

# **Disponibilità di biomassa per uso energetico ed aspetti di sostenibilità ambientale**

Marina Vitullo

*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)*

## La biomassa

La biomassa è definita come *“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”*.

La biomassa utilizzabile ai fini energetici consiste in tutti quei materiali organici che possono essere utilizzati direttamente come combustibili, oppure trasformati in combustibili solidi, liquidi o gassosi.

Le tecnologie di conversione energetica attualmente utilizzate sono riconducibili a due categorie:

### →processi termochimici

le biomasse più idonee a tale processo di conversione sono le biomasse legnose, i residui colturali di tipo lignocellulosico e gli scarti di lavorazione

### →processi biochimici

idonei a tale conversione sono i reflui zootecnici, gli scarti di lavorazione, le colture acquatiche

# La biomassa

## processi termochimici

→ combustione diretta

utilizza biomasse legnose, paglie di cereali, residui vegetali, residui agro-industriali

→ carbonizzazione

si ottiene carbone di legna e carbone vegetale

→ pirolisi

si ottengono prodotti gassosi, liquidi e solidi; la produzione di energia basata su tale tecnica presenta ancora alcuni problemi; prospettive per grandi impianti con olio da pirolisi o impianti di piccola taglia per prodotti pirolitici con motori a ciclo diesel

→ gassificazione

si ottiene un combustibile gassoso, dal potere calorifico non elevato; tecnologia presenta alcuni problemi, sia per il potere calorifico che per impurità presente nei gas ottenuti

## processi biochimici

→ digestione anaerobica ed aerobica

si ottiene un biogas, composto principalmente da  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ , da utilizzare come combustibile; impianti alimentati da deiezioni animali, frazione organici degli RSU

→ digestione aerobica

metabolizzazione della sostanza organica ad opera di batteri; si produce calore

→ fermentazione alcolica

si produce etanolo e derivati

→ estrazione oli vegetali e produzione di biodiesel

da colture dedicate si ottengono oli vegetali combustibili da utilizzare tal quali o dopo esterificazione

## Disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici

Diverse sono provenienze di biomassa potenzialmente utilizzabile a fini energetici; una stima, per l'Italia, della disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici è stata sottoposta, nel 2008, alla Conferenza sull'economia e le statistiche forestali dell'UNECE - FAO.

Le principali provenienze di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici:

- utilizzazioni forestali: il dato ufficiale, ISTAT, è sottostimato;
- filari (rami, cimoli, ecc.) e boschetti (rami, cimoli, ecc.);
- potature ed altri scarti
- ceppaie
- arboricoltura
- colture agrarie legnose (sarmenti, rami, frasche)
- short rotation forestry
- scarti legnosi industriali
- rifiuti legnosi ed imballaggi a base di legno
- import di legna, chippato, carbone vegetale e di scarti e rifiuti legnosi

## Disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici

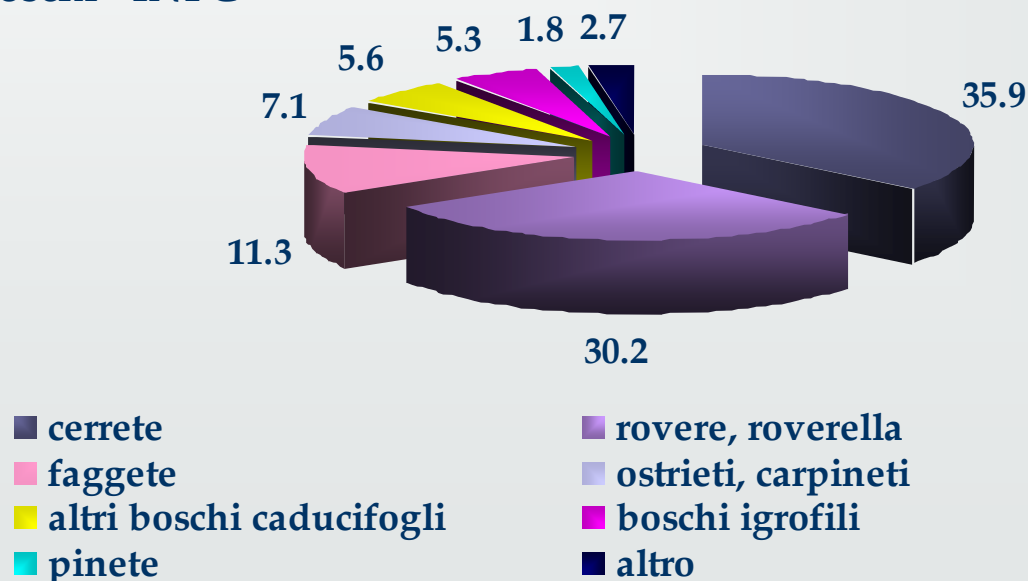
Origine biomassa	stima	unità di misura	<i>t</i>	<i>tep</i>
Utilizzazioni	5,600,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	4,210,526	1,263,158
Stima prelievi non dichiarati	1,960,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	1,473,684	442,105
Filari (rami, cimoli, ecc.)	459,809	<i>t</i>	459,809	137,943
Boschetti (rami, cimoli, ecc.)	67,150	<i>m</i> <sup>3</sup>	50,489	15,147
Potature ed altri scarti	420,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	315,789	94,737
Ceppaie	190,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	142,857	42,857
Arboricoltura	1,594,040	<i>t</i>	1,594,040	478,212
Colture agrarie legnose (sarmenti, rami, frasche, ecc.)	11,800,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	8,872,180	1,570,812
Short rotation forestry	93,500	<i>t</i>	93,500	28,050
Scarti legnosi industriali	8,688,634	<i>t</i>	8,688,634	2,606,590
Rifiuti legnosi ed imballaggi a base di legno	643,482	<i>t</i>	643,482	193,045
Import di legna per usi energetici	1,099,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	826,316	247,895
Import di scarti e rifiuti legnosi	1,301,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	978,195	293,459
Import di cippato	1,794,000	<i>m</i> <sup>3</sup>	1,348,872	404,662
Import di carbone vegetale	64,000	<i>t</i>	64,000	19,200

## Le foreste in Molise

Il Molise ha una copertura forestale di 148,641 ha, pari al 33.5% del territorio regionale (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio, 2006).

Bosco	Altre terre boscate	Superficie forestale totale	Superficie territoriale
<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>	<i>ha</i>
132,562	16,079	148,641	443,765

Boschi - INFC



# L'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera

L'ISPRA (ex APAT) è responsabile della compilazione dell'Inventario Nazionale delle emissioni dei gas serra, secondo la *Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici* (UNFCCC) e del reporting per il Protocollo di Kyoto, destinato a concorrere alla verifica della compliance per l'Italia durante il primo periodo di impegno.

L'inventario consiste in una quantificazione annuale (stima) a livello nazionale di inquinanti e gas serra (21 sostanze) di 360 categorie emmissive a partire da indicatori statistici di attività reperiti dalla documentazione ufficiale (Annuario ISTAT, Bilancio Energetico Nazionale, Conto Nazionale Trasporti, TERNA ecc.), da comunicazioni dirette delle associazioni di categoria e dai fattori di emissioni nazionali ed internazionali (EMEP/CORINAIR, EPA, IPCC, studi specifici di settore).

## **UN-FCCC** *Convenzione sui Cambiamenti Climatici e Protocollo di Kyoto*

stime annuale delle emissioni e assorbimenti di gas serra con effetto diretto CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC<sub>s</sub>, PFC<sub>s</sub>, SF<sub>6</sub>, e indiretto SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO e delle proiezioni; la metodologia di riferimento è quella indicata dall' IPCC.

**UN-ECE** *Convenzione sull'inquinamento transfrontaliero delle emissioni in atmosfera* (CLRTAP, 1979) e relativi protocolli di riduzione delle emissioni: trasmissione annuale delle emissioni e proiezioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NMVOC, CO, HMs (Cd, Pb, Hg), PM, POP<sub>s</sub> (Diossine e Furani, IPA), ogni 5 anni disaggregazione territoriale sul grigliato EMEP, metodologia di riferimento EMEP/CORINAIR.

## Il settore Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)

L'Inventario Nazionale delle emissioni di gas serra prevede un settore per la stima degli assorbimenti e delle emissioni di gas serra derivanti da uso del suolo e cambiamento di uso del suolo.

Per ognuna delle categorie d'uso del suolo in cui è suddiviso il settore [*Forest Land, Cropland, Grassland, Wetlands, Settlements, Other Lands*], vengono attualmente stimate emissioni ed assorbimenti, seguendo la metodologia adottata a livello internazionale (*Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry, IPCC*).

Per la categoria *Forest Land*, le stime ed il reporting vengono effettuati per ognuno dei serbatoi previsti dal rapporto *Good Practice Guidance*, secondo la seguente organizzazione:

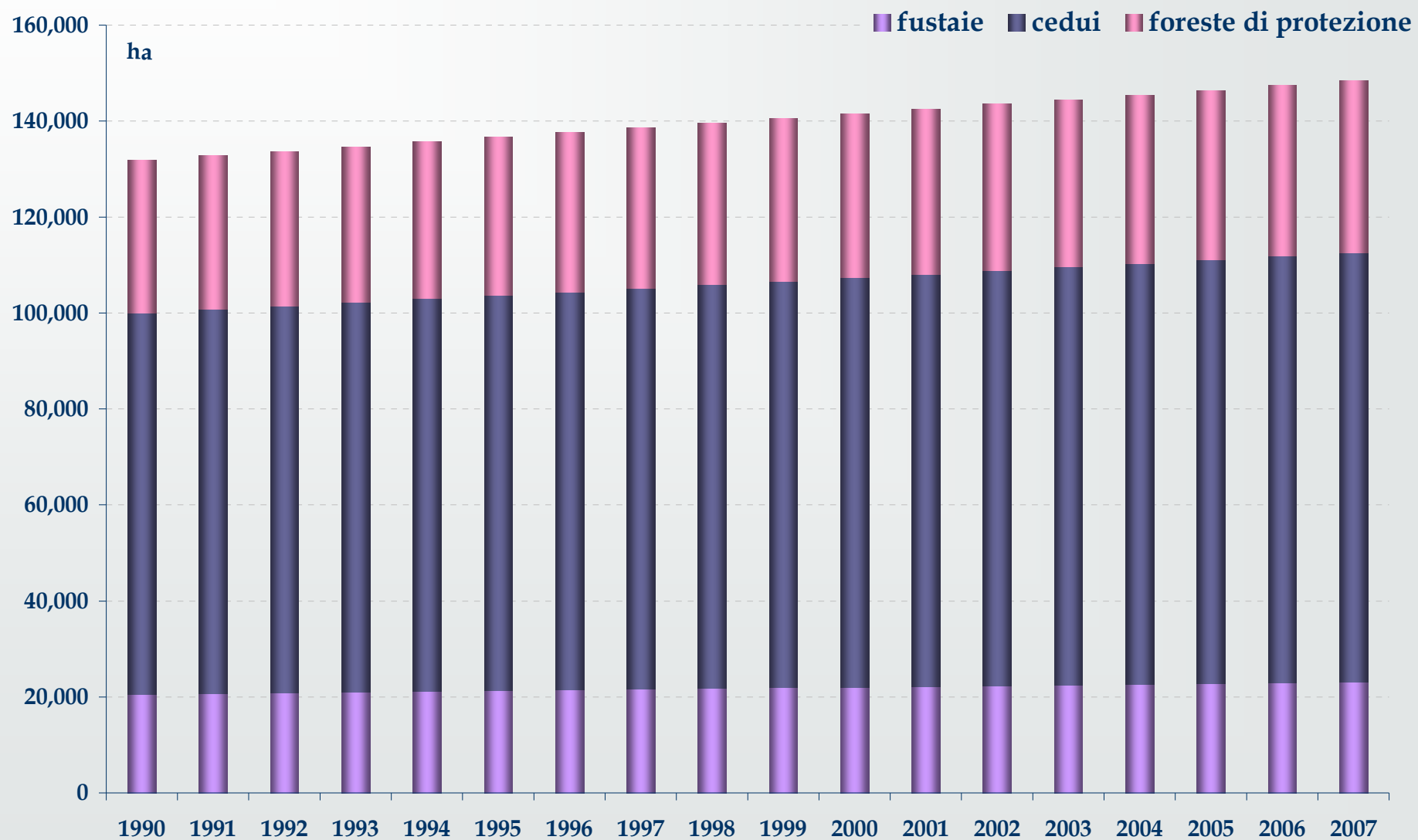
living biomass = *aboveground biomass + belowground biomass*

dead organic matter = *deadwood + litter*

soils = *soil organic matter*

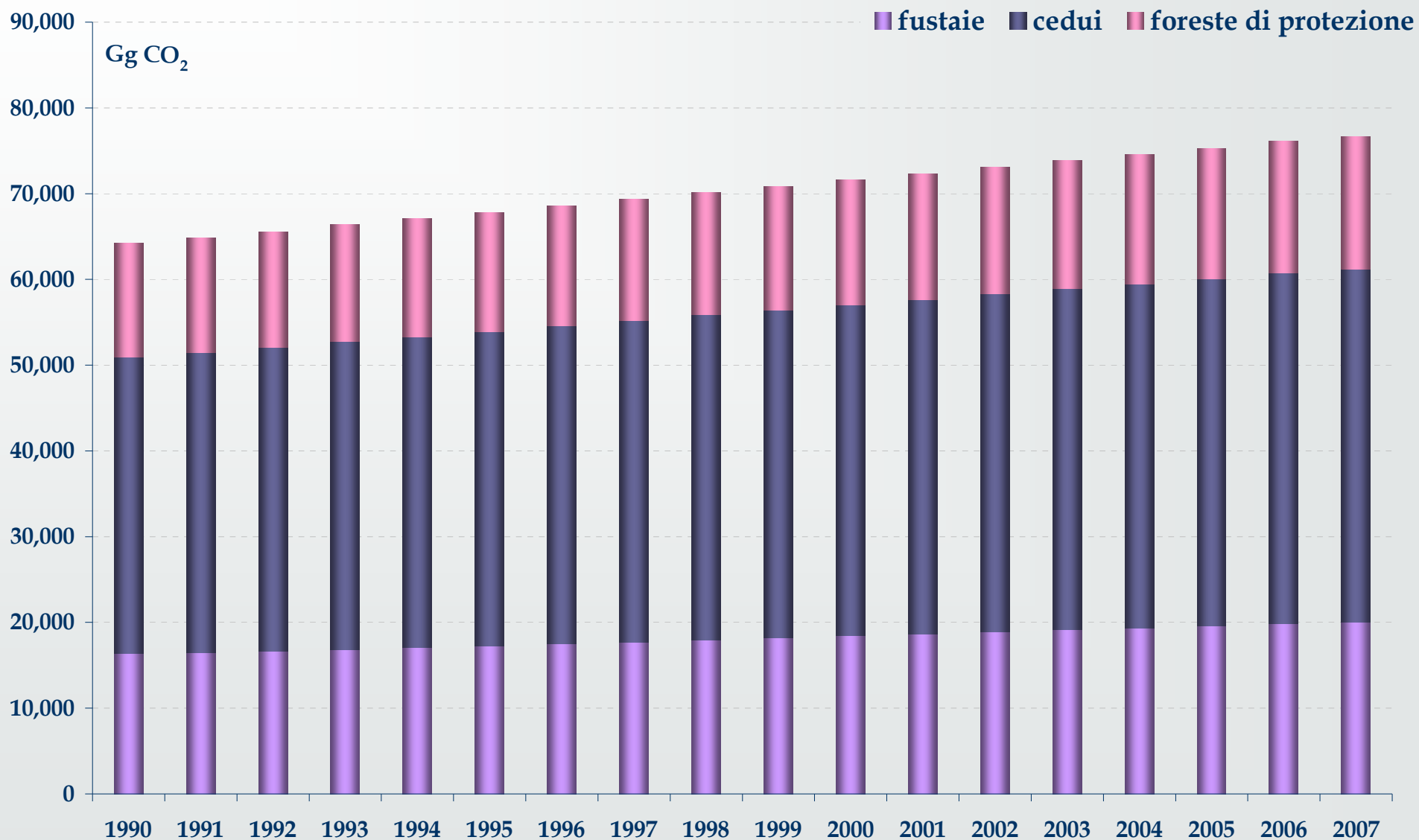
Le stime del carbonio presente nei diversi serbatoi forestali sono effettuate tramite l'uso di un modello basato sulla metodologia IPCC; il modello For-est è stato usato per stimare l'evoluzione nel tempo degli stock dei serbatoi forestali italiani per l'inventario nazionale dei gas serra.

# Le foreste in Molise: superfici dal 1990 al 2007

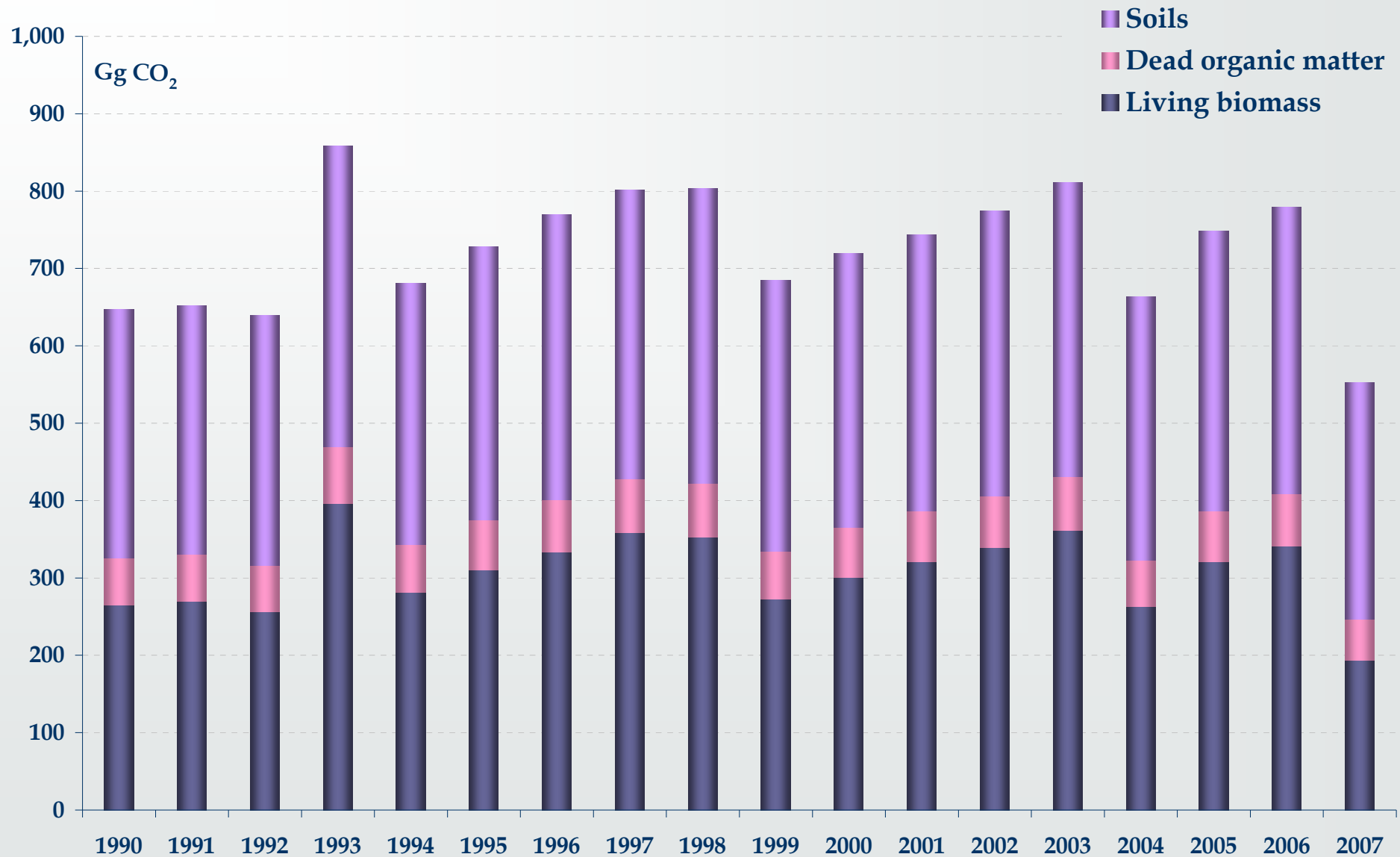


# Le foreste in Molise:

lo stock di carbonio nella parte epigea dal 1990 al 2007 (in Gg di CO<sub>2</sub>)



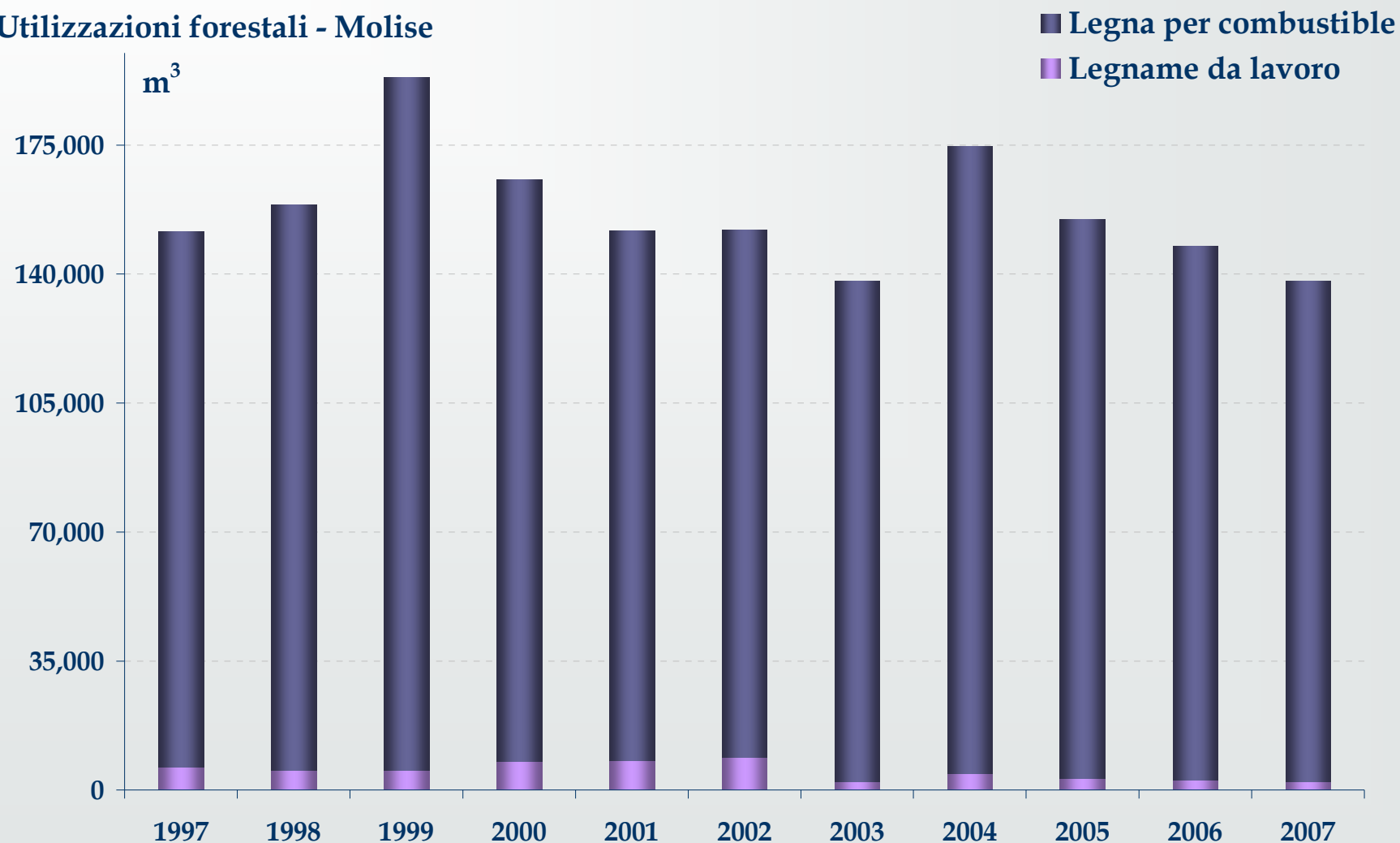
# Le foreste in Molise: variazioni di stock di carbonio nei serbatoi forestali dal 1990 al 2007 (in Gg di CO<sub>2</sub>)



## Disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici

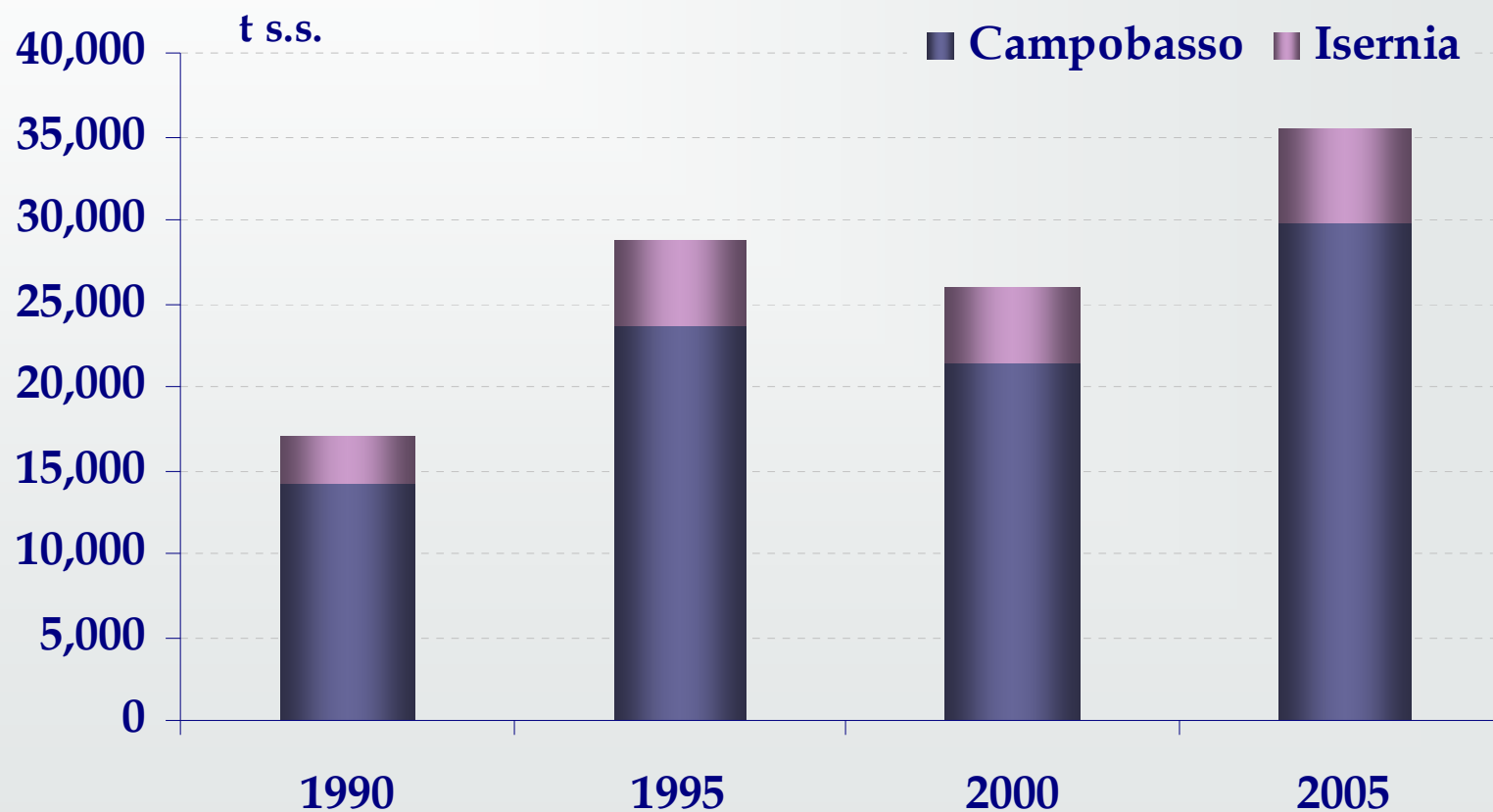
Per quanto riguarda il Molise, si sono stimate le biomasse legnose provenienti dalle attività forestali, dall'agricoltura e quelle riconducibili al recupero di residui e scarti legnosi.

Utilizzazioni forestali - Molise



## Disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici

Residui e potature da colture legnose agrarie, riportate in tonnellate di sostanza secca, stimate a partire dalle produzioni (dati ISTAT).



## Disponibilità potenziale di biomassa legnosa utilizzabile a fini energetici

- alle utilizzazioni riportate all'ISTAT, si è aggiunta una quantità di prelievi non dichiarati;
- le biomasse provenienti da colture legnose sono stimate dai dati di produzioni delle stesse colture;
- i dati relativi ai rifiuti legnosi e gli imballaggi a base di legno sono riportati nel Rapporto Rifiuti ISPRA

Origine biomassa	stima	unità di misura	<i>t</i>	<i>tep</i>
utilizzazioni	151,786	$m^3$	114,125	34,238
stima prelievi non dichiarati	53,125	$m^3$	39,944	11,983
Colture agrarie legnose (sarmenti, rami, frasche, ecc.)		$m^3$	69,918	755
Rifiuti legnosi ed imballaggi a base di legno	2,516	<i>t</i>	2,516	755
Import di legna/cippato/scarti	----		----	----
<b>totale</b>			<b>467,137</b>	<b>101,958</b>

## Aspetti di sostenibilità ambientale: il bilancio energetico

- Ai fini di un corretto calcolo del bilancio energetico legato all'utilizzo a fini energetici delle biomasse, è necessario quantificare il contributo delle diverse forme di energia che concorrono al processo produttivo (input), e la quantità di energia che se ne ricava (output).
- Al processo produttivo (input) va addizionata l'energia connessa con ogni tipo di pratica e trattamento che viene applicato alle varie tipologie di biomassa: apporto di fertilizzanti, irrigazione, meccanizzazione delle pratiche agricole, trasporto, manodopera, ecc. Particolarmente critico risulta l'utilizzo di colture energetiche dedicate, sia per l'elevato l'apporto idrico che la maggior parte di queste colture richiedono sia per la competizione di tali colture con il settore *food*.
- il trasporto delle biomasse all'impianto incide fortemente sul bilancio energetico complessivo; il vantaggio di avere, relativamente alla sola CO<sub>2</sub>, un bilancio nullo, in termini di emissioni, può essere vanificato dall'apporto delle emissioni di CO<sub>2</sub> generate dal trasporto della biomassa fino all'impianto, in maniera più o meno significativa a seconda della distanza di origine delle biomasse medesime e del combustibile usato per il trasporto.
- L'utilizzazione delle diverse tipologie di biomassa non può prescindere da valutazioni sull'*EROEI* (*Energy Returned On Energy Invested*) complessivo, ossia sul rapporto tra energia ottenuta ed energia impiegata nella produzione.

## Aspetti di sostenibilità ambientale: il bilancio delle emissioni

- Le biomasse hanno suscitato, negli ultimi tempi, un significativo interesse sia per i convenienti costi di approvvigionamento sia per il minore impatto ambientale dovuto alle emissioni di CO<sub>2</sub>. La biomassa è di fatto una sorgente rinnovabile e neutra rispetto alle emissioni di anidride carbonica, in quanto la CO<sub>2</sub> emessa durante la sua combustione è pari a quella assorbita nel corso della vita vegetativa della pianta attraverso il processo di fotosintesi.
- L'analisi del ciclo di vita relativamente alla combustione di biomassa mostra notevoli vantaggi ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas serra; tuttavia alla combustione delle biomasse sono associate emissioni di inquinanti non irrilevanti. In particolare, nell'inventario nazionale delle emissioni, la combustione di biomassa rappresenta un'importante sorgente di emissioni di PM<sub>10</sub> primario. La diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub> dovuta all'origine fotosintetica della biomassa legnosa è molto limitata soprattutto se confrontata con l'aumento di emissioni di PM, COVNM, e IPA dovute alla combustione della biomassa legnosa (circa il 30% delle emissioni di PM<sub>10</sub>), ovviamente in relazione della tecnologia utilizzata per la conversione energetica.

## Aspetti di sostenibilità ambientale: il bilancio delle emissioni

- Da tener in particolare conto, soprattutto per colture energetiche, le emissioni di anidride carbonica, metano ed protossido di azoto legate al processo di produzione della materia ed alla fase di trasformazione (fertilizzazione, combustibile per meccanizzazione) che contribuiscono al bilancio complessivo dei gas serra.
- Rilevante, anche in termini emissivi, può essere la scelta di utilizzo di eventuali sottoprodotti (soprattutto per la produzione di biocarburanti); il contesto geografico e tecnologico, nonché le condizioni di mercato, possono essere punti critici per tale approccio.
- La sostanza organica nel suolo (e quindi il carbonio sequestrato dal suolo) è direttamente correlata alla quantità di residui di lavorazione della biomassa che viene lasciata *in situ* (interramento delle stoppie, residui di attività selvicolturali).

## Aspetti di sostenibilità ambientale

- La sostenibilità ambientale dell'uso energetico di biomassa non è limitata ai bilanci in termini di energia o di emissioni. Infatti, la decisione di produrre biomassa determina innanzitutto dei cambiamenti nell'allocazione della terra e nelle pratiche agricole utilizzate.
- Si potrebbero pertanto generare effetti ambientali negativi in termini di erosione dei suoli, compattazione dei terreni, rilascio di nutrienti e pesticidi nel terreno e nelle acque, maggiore domanda di acqua a scopo irriguo, perdita di biodiversità.

## Conclusioni

L'utilizzo delle biomasse per fini energetici è connessa alla produzione di energia elettrica, al riscaldamento ed alla produzione di biocarburanti. Attraverso l'utilizzo delle biomasse si può sostituire parte dei combustibili fossili utilizzati per riscaldamento, e dare parziale soluzione a problematiche ambientali connesse al trattamento e allo smaltimento di alcune tipologie di scarti (deiezioni zootecniche, scarti agroindustriali).

Le filiere produttive locali, ove esistano, garantiscono un minor impatto sul bilancio energetico complessivo della produzione di energia da biomassa. Il trasporto incide fortemente sul bilancio energetico.

I benefici economici sono maggiori per impianti di piccola taglia, con bacini di approvvigionamento locali, idonei a servire utenze domestiche di piccoli centri vicini alle aree di produzione.

L'utilizzo a fini energetici delle biomasse può essere vantaggioso quando si ha una continua disponibilità nel corso dell'anno ed una concentrazione spaziale; un'eccessiva dispersione sul territorio ed una concentrata stagionalità dei raccolti rendono più onerosi la raccolta, il trasporto e lo stoccaggio.

## Conclusioni

Una fonte rilevante può essere data dalla valorizzazione energetica degli scarti di produzione (potature, deiezioni zootecniche e gli altri sottoprodotti), soprattutto per impianti di piccola taglia a livello aziendale.

Alla combustione delle biomasse sono comunque associate non irrilevanti emissioni di inquinanti. Particolare attenzione deve essere rivolta alla localizzazione degli impianti ed alla distanza dai centri urbani, soprattutto se di piccola taglia e non dotati di sistemi di abbattimento.

L'import di biomassa di vario genere (cippato, pellets, carbone, scarti legnosi, oli vegetali per la produzione di biocarburanti) è, a livello nazionale, molto elevato. Occorre porre attenzione alle tipologie ed alla localizzazione degli impianti, alle modalità di approvvigionamento, al bacino di riferimento della biomassa. In una sola parola: **pianificazione**.

# Disponibilità di biomassa per uso energetico ed aspetti di sostenibilità ambientale

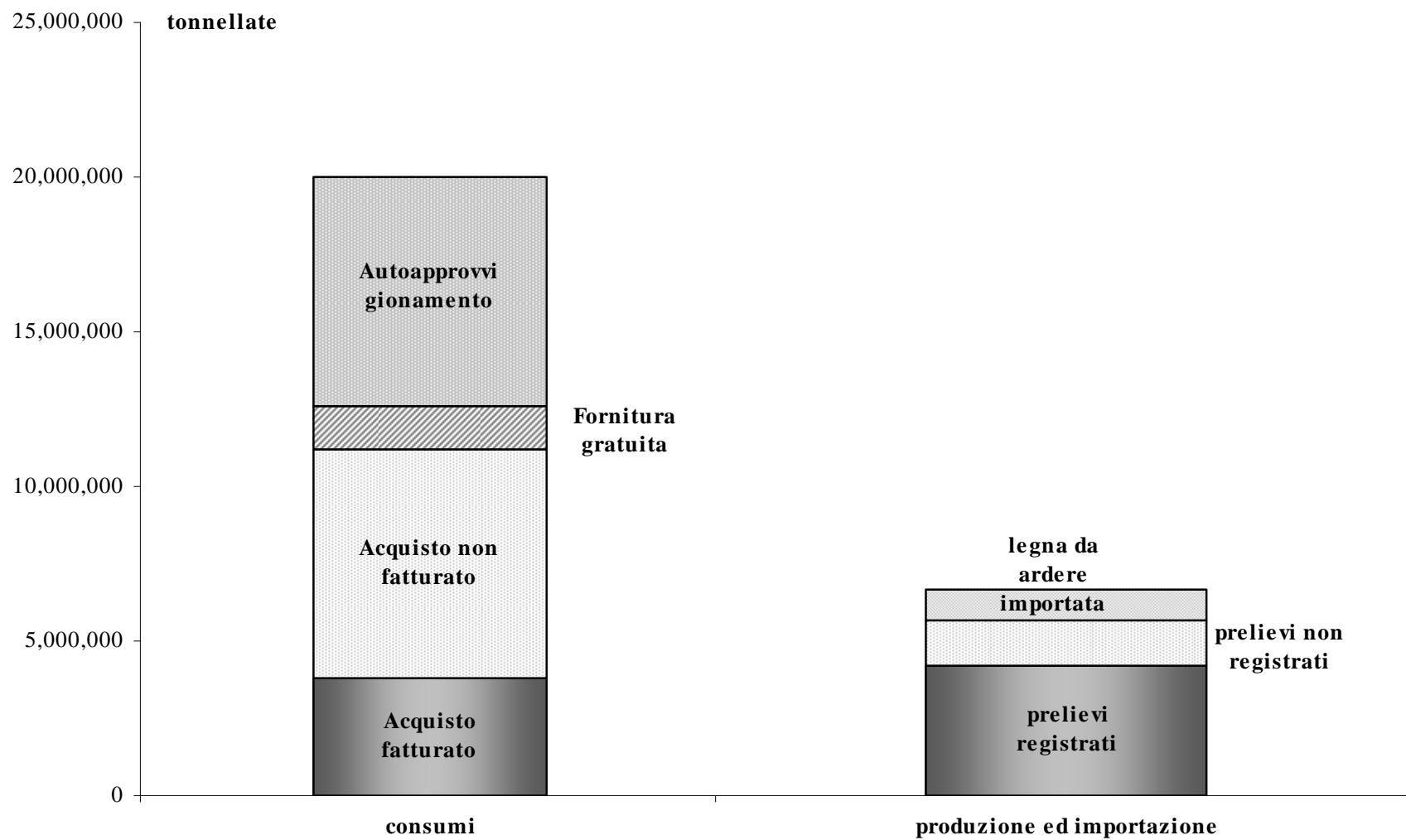
[www.inventaria.sinanet.apat.it/](http://www.inventaria.sinanet.apat.it/)

[http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/serie\\_storiche\\_emissioni](http://www.sinanet.apat.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni)

**Grazie per l'attenzione!**

**marina.vitullo@isprambiente.it**

## Confronto tra i consumi stimati e le produzioni stimate dalle statistiche nazionali



## Wood consumptions – by macro-regions

	<b>Households</b>	<b>%</b>	<b>Wood consumptions t</b>	<b>%</b>	<b>Wood consumptions per household t</b>
<b>ITALY</b>	<b>4,432,419</b>	<b>100 %</b>	<b>19,119,481</b>	<b>100 %</b>	<b>4.3</b>
Piemonte + Liguria + Valle d' Aosta	480,115	10.8 %	2,268,662	11.9 %	4.7
Lombardy	594,396	13.4 %	2,034,035	10.6 %	3.4
Veneto + Trentino A. A. + Friuli V. G.	656,140	14.8 %	3,112,048	16.3 %	4.7
Emilia Romagna	271,260	6.1 %	932,336	4.9 %	3.4
Toscana + Marche + Umbria + Sardegna	752,458	17.0 %	3,461,665	18.1 %	4.6
Lazio	404,453	9.1 %	1,707,416	8.9 %	4.2
Abruzzo + Molise + Campania + Puglia	782,329	17.7 %	3,350,698	17.5 %	4.3
Sicilia + Calabria + Basilicata	491,269	11.1 %	2,252,622	11.8 %	4.6

## Tipologie di biomasse legnose utilizzate in Italia

	<b>TOTALE</b>	<b>Piemonte /Liguria/ Valle D'Aosta</b>	<b>Lombardia</b>	<b>Triveneto</b>	<b>Emilia Romagna</b>	<b>Toscana/ Marche/ Umbria/ Sardegna</b>	<b>Lazio</b>	<b>Abruzzo/ Molise/ Campania / Puglia</b>	<b>Sicilia/ Calabria/ Basilicata</b>
<i>Base: numero abitazioni</i>	4.432.419	480.115	594.396	656.140	271.260	752.458	404.453	782.329	491.269
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Legna da ardere comune (es. pezzi di tronchi o rami)	96,8	94,3	93,0	98,0	98,2	98,2	100	96,5	97,3
Legno lavorato (es. con vernici, impregnanti, truciolato)	1,2	1,0	2,2	2,8	1,8	0,6	-	1,2	-
Cippato\Truciolato (legna sminuzzata in scaglie di piccole dimensioni: 3-5 cm)	0,9	2,0	-	1,4	-	0,6	-	1,2	1,9
Pellets (cilindretti ottenuti dalla polvere di legno pressata, di piccole dimensioni)	4,7	6,5	8,5	3,3	3,4	5,0	2,3	3,6	3,7
Altro (es. sansa, carbonella, gusci di mandorla\nocciola)	1,8	1,9	1,5	1,4	-	1,8	1,4	2,3	2,7