

ANNA BARBATI (*) - PIERMARIA CORONA (*) - WALTER MATTIOLI (*) (°) - ALESSANDRO QUATRINI (*)

BIOMASSA FORESTALE PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA: UN MODELLO DI ANALISI PER L'ALTA VALLE DELL'ANIENE

(*) Dipartimento per la Innovazione nei Sistemi Biologici Agroalimentari e Forestali (DIBAF), Università della Tuscia, via San Camillo de Lellis, s.n.c., 01100 Viterbo, Italy; tel. +39.0761.357405; fax +39.0761.357389.

(°) Autore corrispondente; walter.mattioli@unitus.it

Il continuo aumento della domanda di energia e la modesta autosufficienza energetica spingono le politiche energetiche dell'Italia, nel quadro degli impegni 20-20-20, verso un crescente impiego di biomasse forestali in progetti di produzione energetica delocalizzata e sostenibile. Per identificare opzioni progettuali in grado di soddisfare in modo sostenibile la domanda di energie rinnovabili è necessario produrre stime sufficientemente attendibili sulla disponibilità di biomasse forestali destinabili all'uso energetico, definendo criteri di sostenibilità nel prelievo calibrati sul contesto ambientale e socio-economico locale. In tale logica, il lavoro presenta un caso di studio finalizzato a quantificare nel comprensorio forestale di circa 27.000 ha dell'Alta valle dell'Aniene (Italia centrale) la quantità di biomassa forestale destinabile alla produzione di energia termica. La quantità annua di biomassa forestale destinabile alla produzione di energia, stimata attraverso un modello conservativo basato su criteri di utilizzazione forestale sostenibile, è pari a circa il 18% (21.000 t s.s. anno⁻¹) della produttività annua delle foreste del comprensorio e i quantitativi unitari di biomassa ritraibile risultano pari a circa 2 t s.s. ha⁻¹anno⁻¹. La disponibilità complessiva di biomassa nelle aree maggiormente idonee sotto il profilo dell'accessibilità è di quasi 9.000 t s.s. anno⁻¹, quantitativo sufficiente per implementare una filiera locale di produzione del cippato in grado di alimentare alcune decine di impianti di riscaldamento di edifici pubblici e privati.

Parole chiave: filiera bosco-legno-energia; biomassa forestale; utilizzazione forestale sostenibile.

Key words: wood fuel energy chain; wood forest-based biomass; sustainable wood harvesting.

Citazione: BARBATI A., CORONA P., MATTIOLI W., QUATRINI A., 2012 – Biomassa forestale per la produzione di energia termica: un modello di analisi per l'Alta valle dell'Aniene. L'Italia Forestale e Montana, 67 (4): 329-336. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2012.4.02>

1. INTRODUZIONE

La dipendenza energetica dai Paesi produttori di combustibili fossili (petrolio e gas) e gli impegni di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra connessi al protocollo di Kyoto stanno indirizzando le politiche europee e nazionali verso l'utilizzo di fonti locali e rinnovabili per la produzione di energia. Recentemente il Parlamento Europeo ha approvato il cosiddetto "pacchetto clima-energia 20-20-20" (Direttiva 2009/28/CE) che prevede entro il

2020: i) la riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra rispetto a quelle del 2005; ii) di portare al 20% il risparmio energetico; iii) di soddisfare il 20% del consumo di energia nei Paesi dell'Unione attraverso fonti rinnovabili. In particolare la quota di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale di energia al 2020 fissata per l'Italia è pari al 17%. In conformità con la predetta Direttiva Europea, il Ministero dello Sviluppo Economico ha redatto il Piano di Azione nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia (30 giugno 2009) che prevede per

il 2015 un potenziale di approvvigionamento diretto di biomassa legnosa dalle foreste ai fini della produzione di energia pari a 4.000.000 di t s.s. anno⁻¹ e per il 2020 pari a 10.000.000 t s.s. anno⁻¹. Il Piano di Azione richiama altresì la necessità di stabilire priorità di destinazione della biomassa per scopi diversi da quello energetico e, soprattutto, di tener conto di criteri di uso razionale e sostenibile delle biomasse nell'organizzazione e realizzazione di filiere agrienergetiche, tra cui le filiere bosco-legno-energia (CORONA *et al.*, 2011).

Parallelamente agli obiettivi di natura vincolante connessi al pacchetto 20-20-20, gli Enti locali possono assumere su base volontaria impegni concreti di riduzione delle emissioni di gas serra nel proprio territorio aderendo al cosiddetto "Patto dei Sindaci" (*Covenant of Mayors*). L'iniziativa impegna i Comuni firmatari a predisporre un Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) con l'obiettivo di ridurre entro il 2020 di oltre il 20% le proprie emissioni di gas serra attraverso politiche e misure locali che aumentino, *inter alia*, il ricorso alle fonti di energia rinnovabile a bilancio neutro di CO₂ quali le biomasse forestali (vd. <http://www.pattodeisindaci.eu>).

In tale contesto assume interesse strategico, soprattutto per le Amministrazioni di territori comunali montani ad alta vocazione forestale, disporre di una corretta analisi delle potenzialità di produzione nel proprio territorio di biomassa forestale destinabile alla produzione di energia.

Il modello di analisi presentato in questo lavoro vuole rispondere a tale esigenza informativa. L'obiettivo è fornire un metodo di stima per la valutazione della biomassa di origine forestale prelevabile in modo sostenibile (entro i limiti di naturale rinnovabilità della risorsa) e destinabile alla alimentazione di impianti termici in un comprensorio forestale delle dimensioni di una Comunità Montana o di un Parco.

Il caso di studio in cui il modello è stato sperimentato è situato nell'Alta valle del fiume Aniene e comprende otto comuni del Lazio, tra la provincia di Roma (Arcinazzo Romano, Jenne, Subiaco, Vallepietra) e quella di Fro-

sinone (Filettino, Guarcino, Piglio, Trevi nel Lazio), le cui Amministrazioni sono impegnate ad aumentare il ricorso alle fonti di energia rinnovabile per soddisfare la domanda locale di energia termica, attraverso la valorizzazione delle biomasse forestali, diffusamente presenti nel comprensorio.

Questa nota si propone di illustrare il modello di analisi proposto calibrato sulle specificità gestionali locali, al fine di fornire chiari elementi di valutazione alle Amministrazioni comunali circa le effettive disponibilità di approvvigionamento del territorio interessato, tenuto conto dell'accessibilità delle superfici forestali e dei vincoli d'utilizzazione connessi alla presenza del Parco Naturale Regionale dei Monti Simbruini. Su tale base potrà poi essere valutata la fattibilità di un progetto di sviluppo di una filiera bosco-legno-energia locale orientata alla produzione di cippato forestale per l'alimentazione di impianti termici di piccola dimensione a servizio di utenze pubbliche e private nei Comuni interessati.

2. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

La superficie forestale nel territorio dell'Alta Valle dell'Aniene è stata quantificata attraverso la *Carta dei tipi forestali* del Lazio in formato digitale (superficie minima cartografata pari a 1 ettaro), che riporta, per ogni poligono mappato, anche l'informazione sulle forme di governo. La superficie forestale nel territorio degli otto comuni è pari a 27.406 ha. Il comprensorio ricade nella regione temperata e si distribuisce su un ampio range altitudinale (294-2.159 m s.l.m.) a cui corrisponde una varietà di sottoregioni fitoclimatiche: temperata fredda, ipomesaxerica e temperata fredda, ipomesaxerica e mesomediterranea (BLASI, 1994).

Poco più del 70% della superficie forestale ricade all'interno del Parco Naturale Regionale Monti Simbruini istituito con L.R. n. 8/29/01/1983 (aggiornamento con L.R. n. 29 del 06/10/1997). All'interno dell'area protetta è presente anche una zona di Riserva Integrale

che interessa circa il 4% (1.124 ha) della superficie forestale totale. Nella Riserva ogni intervento selvicolturale è interdetto. L'esame del regolamento del Parco non ha invece evidenziato specifiche limitazioni/vincoli applicati al prelievo legnoso nei boschi ubicati al di fuori della Riserva Integrale.

L'analisi della biomassa prelevabile (§ 3) fa riferimento alla superficie forestale al netto della zona di riserva integrale (26.282 ha). Questa superficie è principalmente interessata da faggete montane eutrofiche (47%), ostrieti mesofili (32%), cerrete neutro basifile submontane (5%) e querceti a roverella mesoxerofili (4%); il restante 12% è caratterizzato da una varietà di tipi forestali, riportati in Tabella 1. Le forme di governo, in termini di superficie, sono ripartite equamente tra fustaia e bosco ceduo. Da osservazioni dirette e informazioni raccolte presso le ditte boschive locali, nell'area interessata il materiale legnoso attualmente proveniente dalle utilizzazioni forestali, sia nei boschi cedui che nelle fustaie, è interamente destinato alla produzione di energia (legna da ardere). Pertanto nel modello di stima applicato non sono previsti usi della biomassa legnosa ritraibile dal bosco diversi dalla destinazione energetica.

3. MODELLO DI ANALISI

La stima della quantità di biomassa legnosa ($t \text{ s.s. anno}^{-1}$) ritraibile per fini energetici è stata impostata sulla base di criteri di piena sostenibilità sul piano ecologico e tecnico. La metodologia di stima è basata sull'elaborazione, attraverso tecniche geomatiche, di database ambientali e dati dendroauxometrici funzionali a quantificare gli aspetti di seguito descritti.

i) *Produttività annua potenziale di biomassa legnosa per fini energetici*: rappresenta la quota parte di biomassa legnosa annualmente prodotta dai boschi presenti nel comprensorio indagato che può essere utilizzata in modo sostenibile, ovvero entro i limiti di naturale rinnovabilità della risorsa. Questa grandezza corrisponde al valore annuale dell'accrescimento in biomassa legnosa dei tipi forestali e colturali presenti nel comprensorio esaminato ed è stimabile attraverso l'incremento corrente di massa legnosa (I_c). Nel caso di studio la derivazione di tale grandezza è avvenuta tramite elaborazioni GIS della *Carta dei tipi forestali* del Lazio e del particellare assestamentale in formato digitale disponibile per il territorio di cinque comuni ricadenti nel Parco Naturale Regionale Monti

Tabella 1 – Valori di produttività annua potenziale dei tipi forestali nell'area di studio.

Tipo Forestale	Superficie (ha)	Produttività annua potenziale	
		Media ($t \text{ s.s. ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$)	Totale ($t \text{ s.s. anno}^{-1}$)
Castagneto (eutrofico) su depositi vulcanici	37,7	4,30	162
Castagneto dei substrati arenacei e marnosi	577,0	4,30	2.482
Cerreta acidofila e subacidofila collinare	44,7	2,63	117
Cerreta neutro-basifila collinare	160,6	3,97	637
Cerreta neutro-basifila submontana	1.474,6	2,63	3.880
Faggeta altomontana e rupestre	22,8	2,49	57
Faggeta montana eutrofica	11.748,4	4,34	51.040
Lecceta mesoxerofila	484,1	1,98	958
Orno-ostrieto e boscaglie a carpinella	106,9	3,55	380
Ostrieto mesofilo	8.689,0	4,77	41.704
Pineta di pino domestico	4,2	2,76	12
Querceto a roverella con cerro	702,4	3,08	2.167
Querceto a roverella mesoxerofilo	1.146,4	1,83	2.093
Rimboschimento di pini e/o altre conifere montane	1.013,4	3,05	3.092
Robinieta/ailanteto	11,9	2,67	32
Totale	26.282,0	3,42	110.230

Simbruini (Piani di Assestamento Forestale dei Comuni di Filettino, Jenne, Subiaco, Trevi nel Lazio, Vallepietra; periodo 1993-2002). Dai Piani di Assestamento Forestale sono stati estratti gli incrementi correnti per ciascuna particella forestale. La carta dei tipi forestali del Lazio è stata quindi sovrapposta al particellare, mediante *overlay* GIS, per determinare un valore medio di I_c da attribuire a ciascun poligono cartografato; a tal fine, a ciascun poligono cartografato, omogeneo per tipo forestale e forma di governo, è stato attribuito un valore di I_c calcolato come media, ponderata sulla superficie, dei valori di I_c delle particelle ricadenti nell'unità. Per le unità cartografiche non rappresentate all'interno del particellare dei piani di assestamento sono stati attribuiti valori medi di I_c delle corrispondenti categorie forestali stimati per il Lazio dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi di Carbonio (INFC, 2009). I valori di incremento corrente sono stati quindi trasformati in produttività annua potenziale (t s.s. ha⁻¹anno⁻¹) tramite l'applicazione di fattori d'espansione (BEF, Biomass expansion factor) e di valori di densità basale riferibili ai tipi forestali interessati (APAT, 2007). È stata quindi prodotta una mappa della produttività annua potenziale in formato *raster* con risoluzione di 20 m.

ii) *Produttività annua disponibile al prelievo, cioè al netto delle attuali limitazioni di prelievo per fini energetici*; non tutta la produttività annua potenziale è effettivamente ritraibile dal bosco e dunque destinabile alla produzione di energia; in un'ottica di sostenibilità ambientale delle utilizzazioni forestali è opportuno introdurre restrizioni al prelievo rispetto a quello potenziale, anche nelle condizioni stazionali più favorevoli alla meccanizzazione delle utilizzazioni forestali. I più recenti orientamenti in materia a livello europeo (EEA, 2006) raccomandano, anche nelle condizioni stazionali più favorevoli, di utilizzare una frazione della produttività annua potenziale, decrescente all'aumentare delle limitazioni stazionali. Questo approccio caute-

lativo è dettato dalla necessità di prevenire un impoverimento della fertilità del suolo connesso all'asportazione integrale della biomassa legnosa e degli scarti delle utilizzazioni forestali e di proteggere il suolo da processi di erosione. Al contempo, non tutti i soprassuoli forestali presentano condizioni di accessibilità idonee alla realizzazione di interventi di utilizzazione; è pertanto necessario tener conto dei caratteri di accessibilità (pendenza e della distanza dalle strade) che potrebbero ridurre la disponibilità di biomassa prelevabile (GARFÌ *et al.*, 2011; LASSERRE *et al.*, 2011).

Il modello di analisi applicato per la quantificazione della biomassa disponibile al prelievo riflette i suddetti criteri cautelativi e limitazioni collegate all'accessibilità dei soprassuoli forestali: la mappa *raster* della produttività annua potenziale (punto i) è stata moltiplicata per i fattori di riduzione riportati nella Tabella 2, che rappresentano un adattamento a livello locale dei criteri cautelativi proposti a livello europeo (EEA, 2006) e delle limitazioni di accessibilità definiti dal modello proposto da HIPPOLITI (1997). Le classi di pendenza e di distanza dalla viabilità sono state ricavate mediante elaborazioni GIS su modello digitale del terreno (risoluzione spaziale 20 m) e su uno strato vettoriale della viabilità ottenuto mediante digitalizzazione della viabilità (strade asfaltate, strade bianche e piste forestali) rilevabile sulle ortofoto ADS40 del 2008 (risoluzione spaziale inferiore a 1m) e sulla Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000).

Il prodotto finale delle elaborazioni è una della mappa della produttività annua disponibile al prelievo (Figura 1).

Tabella 2 – Fattori di riduzione applicati alla produttività potenziale per la valutazione della biomassa effettivamente disponibile al prelievo.

Pendenza	Distanza dalla viabilità			
	≤150 m	151-500 m	501-2500 m	> 2500 m
0%-20%	0,75	0,75	0,75	0,00
21%-30%	0,50	0,50	0,00	0,00
31%-50%	0,25	0,00	0,00	0,00
>50%	0,00	0,00	0,00	0,00

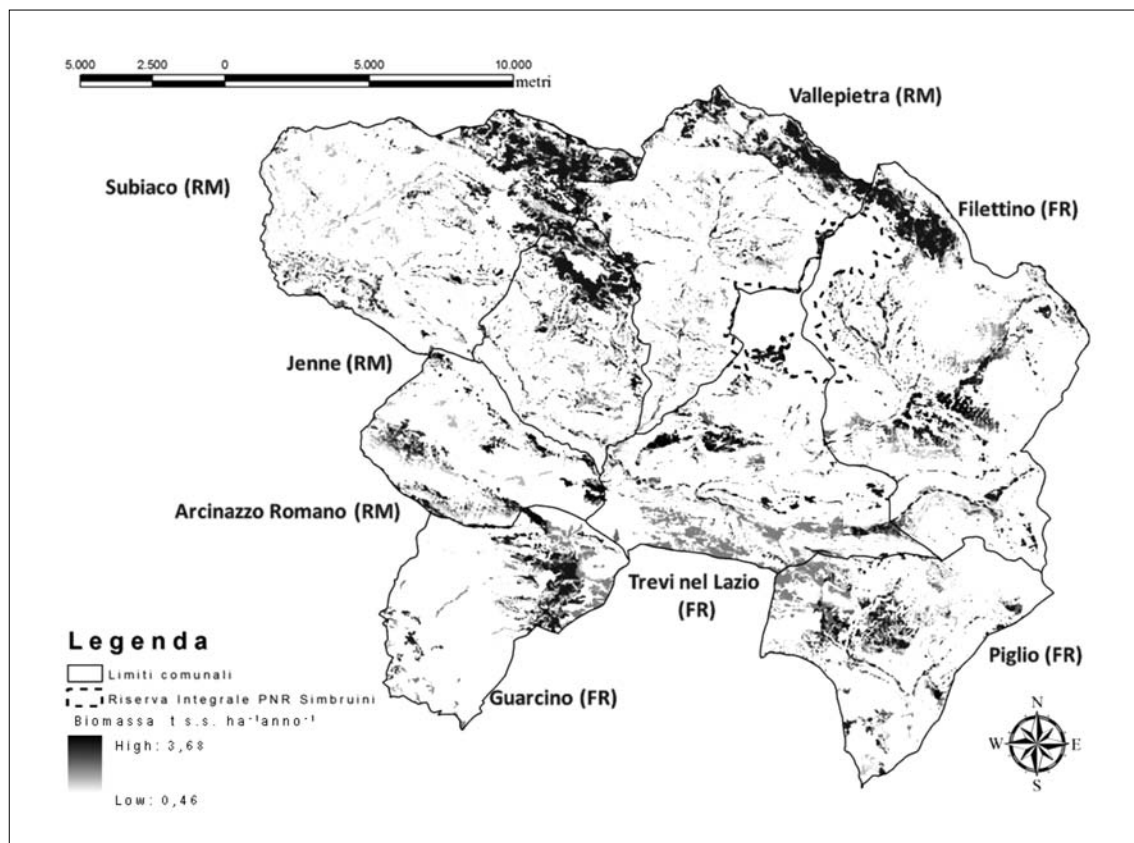


Figura 1 – Mappa della biomassa forestale annualmente prelevabile nell'area di studio.

4. RISULTATI

Per i boschi dell'Alta Valle dell'Aniene è stimato un incremento corrente in media pari a circa $4,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, di poco superiore ai valori riportati in ricerche analoghe condotte in Appennino (MAGNANI e CANTONI, 2005). La produttività annua potenziale di biomassa legnosa è mediamente pari a $3,4 \text{ t s.s. ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, per un totale di oltre $110.000 \text{ t s.s. anno}^{-1}$ nell'intero comprensorio (Tabella 1). L'applicazione del modello di stima comporta una significativa riduzione della biomassa ritraibile rispetto alla produttività annua potenziale, sia in termini di superfici forestali effettivamente disponibili al prelievo, in ragione delle condizioni di accessibilità, che in termini di biomassa ritraibile all'interno di tali superfici (Tabella 3). Nel complesso, la superficie forestale utilizzabile rappresenta il 38% della superficie fore-

stale totale del comprensorio (esclusa la zona con riserva integrale) e la biomassa legnosa annualmente prelevabile è pari a $21.025 \text{ t s.s. anno}^{-1}$, corrispondente al 18% della produttività annua potenziale globale, con valori unitari mediamente pari a $2 \text{ t s.s. ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$. Oltre il 40% della biomassa forestale disponibile al prelievo, pari a circa $8.900 \text{ t s.s. anno}^{-1}$, è localizzata nelle aree con migliori condizioni di accessibilità (pendenze inferiori al 20% e distanza da strade inferiore a 2.500 m). Queste aree, sarebbero ovviamente da privilegiare nella futura selezione di un bacino di approvvigionamento di una filiera legno-energia locale.

Le stime prodotte lasciano ampio margine di azione alle Amministrazioni in termini di opzioni progettuali percorribili nel comprensorio esaminato. Secondo una indagine condotta a livello locale sugli impianti di riscaldamento di utenze pubbliche (scuole, edifici comunali),

Tabella 3 – Quantitativi di biomassa forestale annualmente prelevabile secondo il modello di stima proposto.

Comune	Sup. forestale totale (ha)	Sup. forestale disponibile al prelievo/ Sup. forestale totale (%)	Biomassa forestale disponibile al prelievo (t s.s. anno ⁻¹)	Biomassa forestale disponibile al prelievo/ Produttività potenziale (%)
Arcinazzo Romano (FR)	1.666,0	43,0	1.433	20,7
Filettino (RM)	6.051,2	27,9	3.908	13,0
Guarcino (FR)	2.526,6	44,9	2.172	18,1
Jenne (RM)	2.444,7	42,5	2.372	22,5
Piglio (FR)	1.474,8	58,1	1.766	27,8
Subiaco (RM)	4.137,7	49,0	4.039	23,1
Trevi nel Lazio (FR)	3.487,2	36,7	2.584	18,5
Vallepietra (RM)	4.493,7	28,0	2.750	14,2
Totale	26.282,0	38,0	21.025	18,0

che presentano un consumo relativamente sostenuto di gasolio (15.000-20.000 Euro anno⁻¹) e caldaie di una potenza minima di almeno 200 kW, vi è convenienza economica a sostituire gli impianti tradizionali con impianti alimentati a biomassa forestale di pari potenza, con tempi di ammortizzazione relativamente brevi dell'investimento finanziario (2-8 anni, a seconda dei casi). A titolo di esempio, il fabbisogno termico complessivo per il riscaldamento di quattro edifici pubblici locali stimato pari a circa 1.500 KW anno⁻¹ termici può essere soddisfatto da circa 400 t s.s. anno⁻¹. Secondo una valutazione tecnico-economica condotta nell'area di studio (ANIENE GREEN NET, 2012) una filiera di raccolta della biomassa economicamente sostenibile dovrebbe essere dimensionata su almeno 4.000 t s.s. annue. Tale quantità sarebbe sufficiente ad avviare progetti pilota per coprire il fabbisogno energetico di sei impianti per la produzione di energia termica (caldaie di piccole dimensioni) a servizio di utenze pubbliche per una potenza totale di 1,5 MW termici e a garantire una autoproduzione di biomassa sufficiente per future nuove installazioni in utenze pubbliche e private.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il continuo aumento della domanda di energia e la modesta autosufficienza energetica del nostro Paese motivano gli orientamenti delle politiche energetiche dell'Italia, nel quadro degli impegni 20-20-20, verso un crescente

impiego di biomasse forestali in progetti di produzione energetica delocalizzata e sostenibile. Conseguentemente, emerge la necessità di pianificare "distretti energetici" sostenibili (CORONA *et al.*, 2011), verificando la possibilità di attivare filiere di produzione basate sulle reali capacità produttive del territorio, compatibili con i principi di tutela ambientale e con le esigenze di sviluppo delle popolazioni locali (NOCENTINI, 2011). Ciò ha stimolato lo sviluppo di metodologie di stima per produrre dati sufficientemente attendibili sulla disponibilità di biomasse forestali da destinare all'uso energetico (a esempio, GARFÌ *et al.*, 2011; LASERRE *et al.*, 2011; NOCENTINI *et al.*, 2011). Un confronto tra i diversi metodi di stima mette in luce che in un ambito geografico definito, a parità di condizioni ecologico-stazionali e di infrastrutturazione, la quantità di biomassa da destinare a una filiera energetica può variare sensibilmente a seconda dei vincoli imposti al prelievo delle risorse legnose (es. restrizioni al prelievo collegate ai regolamenti e alla zonizzazione nelle aree protette) o ai criteri con cui si stabilisce, in particolar modo nelle fustaie ove sono più frequenti gli usi competitivi della risorsa legno, la quota parte di biomassa destinabile alla produzione di energia (NOCENTINI *et al.*, 2011). È necessario in tal senso definire, caso per caso, criteri di sostenibilità nel prelievo agganciati al contesto socio-economico locale.

Il modello di analisi qui proposto evidenzia che, assumendo un approccio cautelativo al prelievo delle risorse legnose e tenuto conto dell'insieme dei vincoli e delle limitazioni ope-

ranti sul territorio esaminato (che costituisce un caso di studio rappresentativo di molte realtà forestali dell'Appennino centrale), solo una frazione nell'ordine del 18% del potenziale disponibile può essere effettivamente destinata alla produzione di energia. Peraltro, tale quantità di biomassa lascia ampio margine di azione alle Amministrazioni locali per sostenere iniziative di impiego di biomasse forestali per il riscaldamento di utenze pubbliche e private. Il modello proposto, pur cautelativo, fornisce risultati incoraggianti per attivare lo sviluppo di una filiera locale bosco-legno-energia, concentrando il bacino di approvvigionamento nelle aree con migliori condizioni di accessibilità. Nel caso di studio, pur nell'ipotesi di destinare anche solo un quarto della biomassa disponibile alla produzione di energia, si potrebbe implementare a livello locale una filiera di produzione del cippato di dimensioni sufficienti per alimentare impianti di riscaldamento di diverse decine di utenze pubbliche e private.

Iniziative di questo tipo si stanno già realizzando attraverso esperienze pilota in alcune Regioni del centro e nord Italia, quali, a esempio, impianti per il teleriscaldamento di edifici pubblici alimentati da cippato di provenienza locale (NOCENTINI *et al.*, 2007; BRUNORI, 2008; BARTOLOZZI e GALIPÒ, 2009). Questo tipo di progetti rappresenta un'opportunità concreta per lo sviluppo locale: risparmio dei costi energetici per i Comuni e i suoi cittadini, opportunità occupazionali a carattere locale (organizzazione o rafforzamento dei produttori locali di cippato), aumento della credibilità delle Amministrazioni per lo sforzo a favore della mitigazione dei cambiamenti climatici (BARTOLOZZI e GALIPÒ, 2011).

In questa direzione è comunque in genere necessario un rafforzamento della base imprenditoriale del settore primario (imprese forestali locali individuali o in forma aggregata), ai fini dell'organizzazione di una filiera di raccolta e vendita del cippato di produzione. Da sottolineare il fatto che la cippatura è già una operazione abbastanza diffusa nel territorio italiano e quindi in linea con le attuali richieste di mercato (NERI e PIEGAI, 2007).

Rapportando i valori di disponibilità media

stimati nel caso di studio qui presentato (circa 2 t s.s. ha⁻¹anno⁻¹) con il menzionato obiettivo del Piano di Azione nazionale per le energie rinnovabili (4 Mt s.s. anno⁻¹), si deduce che sarebbe necessario destinare circa 2 milioni di ettari ubicati in condizioni di pendenza e accessibilità idonei alle utilizzazioni forestali e con valori di disponibilità media in linea con quelli qui riscontrati, prioritariamente alla produzione di biomassa forestale per uso energetico. L'obiettivo appare teoricamente raggiungibile sotto il profilo tecnico, se si considera che secondo le stime dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2009) oltre 4.700.000 ha di bosco sono ubicati a distanze inferiori di 500 m dalla viabilità ordinaria e forestale e circa 3.900.000 ha sono situati in stazioni con pendenze inferiori al 40%. Peraltro, come accennato, il raggiungimento dell'obiettivo dipende largamente dal successo delle misure a sostegno dell'organizzazione di filiere corte per la produzione di biomasse a uso energetico, con particolare riferimento alle misure previste dall'asse I dei Piani per lo Sviluppo Rurale (PSR) 2007-2013 per interventi a favore della ripresa di economicità delle utilizzazioni forestali e l'acquisto di attrezzature per la lavorazione/trasformazione delle biomasse forestali.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la collaborazione e la disponibilità del PNR Monti Simbruini e delle Amministrazioni comunali di Arcinazzo Romano, Filettino, Guarcino, Jenne, Piglio, Subiaco, Trevi nel Lazio e Vallepietra per aver messo a disposizione la documentazione tecnica necessaria allo sviluppo dello studio.

SUMMARY

Forest biomass for heat energy generation: an analysis model for the Upper valley of Aniene River (Central Italy)

Italy's energy policy, in the framework of the 20-20-20 commitments, is oriented towards the increasing exploitation of wood biomass for local energy production projects; this is due to rising demand for energy and low self-sufficiency of the country. To support renewable en-

ergy targets in a sustainable way, reliable estimates on the wood biomass technically available for energy production are needed, taking into account local environmental and socio-economic constraints. This paper presents a case study aimed at assessing the wood biomass technically available for energy generation. The sample area is the forest (approximately 27.000 ha) of the Upper valley of Aniene River (Central Italy). The annual amount of wood biomass available for energy generation is estimated using a conservative model. It is based on environmental-compatible and sustainable wood harvesting criteria. The available wood biomass is approximately 18% (21.000 t s.s. year⁻¹) of the total forest productivity of the area, corresponding to about 2 t s.s. ha⁻¹year⁻¹. The overall biomass available in the most accessible areas is nearly 9.000 t s.s. year⁻¹. This would be enough to support the development of a local wood-fuel energy chain, to feed several heating plants of public and private buildings.

BIBLIOGRAFIA

- ANIENE GREEN NET, 2012 – *Percorso e strumenti per una Comunità Sostenibile nell'Alta Valle dell'Aniene. Studiare e Sviluppo, rapporto tecnico.*
- APAT, 2007 – *Italian Greenhouse Gas Inventory, 1990-2005. National Inventory Report 2007.* APAT, Miscelanea/2007.
- BARTOLOZZI L., GALIPÒ G., 2009 – *L'impianto di teleriscaldamento a biomasse nella Riserva Naturale Statale Biogenetica di Vallombrosa.* Atti del Convegno: "La gestione della difesa dagli incendi boschivi", 19-20 Giugno 2009, Vallombrosa. Edizioni Vallombrosa.
- BARTOLOZZI L., GALIPÒ G., 2011 – *La filiera foresta-legno-energia nelle aree protette: l'esperienza della R.N.B. di Vallombrosa.* L'Italia Forestale e Montana, 66 (4): 351-356. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.4.09>
- BLASI C., 1994 – *Fitoclimatologia del Lazio.* Fitosociologia, 27: 151-175.
- BRUNORI A., 2008 – *Legno ed energia. Come produrre energie con le biomasse legnose.* Edagricole.
- CORONA P., BARBATI A., FERRARI B., PORTOGHESI L., 2011 – *Pianificazione ecologica dei sistemi forestali.* Compagnia delle foreste, Arezzo. 206 p.
- EEA, 2006 – *How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?* EEA Report N. 7/2006.
- GARFÌ V., LASSERRE B., CHIRICI G., TONTI D., OTTAVIANO M., PULETTI N., PALOMBO C., MARCHETTI M., 2011 – *Stima spazialmente definita della produttività potenziale delle risorse agroforestali per uso energetico: il caso di studio della regione Molise.* L'Italia Forestale e Montana, 66 (4): 283-292. [10.4129/ifm.2011.4.03](http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.4.03)
- HIPPOLITI G., 1997 – *Appunti di meccanizzazione forestale.* Studio editoriale Fiorentino, Firenze.
- INFC, 2009 – *I caratteri quantitativi 2005* - parte 1, vers. 2. Autori: P. Gasparini, F. De Natale, L. Di Cosmo, C. Gagliano, I. Salvadori, G. Tabacchi e V. Tosi. Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. MiPAAF - Ispettorato Generale Corpo Forestale dello Stato, CRA-MPF, Trento.
- LASSERRE B., CHIRICI G., CHIAVETTA U., GARFÌ V., TOGNETTI R., DRIGO R., DI MARTINO P., MARCHETTI M., 2011 – *Assessment of potential bioenergy from coppice forests through the integration of remote sensing and field surveys.* Biomass and Bioenergy, 35: 716-724. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.10.013>
- MAGNANI F., CANTONI L., 2005 – *Biomasse forestali e produzione di energia: un caso di studio in Emilia-Romagna.* Forest@, 2: 7-11. <http://dx.doi.org/10.3832/efor0262-002>
- NERI F., PIEGAI F., 2007 – *Produttività e costi di trasformazione nell'utilizzazione di materiale legnoso in biomassa (chips).* L'Italia forestale e Montana, 62 (5/6): 385-398. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2007.5-6.06>
- NOCENTINI S., 2011 – *I distretti energetici agroforestali fra sostenibilità economica e tutela ambientale.* L'Italia Forestale e Montana, 66 (4): 263-266. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.4.01>
- NOCENTINI G., FRANCESCATO V., ANTONINI E., CASINI L., STRANIERI S., 2007 – *Le minireti di teleriscaldamento a cippato in Toscana. L'esperienza dei GAL toscani.* ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, Regione Toscana.
- NOCENTINI S., PULETTI N., TRAVAGLINI D., 2011 – *Pianificazione e uso sostenibile delle risorse forestali nella filiera legno-energia: una proposta metodologica.* L'Italia Forestale e Montana, 66 (4): 293-303. <http://dx.doi.org/10.4129/ifm.2011.4.04>