

FORLENER'11

FORESTA_LEGNO_ENERGIA



LA PRINCIPALE FIERA ITALIANA
DELLA FILIERA FORESTA_LEGNO_ENERGIA

6° EDIZIONE BIENNALE
BIELLA FIERE - GAGLIANICO (BI)
23-25 SETTEMBRE 2011



Convegno:
**LA PRODUZIONE DI BIOMASSE
LIGNOCELLULOSICHE
PER LA FILIERA BIO-ENERGETICA**



Analisi di una microfiliera per la produzione di energia termica da biomasse lignocellulosiche

Gianni Facciotto, Sara Bergante, Coaloa Domenico,
Nervo Giuseppe, Suardi Alessandro

23 settembre 2011 - BIELLAFIERE
Sala Convegni - padiglione A

La filiera bioenergetica CRA-PLF



Unità di ricerca per le Produzioni Legnose Fuori foresta (PLF)
Casale Monferrato

Edifici riscaldati



Uffici e foresteria: 1500 m³
Serra: 2000 m³

Caldaia



- Binder mod TSRF 200 kW
- Sistema a controllo elettronico
- Accumulatore di acqua calda da 5 m³
- Griglia mobile con alimentazione idraulica

- Camera di combustione rivestita con mattoni refrattari
- Coclea per trasporto cippato ed evacuazione ceneri.



Silos e camino



Silos: Capacità 40 m³

Caratteristiche del cippato:

- umidità max 35%
- Contenuto in ceneri > 1%

- La cenere volatile e quella della griglia vengono trasportate automaticamente in un contenitore a parte

Camino

- Le emissioni risultano inferiori ai limiti fissati dalla legge.

Colture dedicate in azienda



SRC di pioppo e salice

Operazioni colturali

	anni								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Impianto</i>									
Aratura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Erpicatura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fertilizzazione	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Messa a dimora	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Diserbo chimico	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Controllo infestanti post impianto</i>									
Discatura	4	1	2	1	1	1	1	1	1
Diserbo chimico	1	-	1	-	-	-	-	1	-
<i>Controllo avversità</i>									
Crysomela populi	1	-	2	-	1	-	-	-	-
Iphantrhia americana	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chryptorrhinchus lapathy	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fertilizzazione in copertura	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigazione (aspersione)	1	4	3	1	1	-	-	-	-
Raccolta	-	1	-	1	-	-	1	-	1
Ripristino del terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SRC di Robinia

Operazioni colturali

	anni								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Impianto</i>									
Aratura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Erpicatura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fertilizzazione	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Messa a dimora	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Diserbo chimico	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Controllo infestanti post impianto</i>									
Discatura	4	1	2	1	1	1	1	1	1
Diserbo chimico	-	-	1	-	-	-	-	1	-
Fertilizzazione in copertura	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigazione (aspersione)	-	2	1	1	1	-	-	-	-
Raccolta	-	1	-	1	-	-	1	-	1
Ripristino del terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SRC di Olmo siberiano

Operazioni colturali

	anni								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Impianto</i>									
Aratura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Erpicatura	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Fertilizzazione	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Messa a dimora	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Diserbo chimico	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Controllo infestanti post impianto</i>									
Discatura	2	1	2	-	2	-	-	1	-
Diserbo chimico	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Fertilizzazione in copertura	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigazione (aspersione)	1	4	3	1	1	2	1	1	2
Raccolta	-	1	-	1	-	-	1	-	1
Ripristino del terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Produzione di cippato

Produzioni di sostanza secca dei quattro cedui a turno breve in $t \cdot ha^{-1} \cdot anno^{-1}$

Specie	Ciclo di raccolta (periodo in anni)			
	I (2a)	II (2a)	III (3a)	IV (2a)
Pioppo	6,0	9,0	10,0	7,5
Salice	6,0	16,0	14,0	14,8
Robinia	11,6	12,4	12,2	14,4
Olmo Siberiano	6,6	12,9	12,9	14,3



Il cippato alla raccolta

L'elevata umidità del cippato (w%) alla raccolta richiede un periodo (alcuni mesi) di essiccazione naturale prima dell'utilizzo in caldaia

Specie	w%
Pioppo	49,4 ÷ 59,2
Salice	45,8 ÷ 59,2
Robinia	35,9 ÷ 50,5
Olmo Siberiano	48,7 ÷ 54,0



Materiali & metodi delle analisi

- Bilancio energetico ed ambientale delle tra quattro filiere di ceduo a confronto con gas naturale e gasolio
- Metodologia LCA (Linee guida ISO 14000 and 14400)
 - software GEMIS 4.6

Aspetti ambientali considerati:

- Global warming potential (GWP) espresso in CO_2 eq.
- Acidification potential (AP) espresso in SO_2 eq.
- Tropospheric ozone precursor potential (TOPP)

Materiali & metodi

GWP

GWP è calcolato considerando il potenziale contributo all'effetto serra dei principali gas (CO_2 , CH_4 , N_2O , SF_6 , PFC, HFC) per un periodo di 100 anni in kg CO_2 eq.

Anidride carbonica CO_2	1
Metano CH_4	23
Protossido d'azoto N_2O	296
Esafluoruro di zolfo SF_6	22800
Perfluorometano CF_4	5700
Perfluoroetano C_2F_6	11900

Materiali & metodi AP - TOPP

Acidification potential (AP)
di inquinanti acidi
espresso SO₂ equivalente

Tropospheric ozone
precursor potentials
(TOPP) di inquinanti

Pollutant AP

NO _x	0.696
HF	1.601
HCl	0.878
H ₂ S	0.983
NH ₃	3.762

Pollutant TOPP

NO _x	1.220
NM VOC	1.000
CO	0.110
CH ₄	0.014

Materiali & metodi

Bilancio economico

- Confronto tra le quattro filiere di SRC e quella a gasolio.
- Dopo il quarto taglio si è supposto che la fine della coltivazione il terreno venga ripristinato per le normali colture agrarie
- Per la raccolta si è supposto l'utilizzo della stessa falciatrinciacaricatrice (modello da mais con testata modificata per alberi di piccole dimensioni) con trasporto del cippato dal campo all'area di stoccaggio presso il centro aziendale
- Le analisi finanziarie sono basate su flusso di cassa dei costi annuali (prezzi 2010; $r=0,03$).

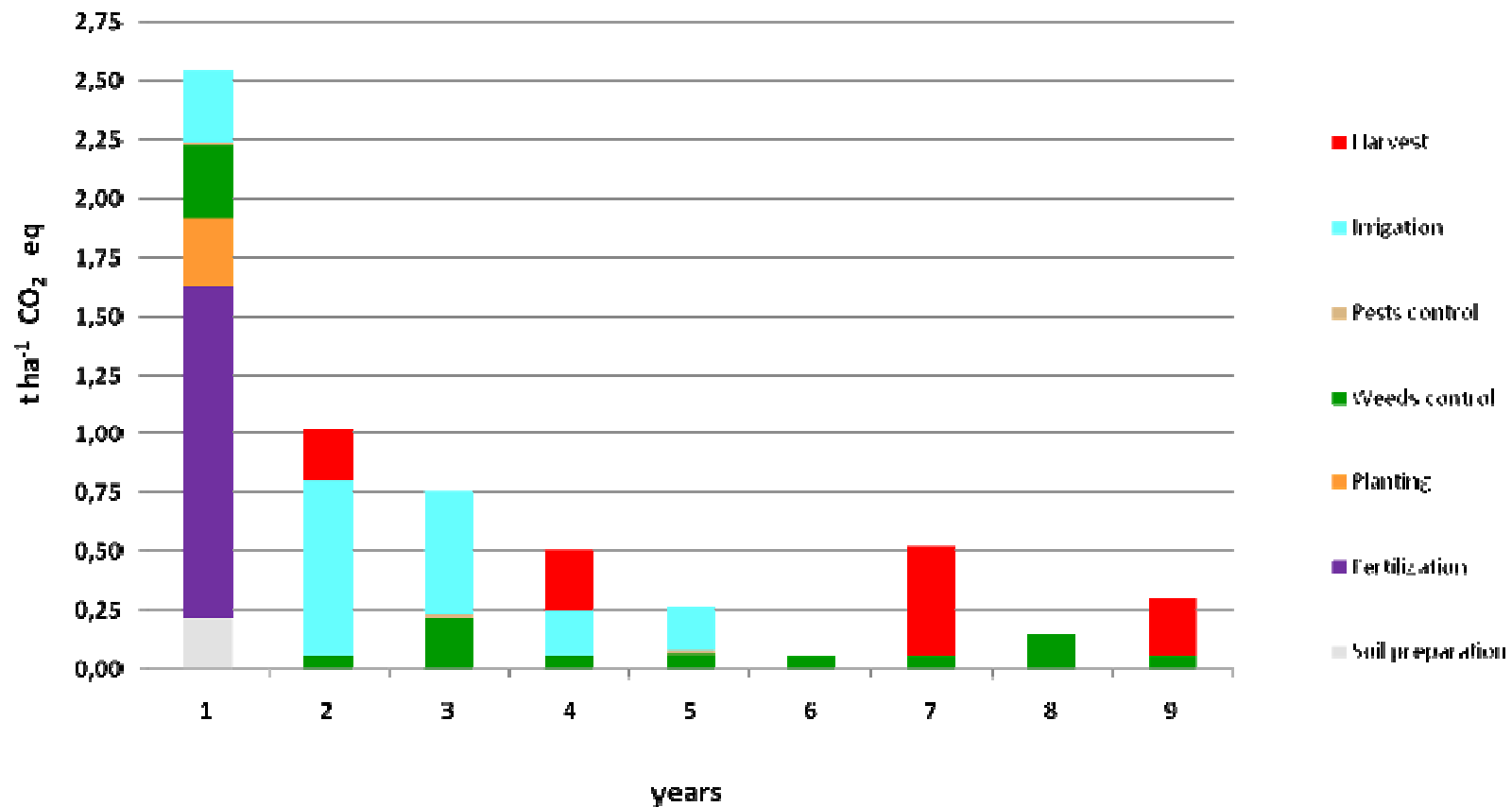
Materiali & metodi

Bilancio economico

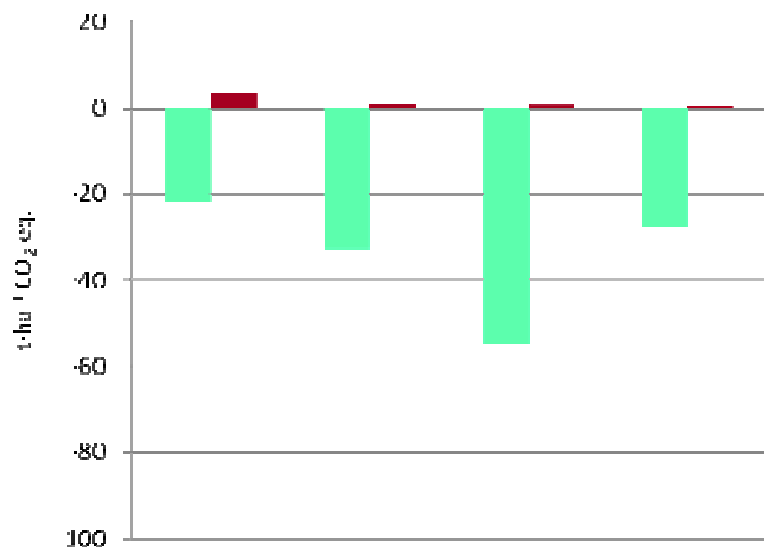
	Pioppo € ha ⁻¹	Salice € ha ⁻¹	Robinia € ha ⁻¹	Olmo sib. € ha ⁻¹
<i>Impianto</i>				
Aratura	84	84	84	84
Erpicoltura	43	43	43	43
Fertilizzazione	1.125	1.125	-	1.125
Messa a dimora	2.028	2.028	2.472	3.362
Diserbo chimico	193	193	127	127
<i>Cure post impianto</i>				
Erpiculture	50	50	53	53
Diserbo chimico	245	242	122	243
Controllo avversità	45	36	-	-
Fertilizzazione	-	-	-	-
Irrigazione (aspersione)	190	190	293	188
Raccolta	529	712	687	814
Ripristino	500	500	600	500

Pioppo & Salice SRC

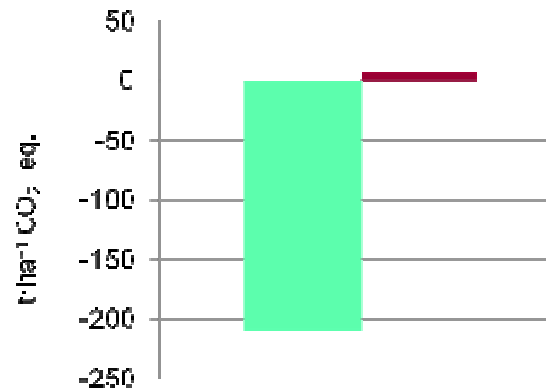
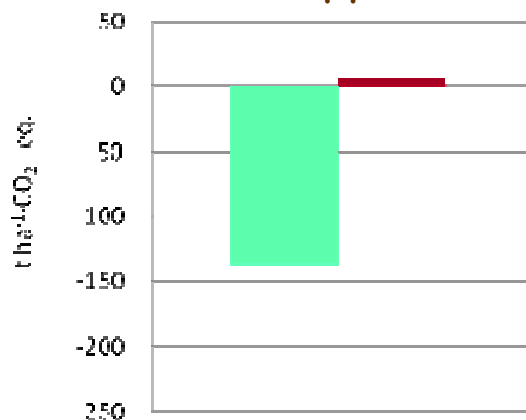
emissioni di GHG



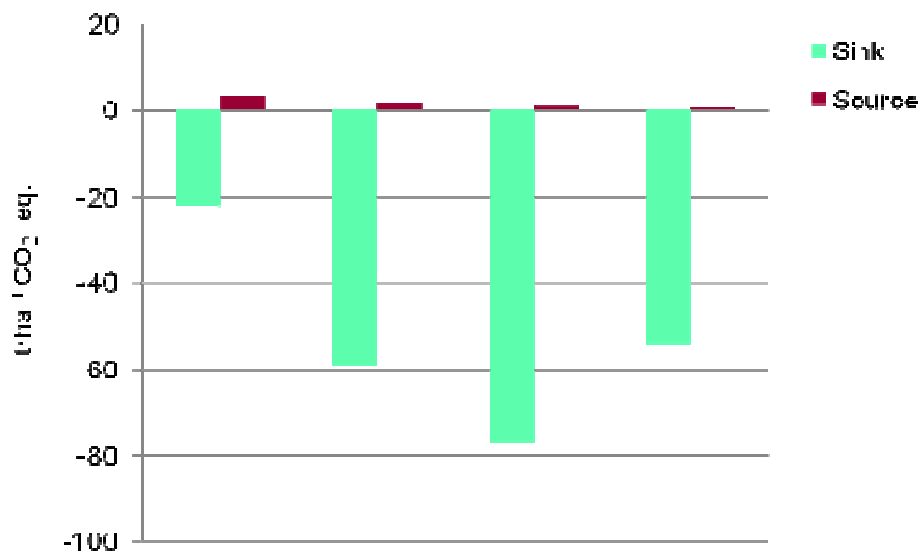
Pioppo & Salice SRC Bilancio GHG



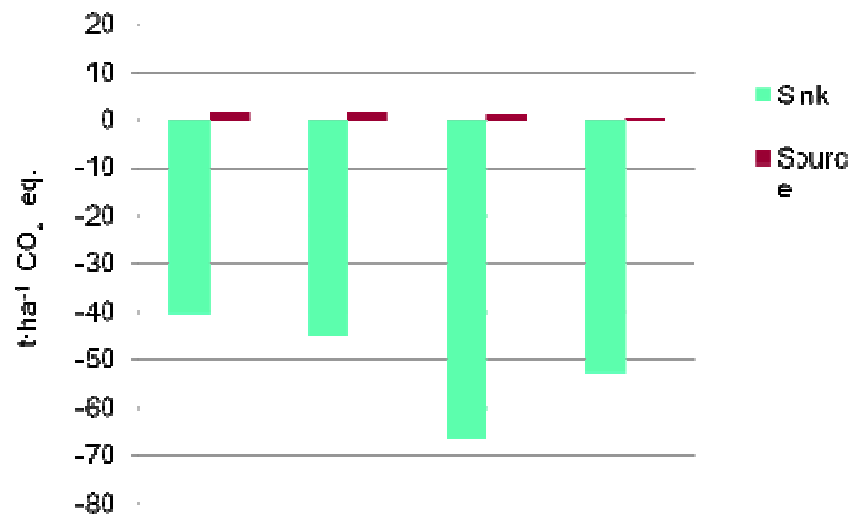
Pioppo



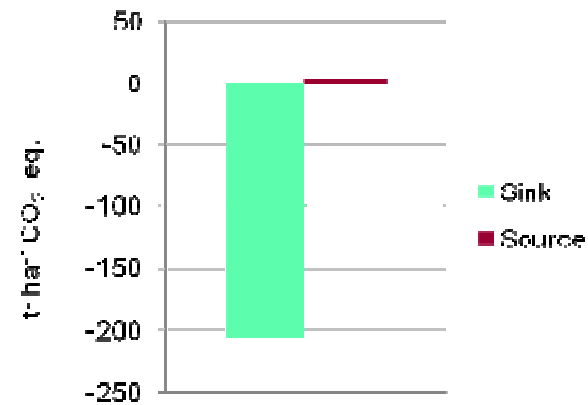
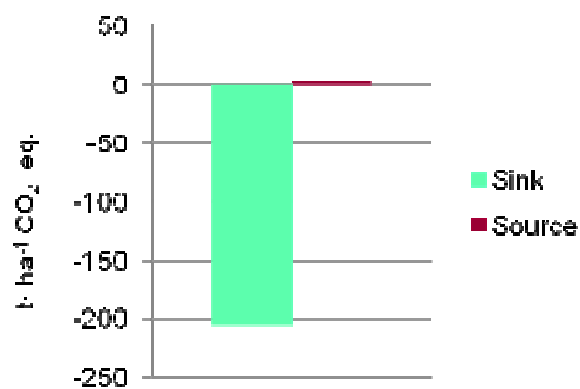
Salice



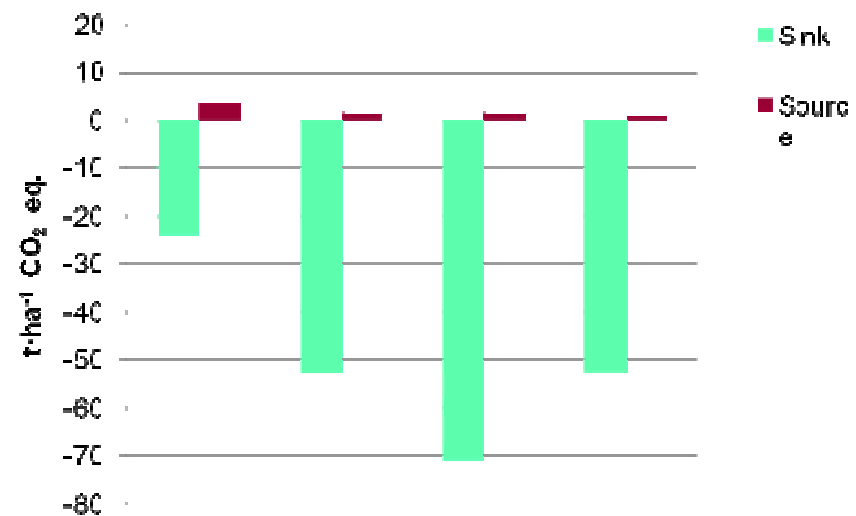
Robinia & OlmoSRC Bilancio GHG



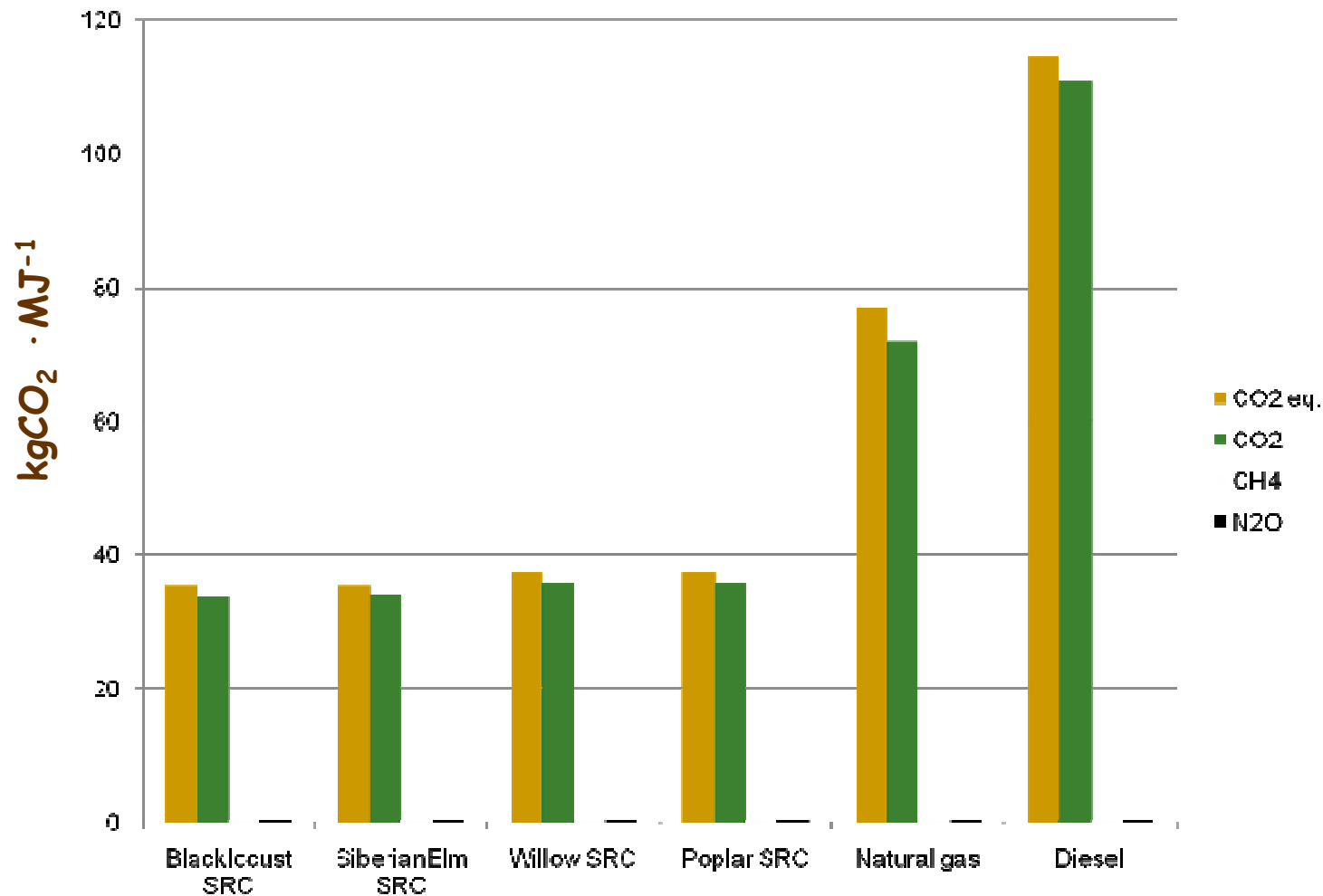
Robinia



Olmo siberiano



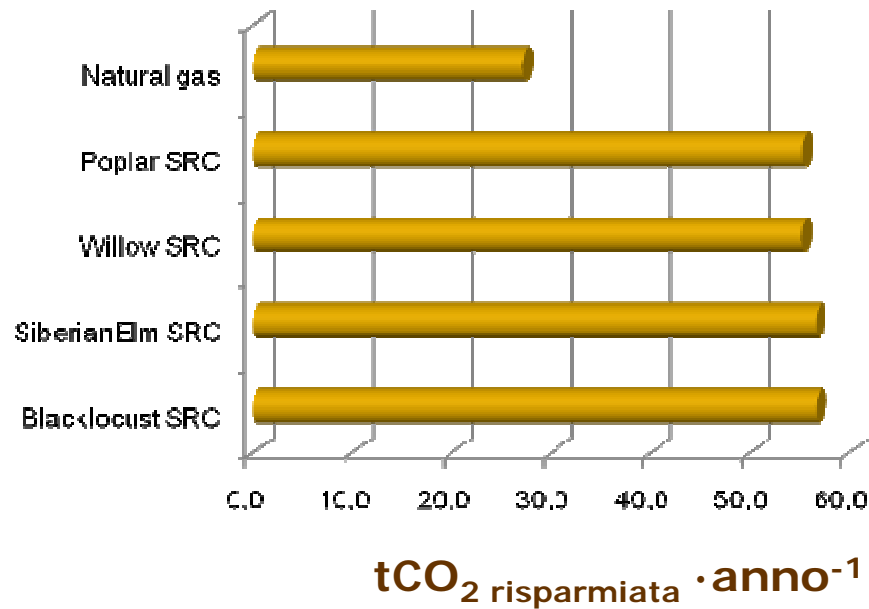
Emissioni GHG delle filiere



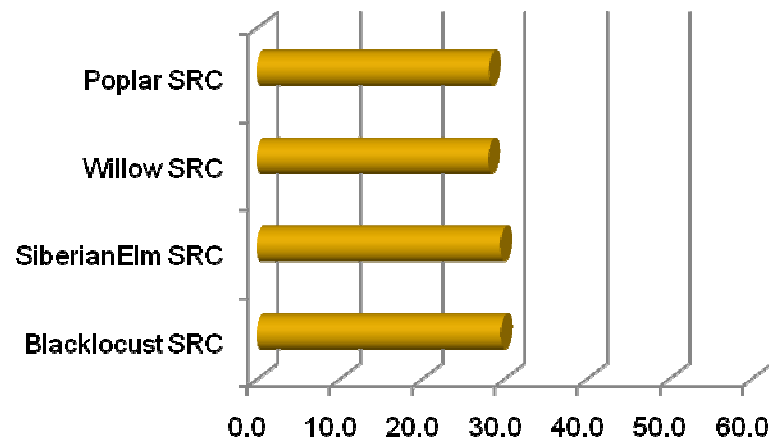
CO₂ e N₂O sono imputabili alle operazioni colturali (45%)



GHG bilancio delle filiere

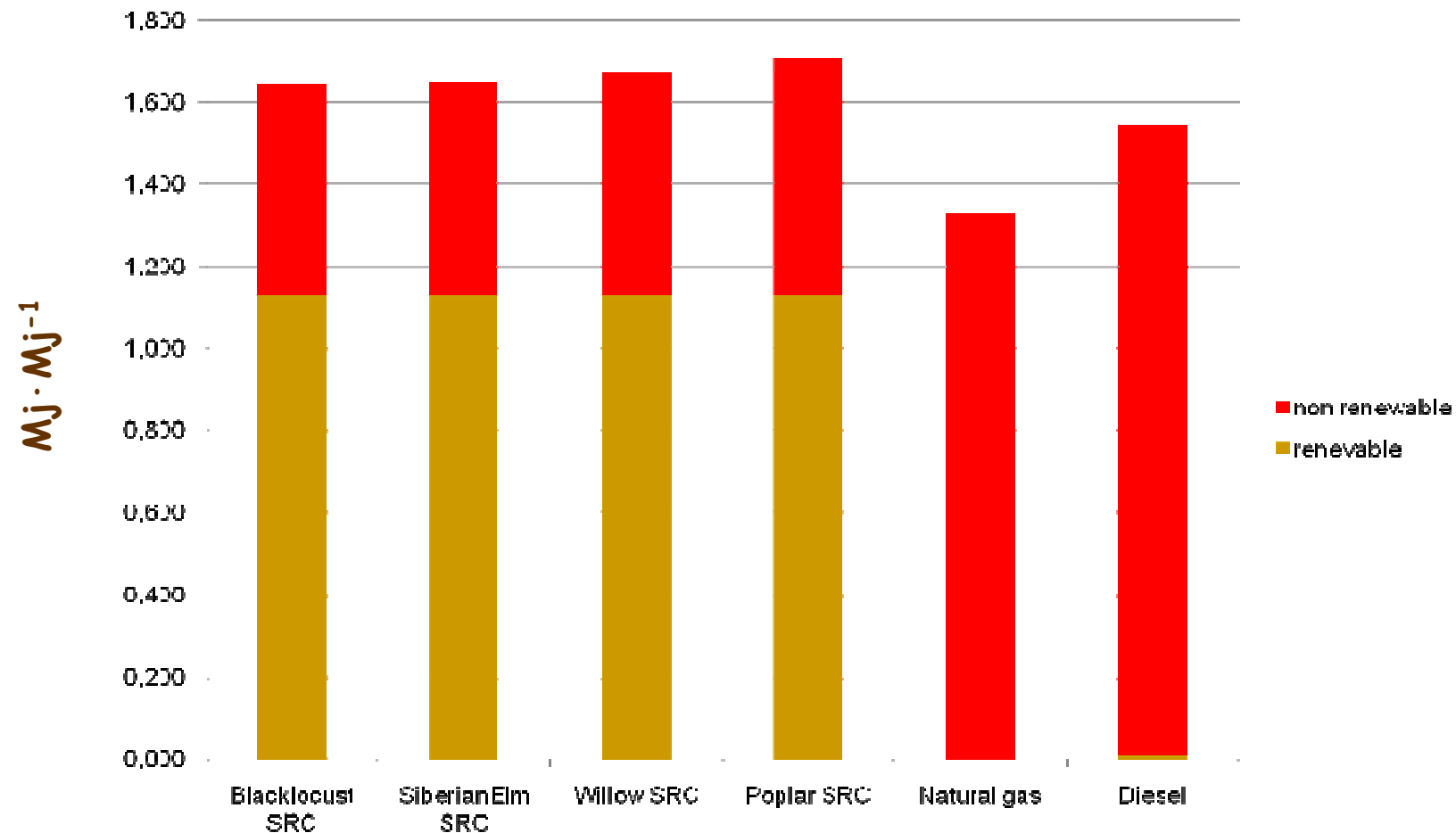


Cippato e gas naturale vs Gasolio



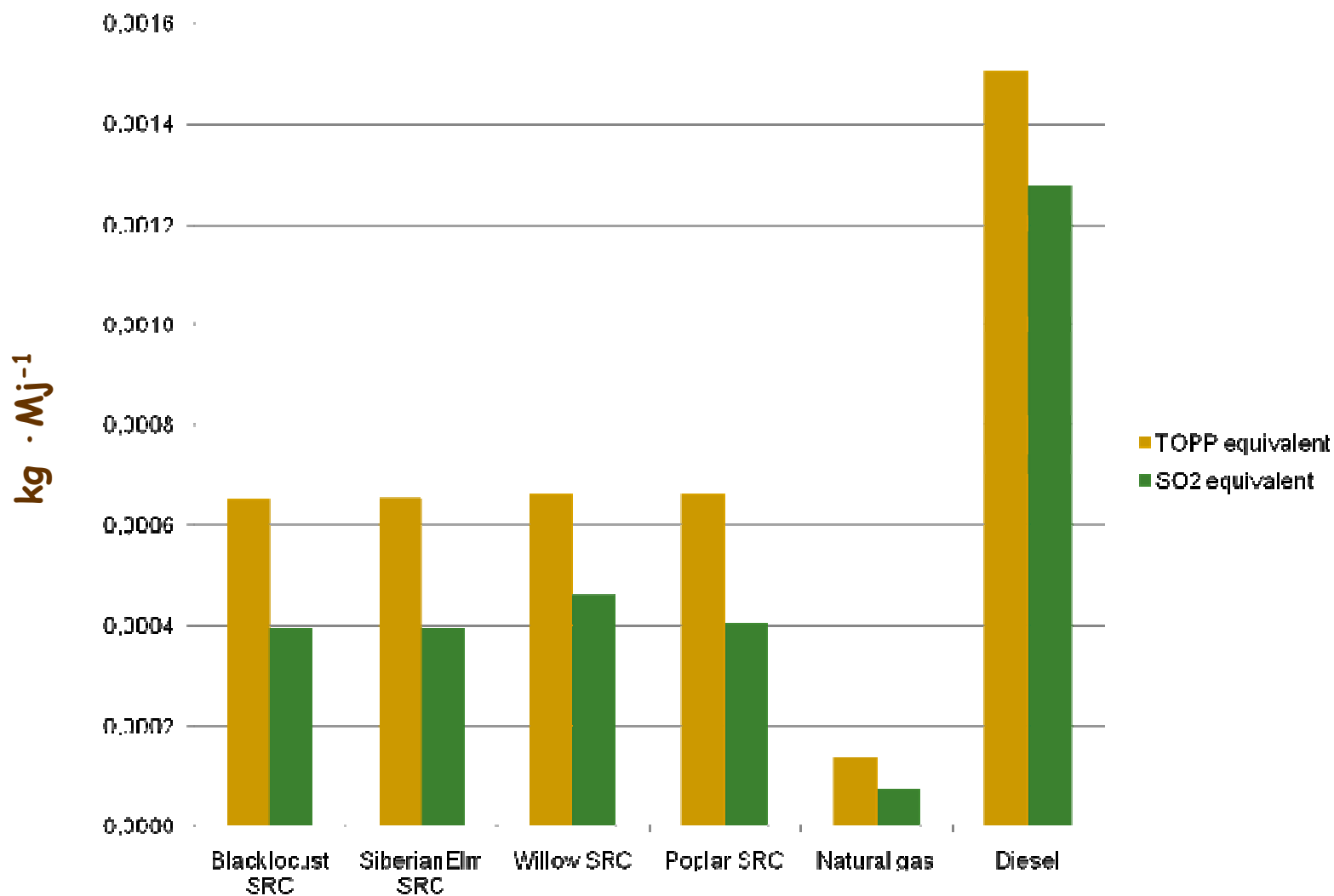
Cippato vs gas naturale

Bilancio energetico delle filiere



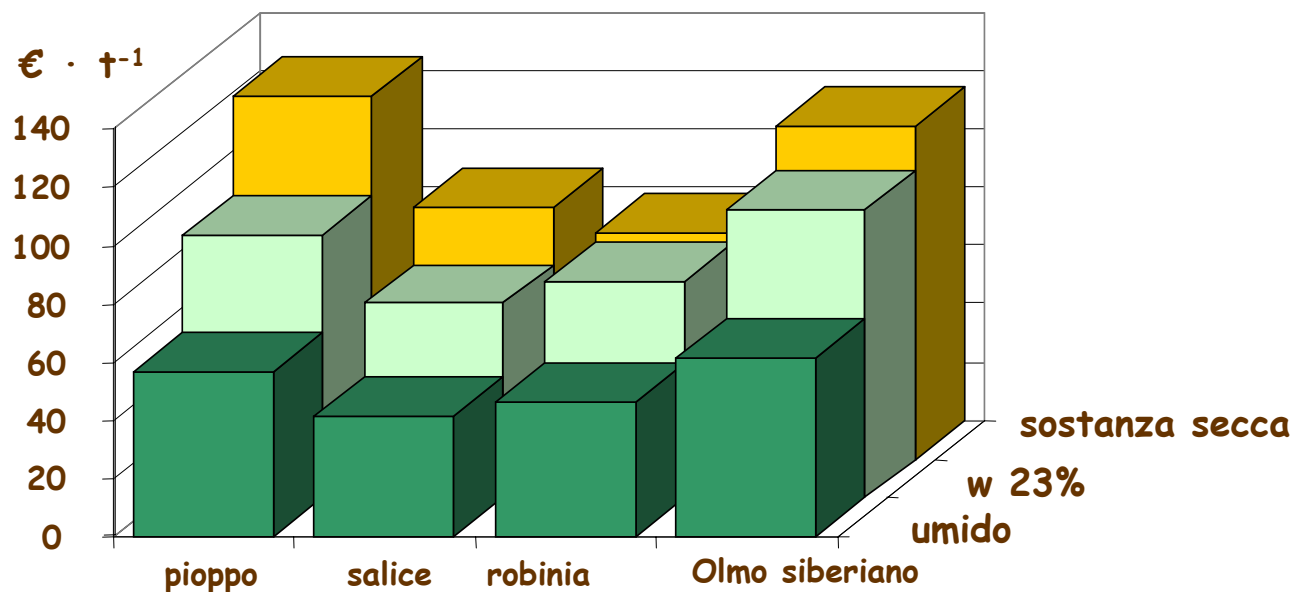
Consumi di energia (Mj) per Mj di acqua calda prodotta

Bilancio TOPP e AP delle filiere



Bilancio economico

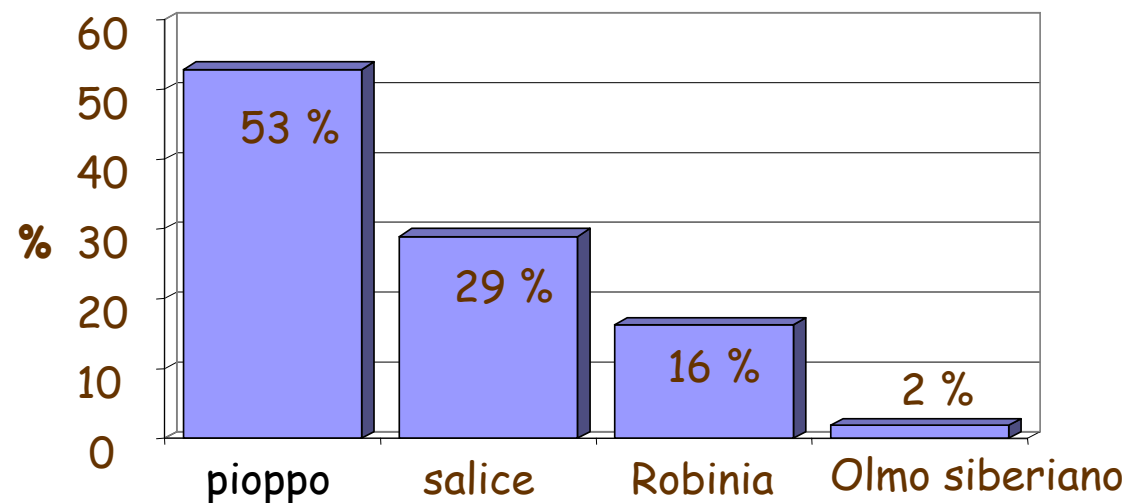
Costi SRC



	Pioppo	Salice	Robinia	Olmo sib.
Costi totali (9 anni € ha ⁻¹)	9.321,90	10.000,84	8.654,19	12.168,76
Costi medi annuali (€ ha ⁻¹ anno ⁻¹)	1.035,77	1.111,20	961,58	1.352,08
Produzione media (t ha ⁻¹ anno ⁻¹)	18,33	26,59	20,68	21,86
Umidità %	54,50	51,70	40,00	46,00
Costo medio (€ t ⁻¹)	56,49	41,79	46,50	61,85
Costo medio 23% w (€ t ⁻¹)	90,30	66,79	74,32	98,85
Costo medio s.s.(€ t ⁻¹)	124,29	86,51	77,50	114,53

Bilancio economico

Cippato

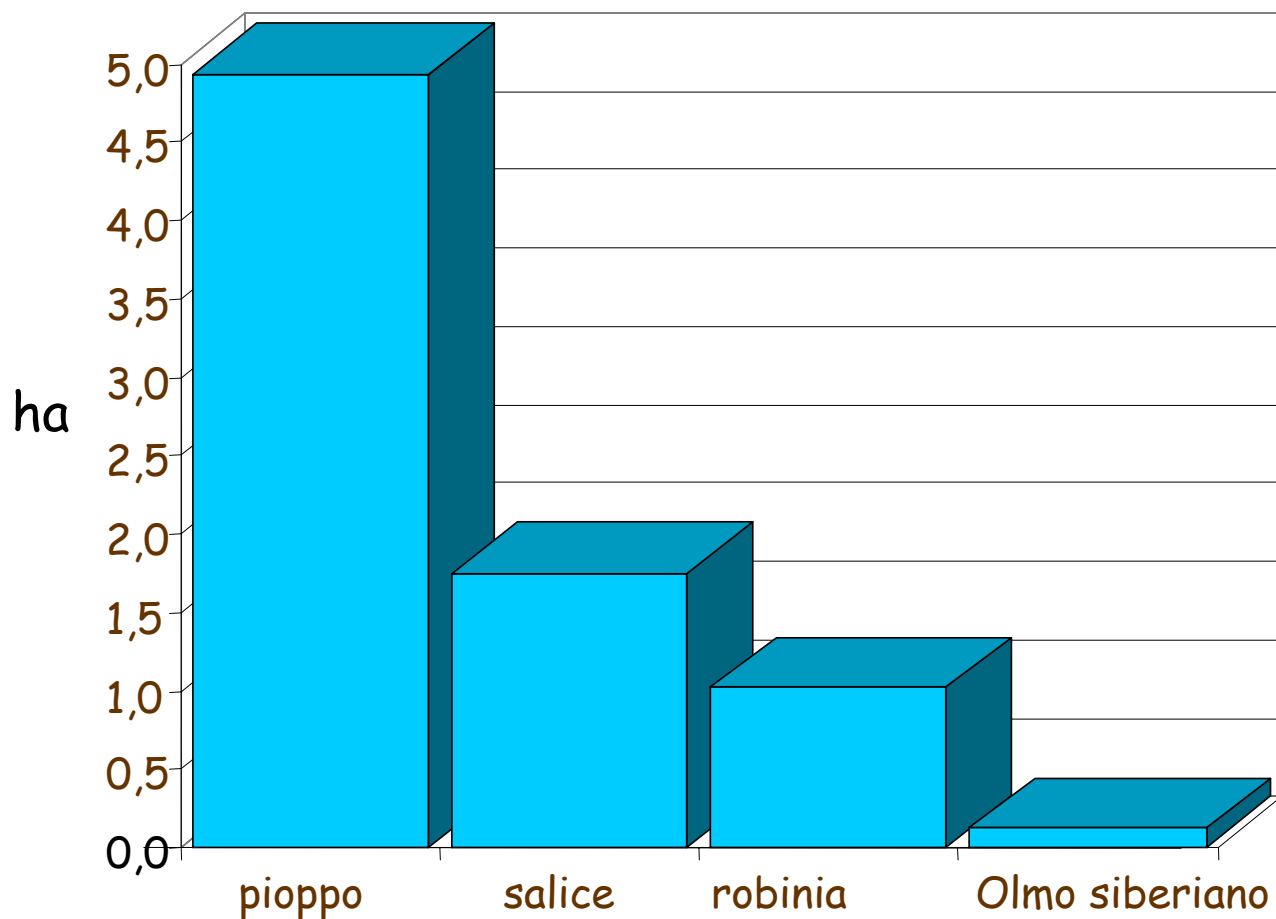


Composizione
al silos della
caldaia

Composizione cippato e costi del cippato alla raccolta, al silos della caldaia e per tonnellata di sostanza secca

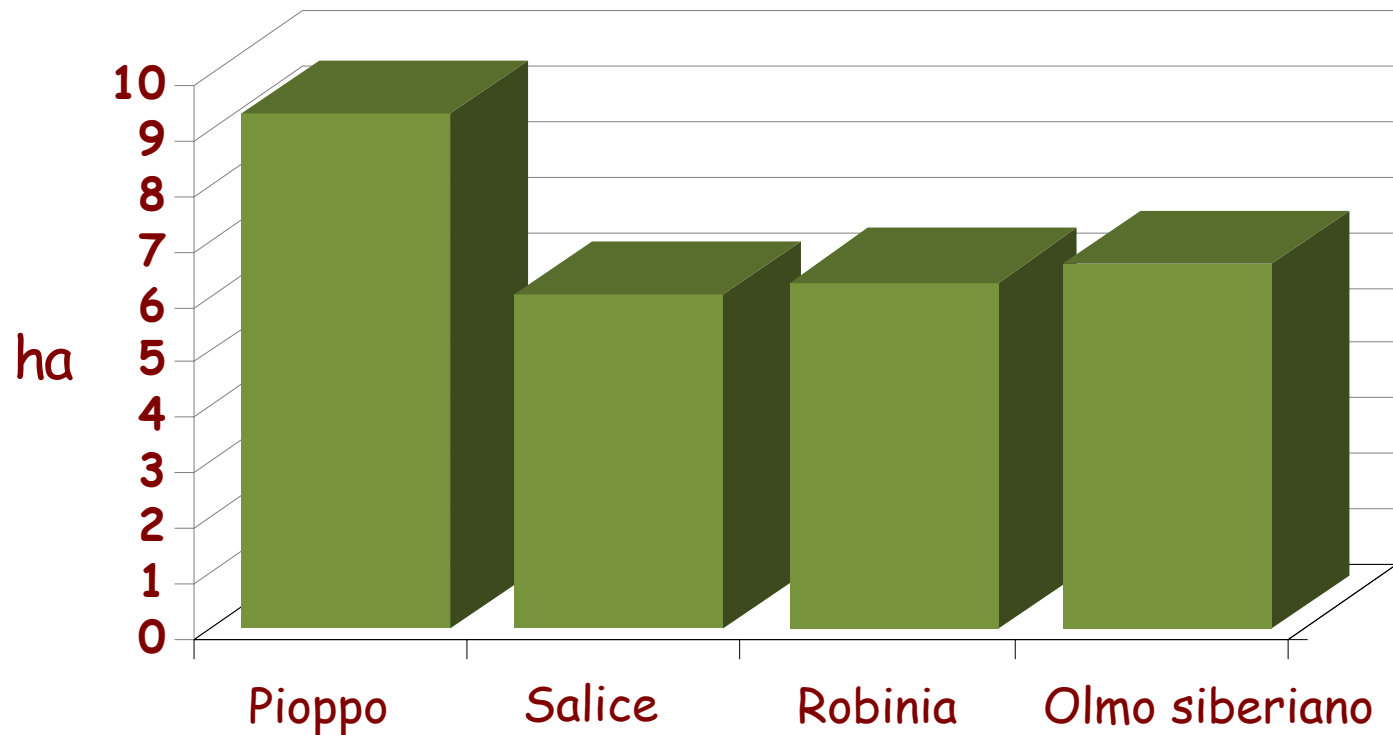
Specie	%	Chips alla raccolta		alla caldaia		anidri	
		t	€ t ⁻¹	t	€ t ⁻¹	t	€ t ⁻¹
Pioppo	52,96	85,15	56,49	53,27	90,30	41,15	124,29
Salice	28,91	46,49	41,79	29,09	66,79	22,47	86,51
Robinia	16,28	26,17	46,50	16,37	74,32	12,65	77,50
Olmo siberiano	1,85	2,98	61,85	1,86	98,85	1,44	114,53
Totale	100,00	160,78	51,02	100,59	81,54	77,70	105,57

Superficie di SRC raccolta (2009)



Superficie di SRC necessaria per alimentare la caldaia

Secondo la reale produttività delle 4 specie considerate.

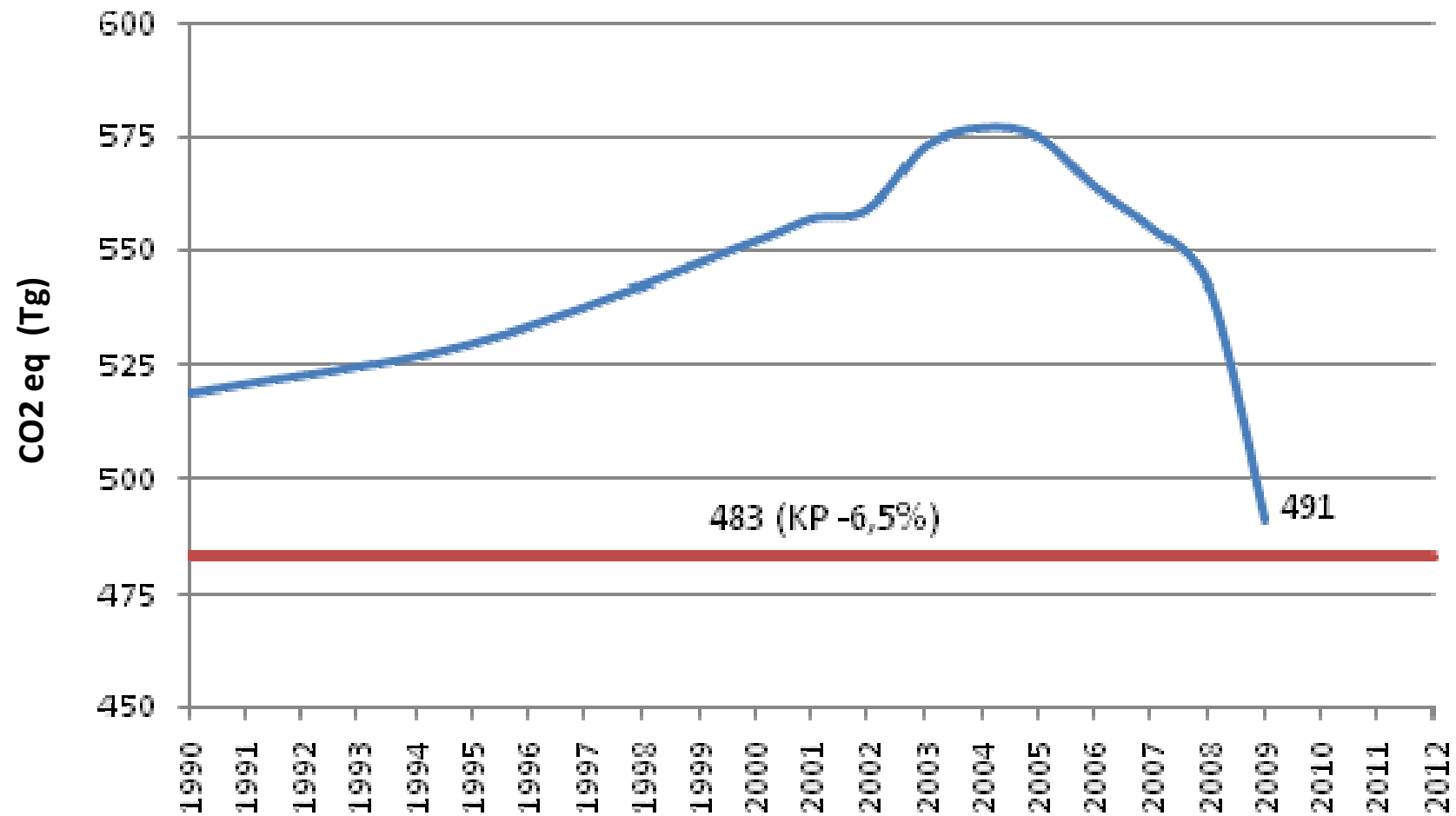


Bilancio economico

Chips vs Gasolio

	Unità	Chips	Gasolio
Volume edifici	m ³	3,500	3,500
Richiesta energetica	W m ⁻³	0.01	0.01
Utilizzazione annuale	h	4,614	4.614
Energia prodotta nell'anno	kWh y ⁻¹	198,520	198,520
	Gj y ⁻¹	714.672	714.672
Potenza impianto	kW	200	200
Efficienza media annuale	%	80.0	90.0
Potere calorifico del combustibile (LHV)	kW kg ⁻¹	3.25	11.86
	Mj kg ⁻¹	11.,7	42.696
Consumo annuale di combustibile	t anno ⁻¹	100.59	17.86
Costi di investimento	€	104,670	40,000
Costo per unità di combustibile	€ kg ⁻¹	0.082	1.50
Costo per unità di en. termica prodotta	€ kWh ⁻¹	0.041	0.135
	€ MJ ⁻¹	0.011	0.037
Costo annuale del combustibile	€	8,202.60	26,787.16
Altri costi annuale (mantenimento, ecc.)	€	8,422.00	2,743.27
Costo totale annuale	€	16,624.60	29,530.43
Costo per unità di energia prodotta	€ MWh ⁻¹	83.74	148.75
	€ Gj ⁻¹	23.26	41.32

Emissioni di CO₂ in Italia



Conclusioni

- I bilanci energetici e dei GHG sono a favore della biomassa.
- Il riscaldamento a cippato di legno è migliore di quello a gasolio o a gas per quanto riguarda gli effetti sul riscaldamento globale.
- L'analisi economica mette in luce la sostenibilità del sistema alimentato a cippato per la produzione di calore:
 - L'utilizzo di cippato di produzione propria permette di risparmiare € 65,01 per MW di energia termica prodotta (= 18,06 € per Gj).
 - Annualmente si risparmiano circa € 12.900,00 rispetto al riscaldamento a gasolio
- Sono necessari da 6 a 9 ettari a seconda delle specie per alimentare in maniera costante la caldaia

Grazie per l'attenzione



Gianni Facciotto

