclusione:

Aree pendenza > 15%; Seminativi irrigui; Oliveti, vigneti, frutteti ; Colture permanenti, prati stabili, risaie, ecc.; Vivai, ortive e colture protette; Zone umide e corpi idrici, ecc.

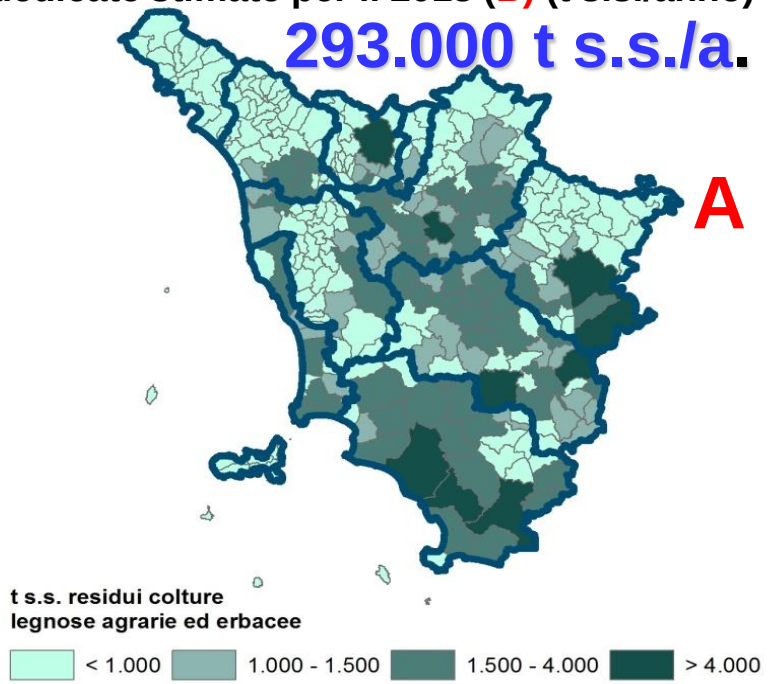
Potenziale energetico annuo dalle biomasse lignocellulosiche agricole (GJ)

19.644.000 GJ/anno

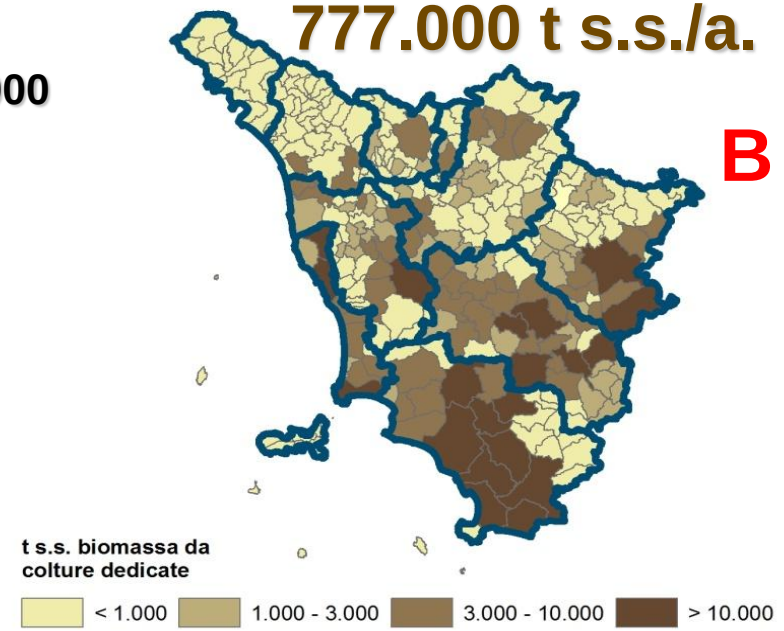


biomasse residue (A) e biomasse da colture dedicate stimate per il 2013 (B) (t s.s./anno)

293.000 t s.s./a.



777.000 t s.s./a.

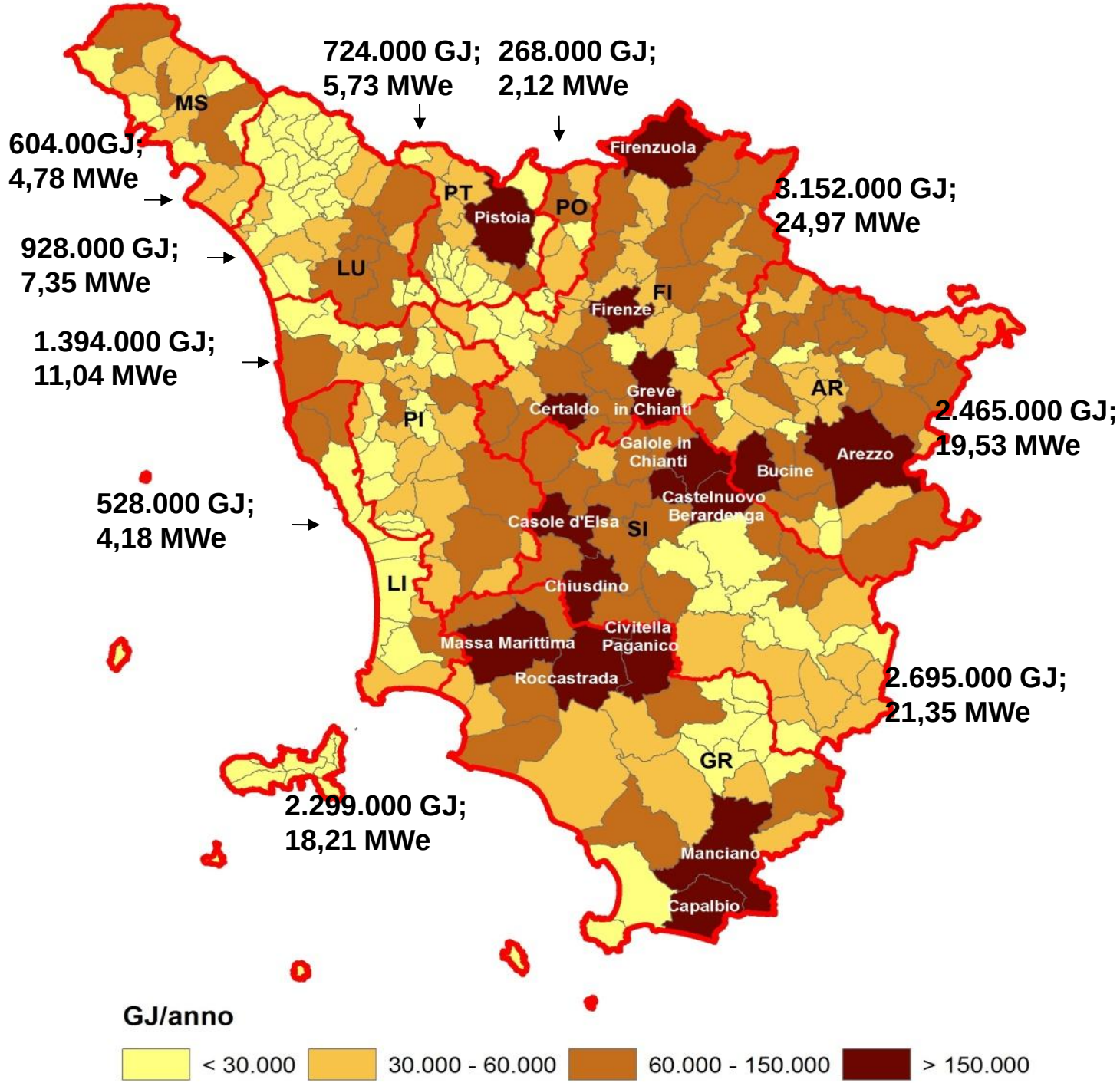


Il potenziale FORESTALE della Regione Toscana

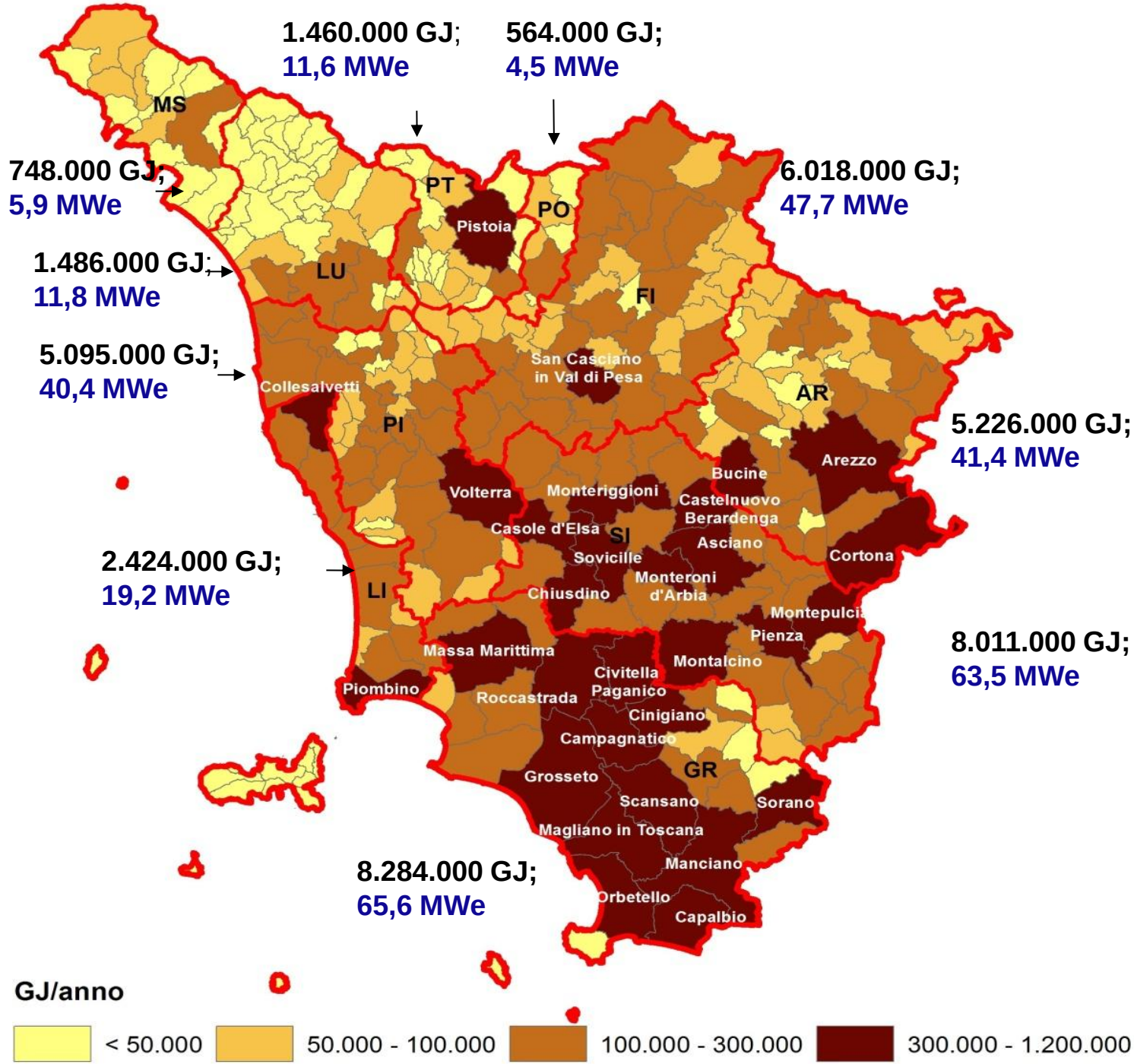
Stima CREAR

15.000.000 GJ/anno

(120 MWe)



Potenziale energetico da biomasse agroforestali in Toscana (CREAR + CRIBE – 2009)



Ca 39.000.000 GJ/anno

(310 MWe)

Variazioni 2000-2010 della SAU (ha x 000) e SAU/ sup. totale

Province	Superficie totale	SAU 2000	SAU 2010	Variazione %*	% SAU 2010/Sup.tot.
Arezzo	323,4	111,5	96,7	-13	22
Firenze	351,3	124,0	107,5	-13	38
Grosseto	448,1	206,5	188,6	-9	32
Livorno	117,2	37,3	33,4	-11	31
Lucca	177,4	29,6	24,3	-18	16
Massa-Carrara	115,5	19,7	10,3	-48	19
Pisa	244,5	108,8	95,8	-12	40
Pistoia	96,4	25,4	21,3	-16	23
Prato	36,6	10,1	7,2	-29	17
Siena	382,0	184,8	169,3	-8	47
Toscana	**2.292,4**	**857,7**	**754,3**	**-12**	**33**

* fatto 100% il dato dell'anno 2000.

Dobbiamo frenare l'abbandono…

Superficie forestale

86.560 ha

Superficie forestale utilizzabili per la raccolta di biomassa a destinazione energetica (pend. massima 30%; distanza massima dalla strada 1.500 m) = ~65.000 ha

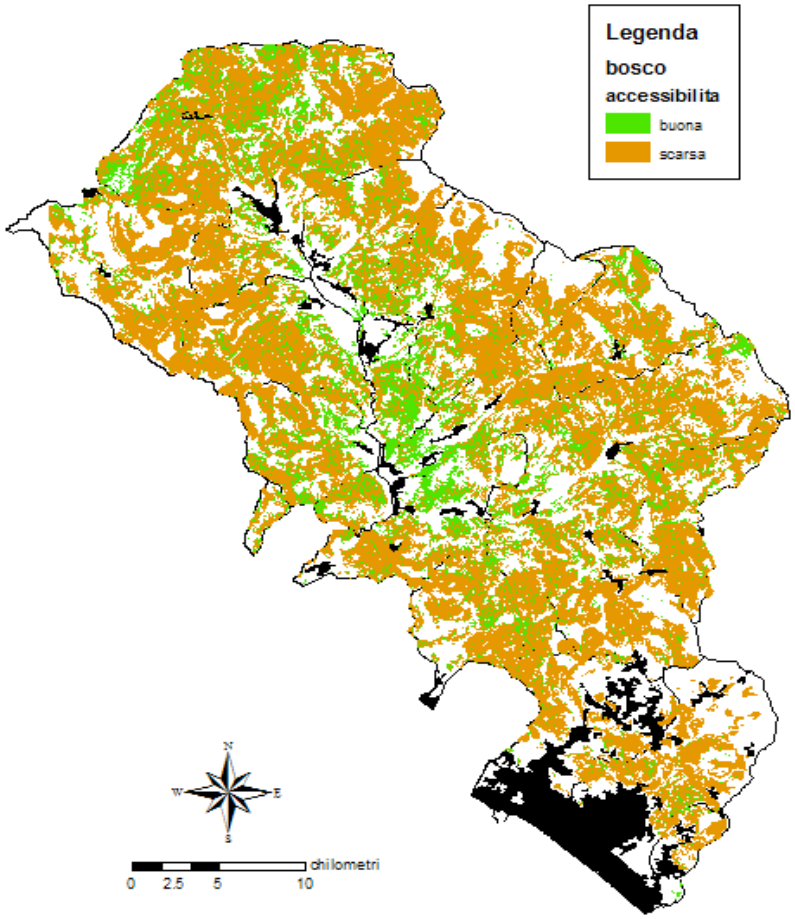
Residui forestali utilizzabili a fini energetici

~ 50.000 t s.s./anno

Comparto forestale

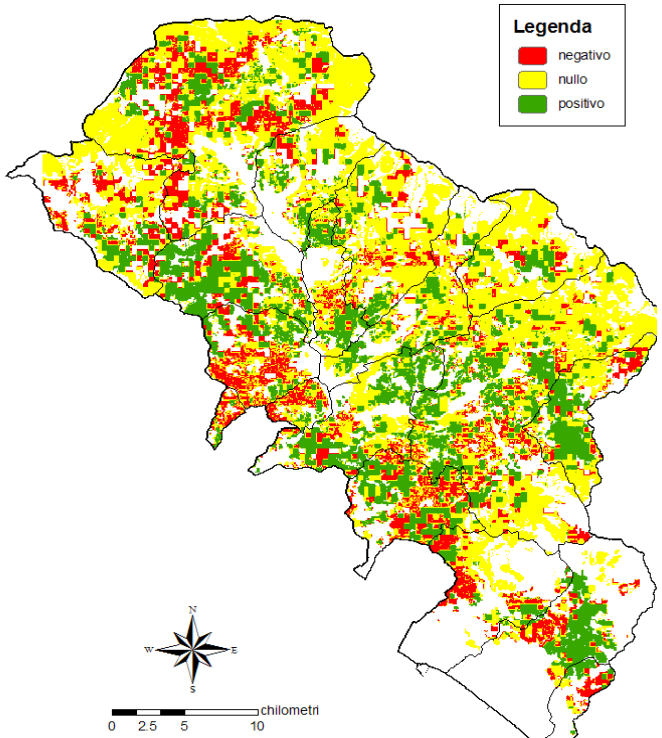
Analisi Gis

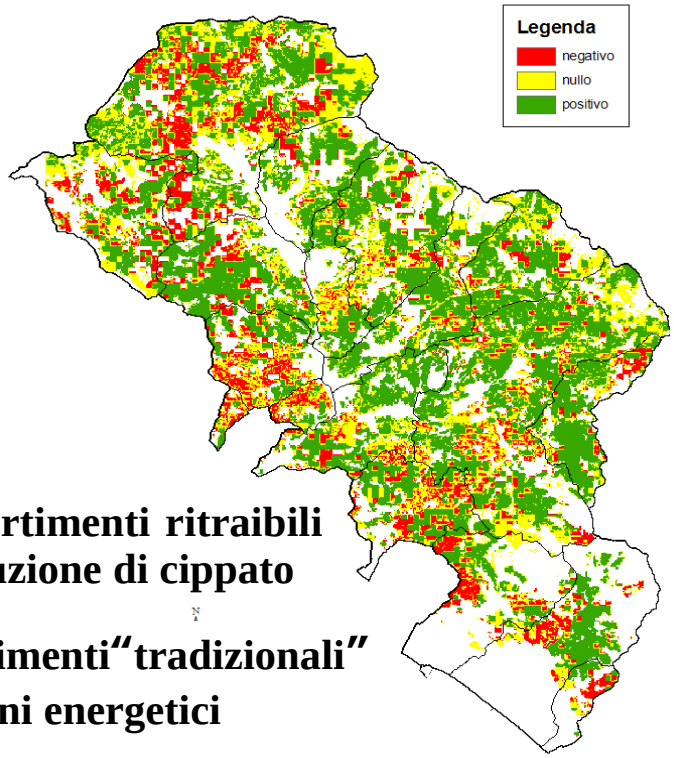
Superfici forestali

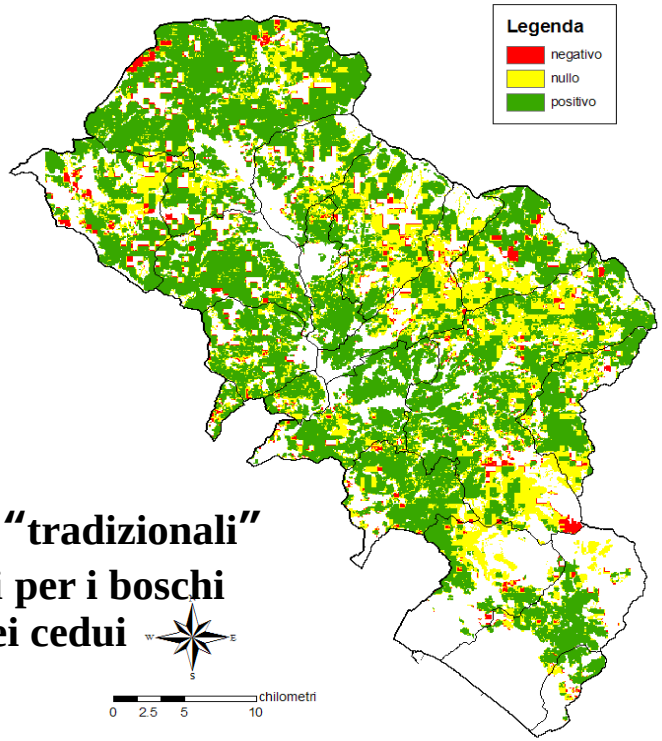


Comune	superfici boscate in ettari		sup. tot.
	access. Buona	access. Scarsa	(ha)
AULLA	1140.6	1987.7	3128.3
BAGNONE	950.7	3678.9	4629.6
CARRARA	145.0	1871.7	2016.7
CASOLA IN LUNIGIANA	436.5	2563.5	3000.0
COMANO	460.1	2878.4	3338.5
FILATTIERA	598.9	1938.2	2537.0
FIVIZZANO	1989.8	8818.0	10807.7
FOSDINOVO	508.9	2635.9	3144.8
LICCIANA NARDI	674.0	2289.9	2963.9
MASSA	150.2	2151.4	2301.6
MONTIGNOSO	35.4	414.8	450.2
MULAZZO	711.8	3329.2	4041.0
PODENZANA	345.1	680.8	1025.9
PONTREMOLI	2963.1	10272.6	13235.6
TRESANA	744.2	2079.6	2823.8
VILLAFRANCA IN LUNIGIANA	833.5	716.1	1549.6
ZERI	441.8	3560.6	4002.4
Totale	13129.6	51867.2	64996.8

Valore di macchiatico







S1 - utilizzazioni forestali con assortimenti ritraibili "tradizionali" ovvero senza la produzione di cippato

S2 - utilizzazioni forestali con assortimenti "tradizionali" associati alla produzione di cippato a fini energetici

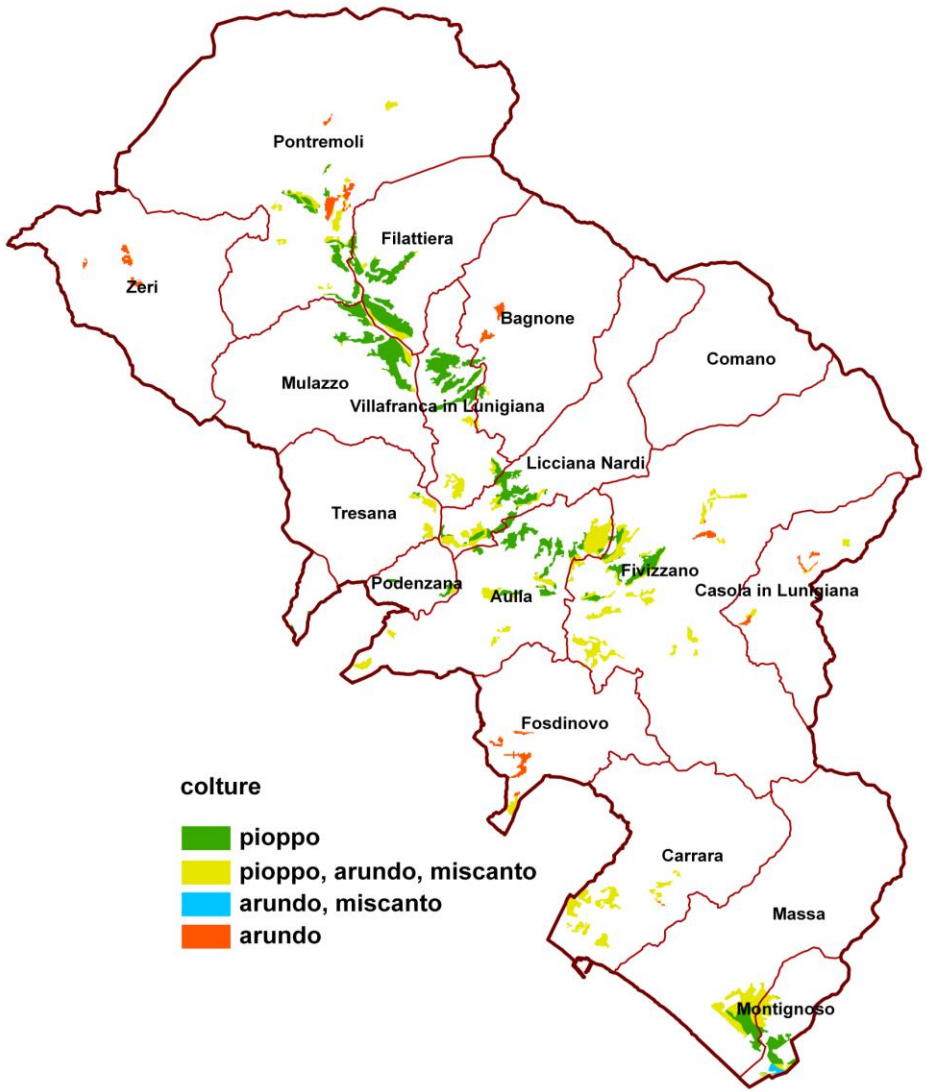
S3 - utilizzazioni forestali con assortimenti ritraibili "tradizionali" associati alla produzione di cippato a fini energetici per i boschi governati a fustaia e cippatura dell'intera pianta nei cedui

Seminativi non irrigui = 4.803 ha

Superficie colture dedicate
(10% della S.A.U.) = 408 ha

Produzione potenziale delle colture da biomassa a destinazione energetica ~ 10.350 t s.s./anno

Biomassa da residui:
- Colture erbacee annuali (sfruttamen massimo 75%)
- Colture legnose agrarie (sfruttament massimo 20%)
~ 3.300 t s.s./anno



Comparto agricolo

Le colture dedicate utilizzate come:

?

Fitodepurazione e/o fitorimedio

Rifugio per la fauna

Assorbimento CO_2

Conservazione biodiversità

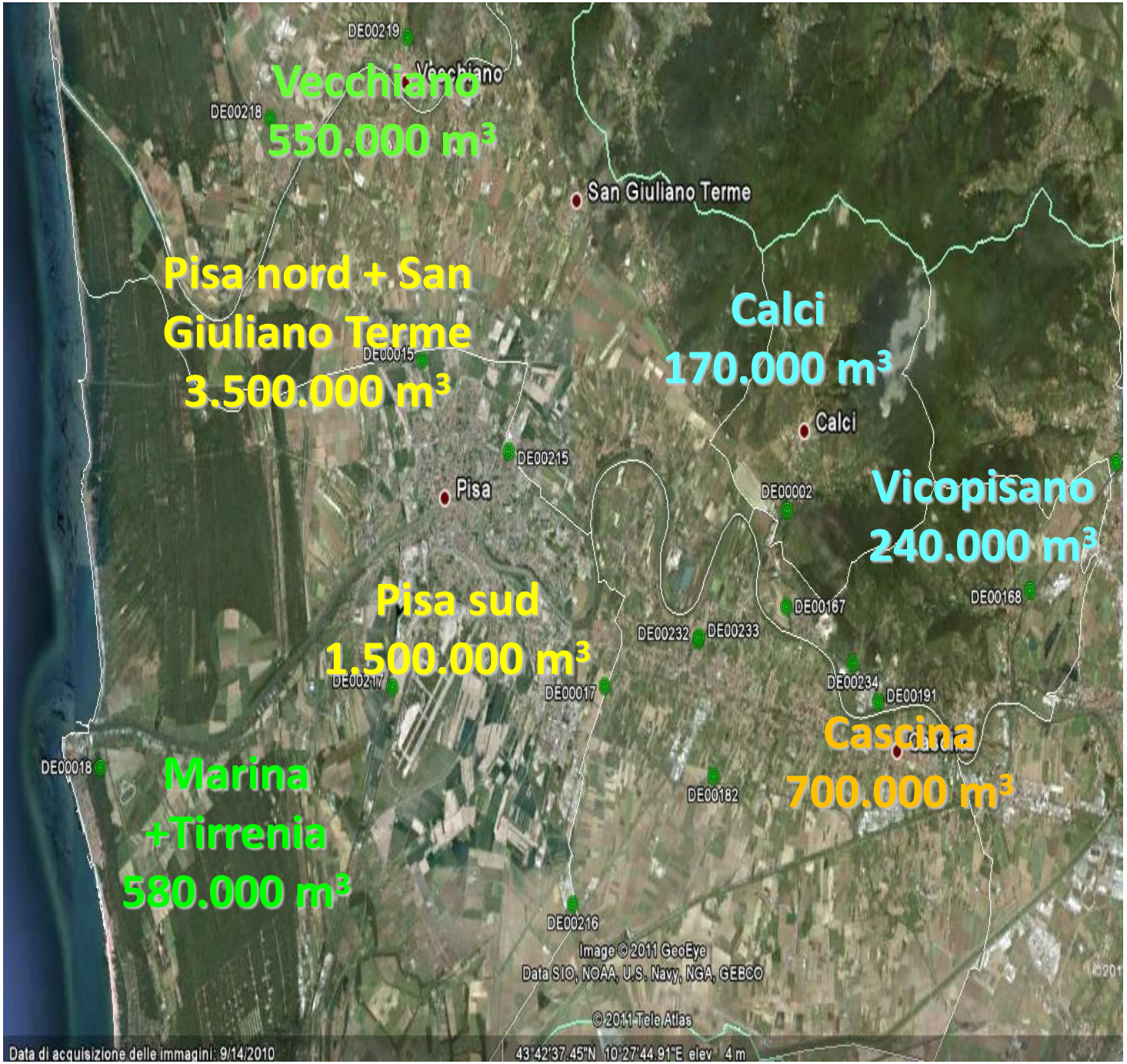
Miglioramento paesaggio

Funzione ambientale

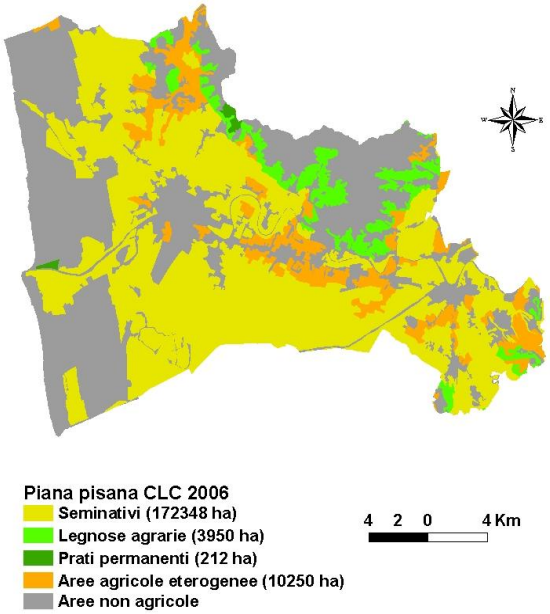
Produzione biomassa

Barriere verdi (frangivento - difesa fonoassorbenti – ecc)

COLTURE DEDICATE



Uso agricolo del suolo



Totale stagione irrigua = 7.300.000 m³

Grazie per l'attenzione!

CRIBE Centro Interuniversitario di Ricerca sulle Biomasse da Energia

Scuola Superiore Sant'Anna
LAND LAB
AGRICOLTURA AMBIENTE TERRITORIO

Prof. Enrico Bonari
bonari@sssup.it
Tel: 050-883317