



## **DISPONIBILITÀ DI BIOMASSE AGRO-FORESTALI E RESIDUI DI POTATURE IN CAMPANIA**

*R. Infascelli, S. Faugno, S. Pindozi, L. Boccia*

Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio, Università degli Studi di Napoli  
Federico II

### SOMMARIO

*Le biomasse forestali sono da anni oggetto di attenzione per la loro utilizzazione a fini energetici. Al contempo vengono progettati o anche realizzati una quantità di impianti per la produzione di energia da biomasse, prescindendo da opportune considerazioni sulla disponibilità effettiva di residui forestali e prescindendo da considerazioni sulla logistica. Inoltre le valutazioni sulla disponibilità di biomasse sono troppo spesso superficiali, non tengono conto dell'attuale impiego (pannelli di truciolato o riscaldamento domestico) e non tengono in sufficiente considerazione i costi di raccolta. Attualmente sono in fase di realizzazione o progettazione in Campania impianti a biomasse per oltre 50 MW di potenza e v'è dubbio sulla possibilità di alimentarli con biomasse autoctone. Con questo studio sul territorio campano, condotto con un GIS basato sull'uso del suolo da immagini telerilevate, sono state quantificate le superfici arboree e forestali della regione e da queste sono state stimate le quantità di biomasse effettivamente detraibili per fini energetici. Anche i costi di approvvigionamento sono stati valutati ed in base alle quantità previste ed ai costi si dimostra che non sarà possibile facilmente alimentare questi impianti con biomasse forestali autoctone. Assai interessanti potrebbero essere i sarmenti di vite e le altre potature a condizione di sviluppare una specifica filiera logistica che è attualmente l'anello debole. Occorre una rete di micro-centri di gestione in cui vengono raccolte e prelaborate le potature e gli scarti forestali.*

*Parole chiave: biomassa, logistica, territorio.*

### **1 INTRODUZIONE**

Il settore energia da biomasse è interdisciplinare e complesso, sia per la grande varietà di materie prime utilizzabili, sia per la tipologia di filiere di trasformazione e di prodotti finali.

La regione Campania attraverso la proposta di Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) presentata a marzo 2009 definisce una serie di linee guida strategiche che prevedono lo sviluppo di filiere agro-energetiche, attualmente non sviluppate, sfruttando le potenzialità delle biomasse derivate dai residui inutilizzati dall'agricoltura (cosiddette di 'seconda generazione' come le biomasse generate da

scarti e/o sottoprodotti di origine agricola, agroindustriale ed agroforestale, ecc.). A questo si unisce anche l'esigenza di valorizzare le aree che non presentano attualmente le condizioni agro-ambientali per le coltivazioni e le aree a rischio di marginalità (aree a rischio idrogeologico, abbandono colturale) per essere dedicate a colture energetiche. Il settore primario ed i territori rurali, quindi, rivestono un ruolo chiave per lo sviluppo delle agro-energie sia in quanto produttori di materia prima, sia in quanto potenziali produttori di energia.

Al fine di valutare le potenzialità energetiche della biomassa, caratterizzata da elevata dispersione sul territorio, e razionalizzare le relative filiere, si è ritenuto opportuno implementare metodologie di analisi e di supporto alle decisioni basate su sistemi informativi geografici (GIS).

## **2 MATERIALE E METODI**

### **2.1 Potenzialità di biomasse in Campania**

La regione Campania presenta una superficie territoriale di circa 1.360.000 ha (4,5% del territorio nazionale), secondo quanto risulta dal V Censimento generale dell'agricoltura (ISTAT 2000), su questo territorio insiste una superficie totale agraria di circa 878.520 ha (64,6 % della superficie territoriale); il restante 35,4 % del territorio regionale è classificato come superficie improduttiva (fabbricati non rurali, strade, acque, ecc.). Inoltre i boschi della Regione, con 289.155 ha (fonte ISTAT, 2006), costituiscono circa il 21% della superficie territoriale regionale. Tale superficie forestale è ricoperta per il 35% da fustaie e per il 65% da cedui, considerando cedui semplici e composti. L'attuale utilizzazione dei boschi della regione Campania è nel complesso modesta e le sono ridotte le quantità di residui non utilizzati.

### **2.2 Metodologia generale**

L'approccio basato sullo strumento GIS si presenta particolarmente appropriato per la corretta pianificazione. I sistemi informativi geografici rappresentano il migliore strumento disponibile per la gestione e l'analisi spaziale delle risorse territoriali e per la creazione di Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS). Diversi esempi di DSS sono già stati sperimentati in materia di pianificazione energetico-territoriale (Martelli *et al.*, 2002; Noon & Daly, 1996).

Il presente studio è stato realizzato con il software ArcGIS 9.1. Sulla base degli strati informativi georeferenziati disponibili, quali l'uso del suolo fornito dalla Regione Campania (*progetto CUAS 2004*), i limiti amministrativi regionali, il modello digitale del terreno (DEM) della Campania, la carta pedologica regionale è stato possibile implementare una metodologia GIS che permette di analizzare le potenzialità e la distribuzione spaziale, anche in termini energetici, della biomassa agro-forestale. Sono state inoltre identificate le aree regionali in cui è possibile sviluppare colture energetiche dedicate. In particolare sono state escluse per ragioni socio-economiche, le zone della regione che presentano superfici artificiali, superfici agricole irrigue, colture permanenti (vigneti, frutteti, oliveti) e le aree agroforestali. Inoltre, per vincoli ambientali e limiti fisici del territorio, non sono state considerate idonee alla conversione le zone boscate, le zone aperte (spiagge, rocce nude *ect*), le zone umide e le aree caratterizzate da una pendenza maggiore del 20%. Le potenzialità di residui agricoli (erbacei ed arborei) sono

state stimate a partire dalla quantità di prodotto principale, utilizzando coefficienti di producibilità di residuo ricavati da dati di letteratura o evidenze sperimentali, e tenendo conto della effettiva disponibilità di residui al netto degli attuali usi alternativi. Le potenzialità di residui forestali, a causa della carenza di dati sulla tipologia di boschi presenti nella regione, sono state valutate attraverso ipotesi preliminari di accrescimento medio, che potrebbero essere perfezionate con uno studio puntuale sulle strutture, forme di governo e trattamento delle risorse forestali campane.

### 2.3 Residui agricoli

Il potenziale energetico dei residui agricoli in Campania è stato ottenuto valutando la disponibilità media annua di biomassa (t/anno s.s.) di origine agricola, suddivisa in colture erbacee ed arboree. Per effettuare tale valutazione si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dall'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria (AIIA) in collaborazione con l'ENEA, opportunamente modificata secondo le linee del "Piano energetico della Regione Campania" (2001).

Nella determinazione della biomassa residua derivante dalle colture agrarie erbacee ed arboree si è tenuto conto del sottoprodotto principale (S1) (rispettivamente paglia e residui di potature) e, nel solo caso di residui arborei, anche del sottoprodotto secondario (S2), costituito dalla legna che si rende disponibile quando l'impianto giunge alla fine del proprio ciclo produttivo e viene estirpato.

Il rapporto sottoprodotto principale/prodotto costituisce il parametro più importante dell'intera stima, in quanto tali valori, nella realtà operativa, variano in relazione a molteplici fattori quali: varietà e tecnica colturale, condizioni pedoclimatiche, tecniche di raccolta, aspetti fitopatologici, ecc. I coefficienti di calcolo degli scarti utilizzati per la presente ricerca sono quelli indicati nelle linee guida al "Piano energetico della Regione Campania" (2001).

Le colture dell'olivo e della vite costituiscono due eccezioni per le quali sono state utilizzate relazioni specifiche. Per la vite l'ANPA (2001) ha verificato sperimentalmente una correlazione significativa tra resa in uva (t/ha) e quantità di sarmenti (t/ha); le due grandezze sono legate dalla seguente relazione lineare:

$$\text{Quantità sarmenti (t/ha)} = 0,113 \cdot \text{resa uva} + 2,000 \quad (1)$$

Analogo è il caso dell'olivo, coltura per la quale sussistono, tuttavia, diverse funzioni di correlazione tra resa in olive (t/ha) e quantità di sottoprodotti (frasca più legna di potatura, t/ha), applicabili nelle diverse Regioni e Province. In Campania questa funzione di correlazione può essere espressa dalle relazioni (ANPA, 2001):

$$\text{Quantità di sotto prodotti (t/ha)} = 0,428 \cdot \text{resa olive} + 1,452 \quad (2)$$

La procedura di calcolo utilizzata per determinare la massa (t/anno s.s.) di sottoprodotto principale, annualmente disponibile per conversioni energetiche (*Disponibilità S1*), è la seguente:

$$\text{Disponibilità } S1 = P \left( \frac{S1}{P} \right) \left( 1 - \frac{US1}{100} \right) \frac{D_p S1}{FS1} \frac{1}{100} \quad (3)$$

dove P è la massa di prodotto presente sulla superficie in produzione (t/anno), S1/P il rapporto sottoprodotto principale/produzione totale, US1 il contenuto medio in acqua

del sottoprodotto principale al recupero (%), FS1 la frequenza con cui il sottoprodotto principale si rende disponibile (anni), DpS1 la disponibilità potenziale del sottoprodotto principale (%).

La procedura di calcolo utilizzata per determinare la massa (t/anno) di sottoprodotto secondario annualmente disponibile per conversioni energetiche (*Disponibilità S2*) è:

$$Disponibilità\ S2 = PS2 * A \frac{\left(1 - \frac{US2}{100}\right) D_p S2}{FS2 \cdot 100} \quad (4)$$

dove PS2 è la produzione di sottoprodotto colturale secondario (t/ha), A la superficie in produzione (ha), US2 il contenuto medio in acqua del sottoprodotto secondario al recupero (%) FS2 la frequenza con cui il sottoprodotto secondario si rende disponibile (anni), D<sub>p</sub>S2 la disponibilità potenziale del sottoprodotto secondario (%).

Una volta determinata la quantità e la distribuzione delle risorse sul territorio si è proceduto alla stima del relativo potenziale energetico. Il contenuto energetico (tep/t), ovvero l'energia estraibile dall'unità di massa, è stato calcolato con la seguente relazione:

$$V = H_i * \left(1 - \frac{U}{100}\right) - C_v * \left(\frac{U}{100}\right) \quad (5)$$

dove V è il contenuto energetico (tep/t), H<sub>i</sub> il potere calorifico inferiore del prodotto secco pari a 4530 kcal/kg, C<sub>v</sub> il calore latente di vaporizzazione dell'unità di massa d'acqua pari a 600 kcal/kg, U l'umidità del materiale riferita alla massa anidra dello stesso (15 %).

#### 2.4 Residui forestali in Campania

La disponibilità netta di biomassa forestale è stata stimata facendo riferimento all'attuale livello di utilizzazione dei boschi. Per la valutazione delle disponibilità energetiche annue derivanti dalle biomasse forestali, si è proceduto ad un'analisi, su scala provinciale, dell'effettiva disponibilità di biomassa (t/anno s.s.) di origine forestale.

La quantità totale di legna utilizzata, espressa in termini di t/anno di sostanza secca, è stata ricavata applicando la seguente relazione:

$$Totale\ legna = totale\ legna\ t.q. * \left(1 - \frac{U}{100}\right) \quad (6)$$

dove Totale legna è la quantità totale di legna utilizzata (t/anno s.s.), Totale legna t.q. la quantità totale di legna tal quale (t/anno), U l'umidità alla raccolta della legna (%).

La disponibilità di sottoprodotti forestali, anch' essa espressa in termini di t/anno di sostanza secca, è stata, invece, calcolata applicando la seguente relazione:

$$SF = \frac{SF\%}{100} * \frac{totale\ legna}{1 - \frac{SF\%}{100}} \quad (7)$$

dove SF% è la disponibilità media annua di sottoprodotti forestali, espressa come percentuale della massa dendrometrica. Una volta determinata la quantità di biomassa forestale disponibile si è proceduto alla determinazione del relativo potenziale energetico in tep/t, secondo la (5), in analogia con i residui delle colture agricole.

I dati di input necessari, riguardanti le superfici e le utilizzazioni forestali nella regione, sono stati forniti dall'ISTAT (anno 1996), dati più recenti a livello provinciale. In tali ipotesi, il contenuto energetico unitario risulta pari a circa 0,375 tep/t.

## **2.5 Colture energetiche dedicate in Campania**

Le prospettive di diffusione delle colture energetiche dedicate in Campania sono positive. Difatti, oltre alla direttive della nuova Politica Agricola Comunitaria, che incentiva le colture energetiche attraverso la conversione di terreni agricoli e l'utilizzo dei terreni set aside, la Campania presenta caratteristiche climatiche e geomorfologiche particolarmente adatte allo sviluppo delle colture energetiche maggiormente diffuse.

Inoltre negli ultimi anni si registra il declino di alcuni settori agricolo-forestali (ad esempio la coltivazione del tabacco, del frumento tenero e duro), pertanto le colture energetiche potrebbero rappresentare una alternativa importante, in quanto garantiscono una sicura remunerazione a fronte di minori costi inerenti la fase di coltivazione.

## **2.6 Costi delle biomasse**

L'analisi dei costi di produzione, approvvigionamento e condizionamento delle biomasse è fondamentale per la valutazione di fattibilità economica delle filiere. Nello studio condotto, sono state utilizzate varie fonti e strumenti d'indagine.

Per l'analisi dei residui agricoli (rotoimballatura di residui di potatura e paglia), sono state effettuate delle analisi dei costi secondo il metodo ufficiale del CIOSTA e le raccomandazioni dell'AIIA, e in parte sono stati utilizzati i dati disponibili in letteratura.

Per quanto concerne i residui forestali, sono state condotte delle analisi dei costi sulla base di una cippatura in campo dei sottoprodotti e, nel caso delle conifere, valutando anche la possibilità di cippare l'intera massa dendrometrica (per ragioni legate al modesto valore commerciale della legna da ardere da conifere, ed ai costi evitati di esbosco nel caso di cippatura in campo, questa pratica potrebbe essere, in talune condizioni operative, economicamente conveniente).

L'analisi dei costi colturali e di raccolta è stata effettuata utilizzando le tariffe praticate da terzisti, e quelle ufficiali delle lavorazioni agro-meccaniche dell'Unione nazionale delle Imprese di meccanizzazione agricola per il 2007, opportunamente adattate alla realtà campana (valori scontati del 20% in media).

# **3 RISULTATI**

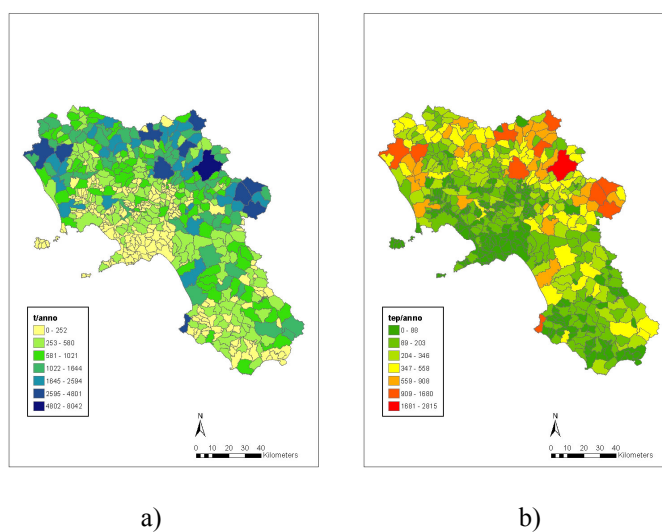
## **3.1 Residui agricoli**

La Figura 1-a) mostra la distribuzione comunale dei residui agricoli sul territorio della regione Campania. La provincia che, in assoluto, fornisce il maggior contributo in termini di biomasse da residui agricoli è Avellino, con circa 90100 t/anno, seguono Caserta e Benevento con 76000 e 78500 t/anno rispettivamente, Salerno con 53200 t/anno e infine Napoli con 20500 t/anno.

Attraverso la metodologia esposta precedentemente è stato valutato che il contenuto

energetico relativo ai residui agricoli è pari a circa 130 ktep/anno.

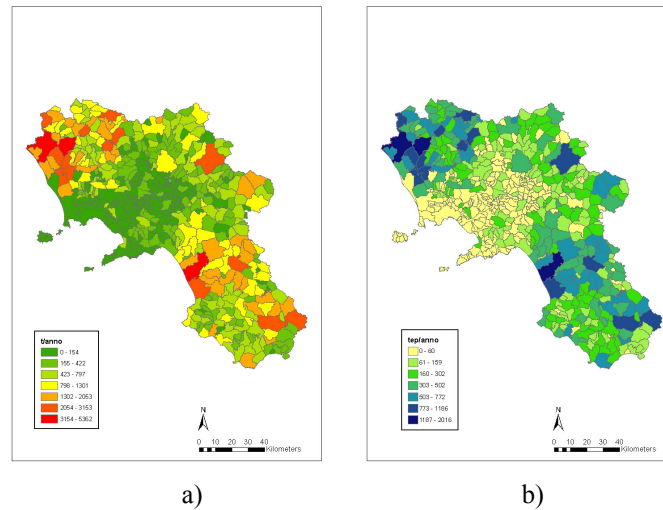
La Figura 1 – b) riassume graficamente il contenuto energetico dei residui prodotti dalle colture agricole selezionate nei comuni delle cinque province campane e la relativa distribuzione spaziale.



**Figura 1.** Regione Campania: a) distribuzione comunale dei residui agricoli (t/anno s.s.); b) distribuzione comunale del contenuto energetico dei residui agricoli (ktep/anno).

### 3.2 Residui forestali

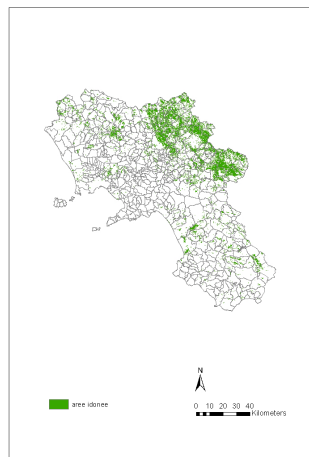
La distribuzione della disponibilità di biomassa forestale in Campania per territorio comunale è illustrata in Figura 2 a) mentre la Figura 2 b) mostra la distribuzione spaziale stimata del contenuto energetico delle biomasse forestali della regione Campania. La disponibilità annua di sottoprodotti forestali e legna da ardere è di circa 266000 t/anno s.s, cui corrisponde un contenuto energetico medio di 115 ktep/anno. La disponibilità totale media annua di biomasse forestali (sostanza secca) è pari a circa 31100 t/anno nella provincia di Avellino, a circa 22500 t/anno in quella di Benevento , a 109700 t/anno in quella di Caserta , a 103000 t/anno in quella di Salerno. A Napoli è nulla.



**Figura 2.** Regione Campania: a) distribuzione comunale delle residui forestali (t/anno s.s.) b) distribuzione comunale del contenuto energetico dei residui forestali (tep/anno).

### 3.3 Colture energetiche

Per quanto riguarda l'analisi delle aree idonee alla conversione a colture energetiche, attraverso elaborazioni GIS è stato possibile individuare 170000 ha. La figura successiva mostra la distribuzione sul territorio campano delle suddette aree idonee.



**Figura 3.** Regione Campania: aree idonee alla conversione a colture energetiche.

Definite tali aree sarà poi necessario definire le colture energetiche più adatte al territorio campano e che rispondono ai fabbisogni produttivi di energia da biomassa definiti in sede di pianificazione.

### 3.4 Costi di approvvigionamento e trasporto

In Tabella 1 è riportato un confronto comparativo dei costi di approvvigionamento dei residui agro-forestali. La Tabella 2 mostra i costi di trasporto e condizionamento dei residui agro-forestali.

PARAMETRO	RESIDUI ERBACEI	POTATURE OLIVO-FRUTTETI <sup>1</sup>	SARMENTI VITE <sup>2</sup>	CIPPATO FORESTALE <sup>3</sup>	RESIDUI FORESTALI <sup>4</sup>
Costo acquisto (€/t) <sup>5</sup>	10	-	-	-	-
Costo raccolta (€/t) <sup>6</sup>	24	26	20	25,5	20,6
Costo trasporto (€/t) <sup>7</sup>	8	8	15-25	10	10
Costo franco impianto (€/t)	42	34	35 - 45	35,5	30,6
Costo cippatura (€/t) <sup>8</sup>	5	5	5	-	-
Costo totale cippato (€/t)	47	39	40-50	35,5	30,6
Costo cippato (€/MWh)	11,1	13,1	12,5 - 15,6	11,2	11,1
Costo pellettatura (€/t) <sup>9</sup>	50	55	55	50	50
Costo totale pellet (€/t)	97	94	95 -105	85,5	80,6

N.B. Tutti i costi sono riferiti alla biomassa tal quale.

1. Ipotesi di utilizzo di macchina rotoimballatrice da 450 kg/balla con materiale al 35% umidità;

2. Ipotesi di balle prismatiche da 50 kg/balla, con costo di imballatura di 1 €/balla,

3. Ipotesi di cippatura in campo di cimali, ramaglie e interi tronchi (valido solo per conifere); cantiere con 2 trattori e camion rimorchio per trasporto del materiale, con bassa accidentalità del terreno.

4. Recupero solo di ramaglie e cimali, già raccolti in andane, tramite cippatura in campo. Il costo evitato di smaltimento (tramite trinciatura o abbruciatura) non è stato considerato. La rotoimballatura è ipotizzabile solo nel caso di latifoglie, dove non vengono lasciate ramaglie con diametri > 4 cm circa.

5. Valore stimato nell'ipotesi di vendita della paglia in campo a 12 - 20 €/ha e produttività specifica di 1,5 t/ha di paglia (resa in granella 2,5 t/ha, percentuale sottoprodotto 60%). Per i residui di potatura, il costo evitato di smaltimento (trinciatura o abbruciatura), non è stato considerato nel calcolo del costo totale.

6. Nel caso di residui forestali è compresa anche la cippatura in campo.

7. Si considera una distanza di 40 - 50 km per residui agricoli e 80 - 100 km per forestali, con mezzi aventi capacità di carico di 18 t. Nel caso di sarmenti di vite, è riportato un ampio range di costi per la movimentazione e il trasporto delle balle, in funzione dei sistemi di meccanizzazione adottati per la formazione del carico.

8. Non è stato considerato il costo di stoccaggio, ampiamente variabile in funzione del tipo di filiera e delle modalità di essiccazione adottate.

9. Questo costo, riferito ad una capacità produttiva media di 1 t/h, include anche l'eventuale cippatura del materiale in ingresso, ed è particolarmente influenzato dalla qualità del materiale e dal suo contenuto di umidità.

**Tabella 1.** Costi di approvvigionamento di residui agro-forestali.



	RESIDUI ERBACEI	FRASCA OLIVO POTATURE FRUTTETI	SARMENTI VITE <sup>1</sup>	CIPPATO FORESTALE <sup>2</sup>	RESIDUI FORESTALI <sup>3</sup>
Costo in campo (€/t)	34	26	20	25,5	20,6
Costo franco impianto - Filiera Corta (€/t)	39	31	30	-	-
Costo franco impianto - Filiera Media (€/t)	42	34	35 - 45	33,5	28,6
Costo franco impianto - Filiera Lunga (€/t)	49	41	40 - 50	40,5	35,6
Costo trinciatura (€/t) <sup>4</sup>	5	5	5	-	-
Costo pellettatura (€/t)	50	55	50	50	50

N.B. Tutti i costi sono riferiti alla biomassa tal quale.  
 1. In questo caso i costi di carico e trasporto delle ballette prismatiche da 50 kg/balla sono significativamente più alti rispetto al caso delle balle di grosse dimensioni, essenzialmente per gli alti costi di carico del materiale.  
 2. Ipotesi di cippatura in campo di cimali, ramaglie e interi tronchi (valido solo per conifere).  
 3. Recupero solo di ramaglie e cimali con concentrazione già eseguito nelle operazioni di esbosco.  
 4. Non è stato considerato il costo di stoccaggio, ampiamente variabile in funzione del tipo di filiera e delle modalità di essiccazione.

**Tabella 2.** Costi di trasporto e condizionamento dei residui agro-forestali.

#### 4 DISCUSSIONE

L'analisi della disponibilità della biomassa agricola tiene conto di diversi fattori operativi quali la modalità e la qualità di lavoro delle macchine operatrici impiegate nel recupero e fattori oggettivi quali: la forma e la giacitura degli appezzamenti, il tempo di permanenza in campo, le condizioni climatiche durante la raccolta, che riducono in maniera più o meno sensibile la massa di sottoprodotto effettivamente disponibile per fini energetici. Attraverso il coefficiente disponibilità potenziale si può tener conto di queste perdite. Le province di Avellino e Benevento forniscono la maggior parte dei contributi derivanti dai residui erbacei; per tutte le altre province, per le quali l'estensione delle colture è nettamente inferiore, gli apporti maggiori provengono dalle colture arboree. Considerando la quantità di residui agricoli fornita da ciascuna provincia, in rapporto alla relativa SAU, la provincia di Caserta ha la maggior densità del residuo agricolo, seguita da Benevento, Avellino, Napoli e Salerno. Per quanto riguarda gli apporti provinciali complessivi, i contributi maggiori in termini di contenuto energetico sono dati dalle province di Caserta, Salerno e Avellino.

L'analisi dei costi è stata effettuata considerando macchinari con capacità reale di lavorazione di 5 t/h e costo orario di 36 €/t. Nello specifico i costi di pellettatura sono riferiti ad una capacità produttiva media di 1 t/h; si ritiene che essi siano particolarmente influenzati dalla qualità del materiale e non includono l'eventuale necessità di essiccazione. Le attività che determinano i minori costi della biomassa sono quelli del recupero e cippatura dei residui forestali, a patto che, durante l'utilizzazione tradizionale si sia già provveduto al concentrazione degli scarti per facilitarne la raccolta. Il costo del cippato di alberi interi è apparentemente più elevato in quanto comprende anche un

costo per unità di prodotto (11,1 €/t) imputabile alle operazioni di ripulitura ed abbattimento.

## 5 CONCLUSIONI

L'analisi svolta mostra come il settore agricolo della regione Campania sia in grado di fornire una notevole quantità di residui, pari a circa 318000 t/anno, cui corrisponde un significativo contenuto energetico, pari a quasi 130 ktep/anno. Nell'ipotesi di utilizzo energetico dei residui per la produzione di energia elettrica, in centrali con efficienza media di conversione del 25% e 7500 ore annue di funzionamento, si potrebbero realizzare impianti per una potenza cumulata di circa 51 MW.

Per quanto riguarda la biomassa forestale, lo scenario attuale mostra utilizzazioni forestali per legna da ardere e sottoprodotti pari a quasi 266000 t/anno s.s., corrispondenti ad un contenuto energetico complessivo di circa 115 ktep/anno.

Lo studio effettuato rende evidente come la logistica di approvvigionamento sia fortemente influenzata dalle caratteristiche della biomassa, dalle modalità di carico, trasporto, stoccaggio e valorizzazione energetica, nonché dalle modalità di gestione dell'intera filiera. I costi di trasporto si riferiscono ad operazioni condotte da terzisti, mentre sarebbe possibile conseguire ulteriori economie qualora tali operazioni fossero gestite direttamente da chi si occupa della conversione energetica della biomassa. Ai fini di standardizzare l'analisi, è uso diffuso considerare differenti modalità di approvvigionamento (filiera da corta a lunga), ciascuna corrispondente a determinati costi di carico e trasporto, tipologie di biomassa e scenari di conversione energetica. Lo scenario della filiera media è, laddove possibile, il preferibile, dato che consente di raccogliere una quantità di biomassa tale da alimentare impianti di conversione energetica o di produzione di biocombustibile in grado di realizzare accettabili economie di scala.

## BIBLIOGRAFIA

- APAT Corine Land Cover 2000 Italia. Database CLC2000. [www.sinanet.apat.it](http://www.sinanet.apat.it)
- ARSIA Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm, *Quaderno ARSIA 6/2004*, 2004
- CGIAR (2004). SRTM 90m Digital Elevation Data, Version 3. <http://srtm.csi.cgiar.org/>
- ENEA. Piano energetico della Regione Campania - Rapporto relativo al punto 6 (valutazione del potenziale energetico delle biomasse vegetali) del programma di attività, 2001
- INEA (2001). Il progetto CASI Guida tecnica e presentazione dei risultati, LG, Roma: INEA, 2001 - 114 pp. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio (INFC), Dati di I Fase.
- ISTAT 5° Censimento generale dell'agricoltura, 2000.
- ITABIA. Le biomasse per l'energia e l'ambiente, Rapporto 2003, 2004.
- Martelli F. et al.. A GIS-based planning tool for Greenhouse gases emission reduction through biomass exploitation in Tuscany. 12th European Conference on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, 17-21 June 2002.
- Noon C. E. e Daly M.L., (1996). GIS-based biomass resources assessment with BRAVO. *Biomass & Bioenergy*, 10, 101-109.