

## MODELLO DI VALUTAZIONE DELL'ATTITUDINE FISICA DEL TERRITORIO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI CEDUI DA BIOMASSA IN ITALIA <sup>(1)</sup>

*Le piantagioni governate a ceduo a turno breve (short rotation forestry – SRF) rappresentano il modello di arboricoltura da legno maggiormente idoneo alla produzione di biomassa lignocellulosica da destinare a usi energetici. La limitata disponibilità di risorse e la rete sempre più complessa di relazioni che coinvolgono l'uso del territorio pongono l'esigenza di una attenta programmazione territoriale di questo tipo di interventi. In questa prospettiva il presente contributo, dopo aver descritto l'attuale scenario produttivo delle colture SRF a scala nazionale, illustra lo sviluppo di un modello di classificazione del territorio volto a delineare, da un punto di vista dei requisiti ambientali, le unità territoriali maggiormente vocate. Il modello elaborato si riferisce alla metodologia generale della land suitability/land capability, implementato tramite analisi multicriteriale con logica sfocata in ambiente GIS. Nel complesso, gli ambiti territoriali idonei e marginalmente idonei per colture SRF in Italia risultano, rispettivamente, pari a circa 1301051 ha e 5380431 ha. Il modello di valutazione elaborato costituisce un utile strumento informativo a disposizione e supporto dei soggetti responsabili della programmazione agricolo-forestale e della pianificazione del territorio rurale.*

*Parole chiave:* cedui a corta rotazione; valutazione dell'attitudine potenziale del territorio; pianificazione del territorio.

*Key words:* short-rotation-forestry; land suitability assessment; land use planning.

### 1. INTRODUZIONE

Per una attenta pianificazione degli investimenti in arboricoltura da legno è necessaria una corretta analisi dell'idoneità fisica delle unità territoriali alle colture forestali prescelte. Di fatto, in Paesi come l'Italia la limitata

---

(\*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Via San Camillo de' Lellis, snc – 01100 Viterbo, Telefono: +39 0761 357425, e-mail: piermaria.corona@unitus.it, pagina web: [www.unitus.it/disafr](http://www.unitus.it/disafr)

(\*\*) Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Contrada Fonte Lapponi – 86090 Pesche (Isernia), Telefono: +39 0865 478906, Fax: +39 0865 478904, e-mail: [gherardo.chirici@unimol.it](mailto:gherardo.chirici@unimol.it), pagina web: [www.unimol.it](http://www.unimol.it)

<sup>1</sup> Lavoro svolto nell'ambito del progetto MIUR PRIN 2005 BIO\_FOR\_ENERGY «Modelli innovativi di gestione forestale per la produzione di biomasse per energia» (Coordinatore nazionale: O. Ciancio).

disponibilità di risorse e la rete sempre più complessa di relazioni che coinvolgono l'uso del territorio pongono l'esigenza di una localizzazione molto accurata di questo tipo di interventi, attraverso l'impiego di strumenti di pianificazione adeguati. In questa prospettiva, la diffusione dell'arboricoltura da biomassa (indicata con l'acronimo SRF, dal termine anglosassone *short rotation forestry*) può essere programmata a diversi livelli di scala territoriale, cercando di favorire la coesistenza di dimensioni produttive differenziate in modo da garantire l'efficacia di impiego dei fattori produttivi e delle risorse naturali coinvolte.

La tipologia più comune di colture SRF è rappresentata da piantagioni governate a ceduo, con alta densità di impianto (fino a oltre 10000 alberi ha<sup>-1</sup>) e turni molto brevi (1-4 anni), la cui diffusione ha avuto inizio a partire dagli anni sessanta in Nord America e nei paesi scandinavi, con un impulso significativo soprattutto negli anni settanta a seguito delle crisi petrolifere (BONARI e PICCIONI, 2006) e un recente rinnovato interesse a seguito del protocollo di Kyoto.

Nell'Europa mediterranea questo tipo di impianti è ancora in fase di introduzione. Peraltro, negli ultimi anni si è avuta una crescita significativa delle superfici interessate, grazie ad apposite incentivazioni previste da parte di alcune Regioni.

In questo contesto, dopo aver illustrato l'attuale scenario produttivo delle colture SRF in Italia, la presente nota ha lo scopo di presentare un modello di valutazione territoriale a scala nazionale sviluppato per delineare gli ambiti maggiormente idonei a ospitare impianti SRF. Obiettivo del lavoro è stato, in particolare, la messa a punto di una procedura di produzione di cartografie digitali delle aree vocate quale supporto operativo per i soggetti responsabili della programmazione agricolo-forestale e della pianificazione del territorio rurale.

## 2. SCENARIO PRODUTTIVO ATTUALE

Le superfici degli impianti SRF realizzati nel nostro Paese coprono oltre 5000 ha. La Lombardia è la regione con la maggiore superficie investita (3200 ettari di coltivazione di pioppi per biomassa); seguono il Veneto con circa 1200 ha, il Friuli con 250, il Piemonte con 140, l'Umbria con 90, le Marche con 60, l'Emilia Romagna con 40, il Lazio con 15, la Toscana con 10 e l'Abruzzo con 5 (BOCCASILE, 2007).

L'affinamento delle tecniche colturali e soprattutto l'opera di miglioramento genetico nell'ultimo quinquennio ha consentito di elevare le rese. Varie esperienze in ambiente padano (MARESCHI *et al.*, 2005; FACCIO-

TO *et al.*, 2006) dimostrano come gli ibridi selezionati per la pioppicoltura tradizionale non massimizzano la produzione, che in stazioni con fertilità da media a ottima si mantiene intorno a 8-12 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup> per turni biennali, mentre il materiale di pioppo appositamente selezionato per un rapido accrescimento giovanile riesce a raggiungere, nelle stesse condizioni pedoclimatiche, produzioni di 12-20 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup> in asciutta, con punte di 22 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup> (BOCCASILE, 2007). In zone irrigue le medie possono raggiungere 20-25 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>, con punte di 30 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup> (MARESCHI *et al.*, 2005). Prove condotte in impianti SRF nella provincia di Roma dimostrano la possibilità di coltivare le nuove selezioni di cloni di pioppo ottenendo produzioni di biomassa soddisfacenti senza irrigazione anche in Italia centrale, allungando il turno a tre anni (FACCIOTTO *et al.*, 2006).

Dal primo al secondo turno si ha in genere un aumento di produzione; per il terzo turno si può ipotizzare un mantenimento della produzione su livelli pari a quelli del secondo; successivamente la produttività tende a diminuire in conseguenza di una progressiva mortalità delle ceppaie (ALTENER BIOGUIDE, 1999; FACCIOTTO e MUGHINI, 2002).

Esperienze condotte in impianti di pioppo nella pianura litoranea toscana su terreni di media granulometria, con falda superficiale e fertilità tipica della bassa valle dell'Arno mostrano rese più elevate se si distanziano nel tempo i tagli (BONARI e PICCIONI, 2006): negli ambienti considerati, la frequenza annuale di taglio ha fatto registrare rese di poco meno di 10 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup> rispetto a turni biennali (circa 18 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>) e triennali (circa 20 t s.s. ha<sup>-1</sup>anno<sup>-1</sup>). Anche altri Autori confermano le complessive maggiori prestazioni produttive dei turni più lunghi (HERVE e CEULEMANS, 1996; LIESEBACH *et al.*, 1999; PROE *et al.*, 1999). Peraltro, a parità di altri fattori, l'allungamento del turno può avere riflessi negativi sulle possibilità di completa meccanizzazione della fase di raccolta del materiale prodotto.

### 3. SCENARIO POTENZIALE

Vari progetti e documenti affrontano il tema della potenzialità delle colture SRF in Italia: tra questi, a esempio, si segnalano il progetto Cofin-Murst 1998-2000 riguardante la selezione di specie e ibridi di pioppo per impianti SRF (SABATTI *et al.*, 2000), l'attività svolta nell'ambito del Progetto Bioenergy Farm 2001-2004 volta alla valutazione delle potenzialità produttive in Toscana, le attività svolte nell'ambito del Programma Nazionale Bio-combustibili (Probio). Non è comunque ancora disponibile un quadro omogeneo a livello nazionale sulle potenzialità di diffusione operativa delle colture SRF e la presente indagine ha mirato a colmare in parte questa lacu-

na con l'elaborazione di un modello georeferenziato di delineazione degli ambiti territoriali maggiormente vocati.

### 3.1 Materiali e metodi

La metodologia di riferimento è stata quella della *land suitability/land capability* (FAO, 1976) finalizzata alla stima del grado di idoneità di un dato ambito territoriale a un determinato uso del suolo. In particolare, l'indagine è stata condotta utilizzando un approccio basato sull'analisi multicriteriale (MCE) con logica sfocata (*fuzzy*) in ambiente GIS, per individuare le aree più o meno idonee per ciascuna delle specie considerate (specie *target*) sulla base delle relazioni tra le loro preferenze ecologiche e i principali fattori ambientali: per maggiori dettagli sugli aspetti metodologici dell'analisi MCE in ambiente GIS si rimanda a CHIRICI *et al.* (2007).

#### 3.1.1 Specie target

A seguito di varie esperienze, le specie arboree risultate maggiormente idonee per impianti SRF in Italia sono (FACCIOTTO, 2007): *Populus alba*; *P. x euramericana*; *Salix alba*; *Robinia pseudoacacia*.

Il genere più largamente impiegato nelle colture SRF è *Populus*, che riesce a fornire soddisfacenti produzioni di biomassa su vaste aree senza risentire di particolari limitazioni termiche come invece accade per gli eucalitti (che tra l'altro in coltura specializzata tendono a soffrire spesso di significativi problemi parassitari) o idriche come nel caso dei salici. Il genere *Populus* è caratterizzato da rapido accrescimento, facilità di propagazione agamica *in vivo* o *in vitro*, notevole diversità inter- e intra-specifica per molti caratteri di diversa natura (morfologica, fenologica, resistenza agli stress biotici e abiotici), presenza di specie interfeconde con raggiungimento della maturità sessuale in tempi brevi, facilità di impollinazione per la separazione dei sessi (specie dioiche), elevata prolificità. Vari cloni di pioppo espressamente selezionati per la produzione di biomassa sono iscritti in via provvisoria al Registro Nazionale dei Cloni Forestali: Monviso (*Populus x generosa x Populus nigra*), adatto a terreni difficili e resistente a carenze idriche del terreno; Sirio (*Populus x canadensis*), adatto a terreni argillosi, con buone produzioni; Pegaso (*Populus x generosa x Populus nigra*), con partenza vegetativa e raccolta tardiva; Marte e Saturno (*Populus alba*) tra i primi cloni selezionati per biomassa, adatti a terreni salini. La Commissione Nazionale per il Pioppo inoltre ha approvato per l'iscrizione in via provvisoria anche i cloni AF2 e Orion (83.148.041) mentre altri cloni di costituzione pubblica e privata sono in fase di sperimentazione con richiesta di iscrizione (BOCCASILE, 2007).

### 3.1.2 Fattori ambientali

I fattori ambientali inclusi nel modello elaborato sono stati selezionati sulla base di una approfondita analisi bibliografica e in riferimento a dati omogeneamente disponibili a livello nazionale: la scelta è stata infatti vincolata alla prioritaria necessità di un modello uniformemente applicabile a tutte le aree geografiche del nostro Paese (Tabella 1).

*Tabella 1* – Fattori ambientali presi in considerazione ai fini della valutazione dell'attitudine fisica del territorio per la realizzazione di piantagioni governate a ceduo per la produzione di biomassa.

– *Environmental factors adopted to assess the physical land suitability for short rotation coppice plantations.*

| <i>Fattore</i>                | <i>Unità di misura</i> |
|-------------------------------|------------------------|
| Temperatura media annua       | ° C                    |
| Precipitazione media annua    | mm                     |
| Distanza dalla costa          | m                      |
| Pendenza                      | %                      |
| Temperatura minima (assoluta) | ° C                    |
| Tessitura                     | classi tessiturali     |
| Profondità del suolo          | cm                     |

Oltre a fattori di tipo strettamente ecologico, di primaria importanza nella determinazione dell'idoneità stazionale rispetto alle preferenze di una data specie arborea, è stato tenuto conto anche di variabili quali la pendenza, come fattore di vincolo ai fini di una efficiente gestione degli impianti di arboricoltura da legno (CHIRICI *et al.*, 2002). Sono stati esclusi dall'analisi fattori di natura socio-economica in quanto, come accennato, l'obiettivo della ricerca è stata esclusivamente la valutazione dell'attitudine fisica degli ambiti territoriali considerati.

### 3.1.3 Strati informativi

Per ognuno dei fattori impiegati nella modellizzazione è stato preparato uno strato informativo georeferenziato, con risoluzione di 250 m, utilizzando come sistema geografico di riferimento UTM fuso 33 su datum WGS84.

I fattori climatici derivano dall'elaborazione di un database ottenuto dalla spazializzazione dei dati rilevati in oltre 200 stazioni in tutta Italia (BLASI *et al.*, 2007). La distanza dalla costa è stata calcolata tramite un algoritmo lineare a partire dai limiti di amministrativi nazionali. La pendenza è stata calcolata a partire da un modello digitale del terreno con passo originale di 75 m. I dati pedologici derivano da elaborazioni di informazioni reperite dal progetto Climagri dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria e

dalla banca dati costituita presso l'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo. I dati di uso/copertura del suolo sono quelli del progetto Corine Land Cover 2000 (CLC2000, MARICCHIOLO *et al.*, 2005).

### 3.1.4 Elaborazione

Per ciascun fattore ambientale e per ciascuna specie *target* sono state innanzitutto elaborate le funzioni che permettono di definire il grado di appartenenza all'insieme *fuzzy* di idoneità in una scala continua di valori nell'intervallo  $[0, 1]$ , dove 1 esprime un grado di idoneità ottimale del fattore rispetto alla data specie e 0 la non idoneità (Tabella 2). Queste funzioni sono state messe a punto sulla base delle valutazioni di un *panel* di cinque esperti appositamente costituito. L'applicazione di queste funzioni *fuzzy* agli strati informativi acquisiti ha permesso quindi di ottenere una serie di immagini che esprimono, per ciascun pixel e per ciascuna specie, il livello di idoneità in funzione di ciascun fattore ambientale.

I valori di idoneità riferiti ai singoli fattori sono stati successivamente combinati linearmente mediante pesi (*weighted linear combination*, vd. CHIRICI *et al.*, 2007) la cui assegnazione è stata effettuata dal *panel* di esperti con metodo comparativo a coppie (*matrice di Saaty*) e successivamente sottoposta ad analisi di congruità allo scopo di stabilizzare il *ranking* di valori ottenuti. Il prodotto finale della combinazione lineare pesata è un'immagine digitale che restituisce il complessivo valore *fuzzy* di idoneità di ciascun pixel, espresso nell'intervallo  $[0, 1]$ , per ciascuna specie considerata.

Una campagna di rilievi su 34 impianti SRF (Figura 1) ha permesso di sogliare i valori *fuzzy* di idoneità così ottenuti in tre classi, di cui la prima (*idoneità*, riferita a una produttività annua di biomassa mediamente superiore a  $12 \text{ t ha}^{-1}$ ) è concettualmente corrispondente alle classi S1 e S2 dello schema FAO (1976), la seconda (*idoneità marginale*, riferita a una produttività annua di biomassa mediamente tra  $8$  e  $12 \text{ t ha}^{-1}$ ) alla classe S3 e la terza (*non idoneità*, riferita a una produttività annua di biomassa mediamente inferiore a  $8 \text{ t ha}^{-1}$ ) alle classi N1 e N2. La sogliatura è avvenuta mediante confronto dei risultati produttivi effettivamente riscontrati rispetto al valore *fuzzy* predetto dal modello: (i) idoneità [valore *fuzzy* =  $0,9-1$ ]; (ii) idoneità marginale [valore *fuzzy* =  $0,7-0,89$ ]; (iii) non idoneità [valore *fuzzy* =  $0-0,69$ ].

L'ultima fase di elaborazione ha riguardato la derivazione di un prodotto cartografico vettoriale compatibile con la copertura CLC2000. Sono state innanzitutto escluse le aree per le quali non è ipotizzabile un cambiamento dell'attuale destinazione di uso in quanto destinate a coltivazioni economicamente più redditizie (ortive, fruttiferi, vite, olivo ecc.) rispetto alle colture SRF. Dal database CLC2000 sono stati quindi considerati i poli-

Tabella 2 – Funzioni di appartenenza fuzzy rappresentative delle condizioni di idoneità di coltivazione delle specie target rispetto ai fattori ambientali considerati (i codici delle classi di tessitura del suolo corrispondono a: 1, argilloso; 2, franco-argilloso; 3, franco; 4, franco-sabbioso; 5, sabbioso).

– Established fuzzy membership functions for each considered environmental factor and each target species (codes of the soil textural classes: 1, clay; 2, loam and clay; 3, loam; 4, silt; 5, sand).

|                                                | <i>Populus alba</i> | <i>Populus euroamericana</i> | <i>Robinia pseudoacacia</i> | <i>Salix alba</i> |
|------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Temperatura media annua                        |                     |                              |                             |                   |
| Precipitazione media annua                     |                     |                              |                             |                   |
| Temperatura minima invernale (minima assoluta) |                     |                              |                             |                   |
| Distanza dalla costa                           |                     |                              |                             |                   |
| Pendenza media                                 |                     |                              |                             |                   |
| Profondità del suolo                           |                     |                              |                             |                   |
| Tessitura del suolo                            |                     |                              |                             |                   |

goni delle seguenti classi di uso/copertura del suolo: seminativi in aree non irrigue (codice 211); prati stabili (codice 231); colture temporanee associate a colture permanenti (codice 241); sistemi colturali e particellari complessi (codice 242); aree agroforestali (codice 244). Dato il carattere relativamente intensivo delle colture SRF, sono stati esclusi anche i poligoni ricadenti in aree protette (rete EUAP) e in aree della rete Natura 2000. Per ciascuno dei rimanenti poligoni sono state estratte una serie di statistiche derivate dalla sogliatura dell'idoneità multicriteriale (*defuzzy*) e sono stati eliminati i poligoni con pixel tutti a idoneità nulla. Si è quindi proceduto ad attribuire ai restanti poligoni una classe di idoneità sulla base dei seguenti criteri: i poligoni puri, contenenti pixel tutti della stessa classe di idoneità, sono stati





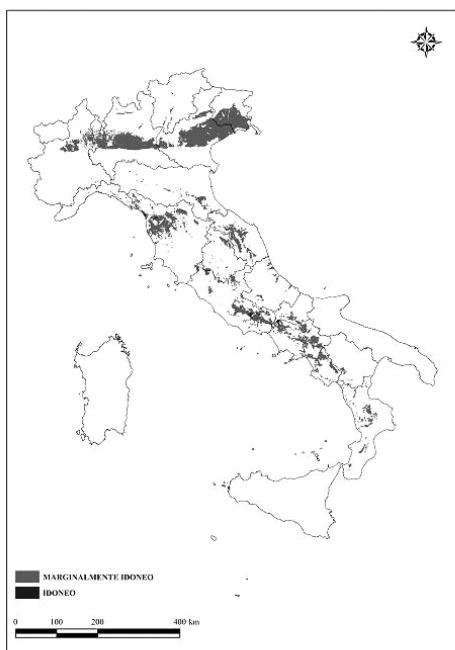
Figura 1 – Dislocazione geografica degli impianti visitati per la validazione del modello.  
– Geographical location of the plantations surveyed for model validation.

assegnati alla classe stessa; per i poligoni misti (contenenti pixel di classi di idoneità diverse), se la distribuzione di pixel con diversa idoneità era tale da giustificare una partizione interna del poligono si è proceduto a uno *split*, associando poi a ciascuna subarea l'appropriata classe; se la distribuzione dei pixel con diversa idoneità non aveva andamento tale da giustificare una partizione del poligono si è proceduto nell'assegnazione al poligono stesso della classe prevalente.

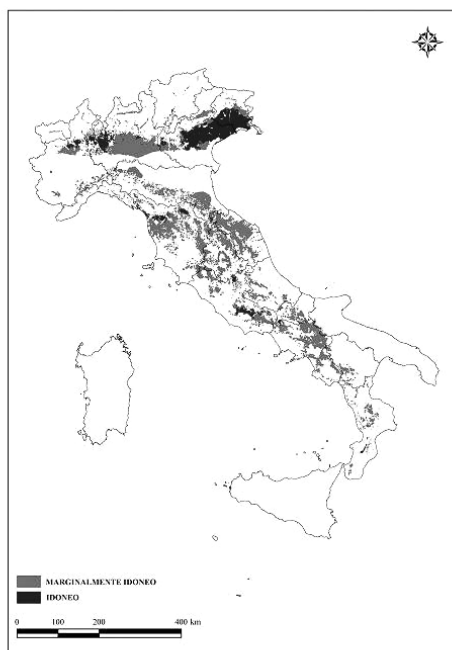
### 3.2 Risultati

Il risultato grafico dell'applicazione a scala nazionale del modello elaborato è riportato in Figura 2. Nel complesso, gli ambiti territoriali idonei, da un punto di vista fisico-ambientale, alla produzione di biomasse a

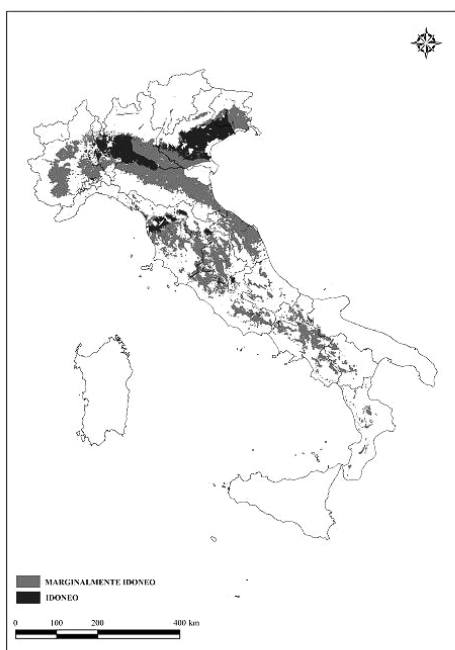




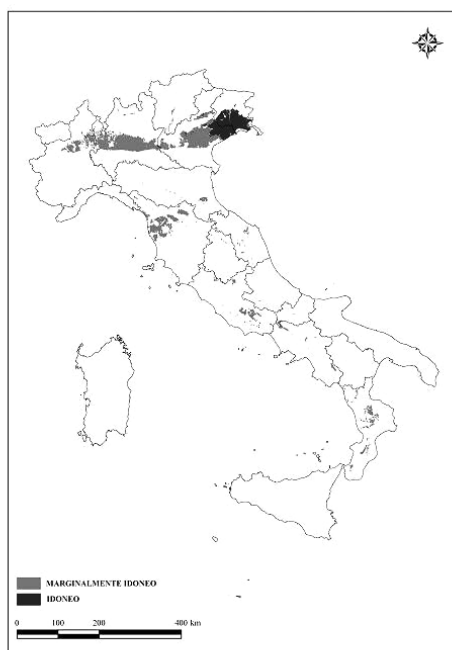
*Populus alba*



*Populus x euroamericana*



*Robinia pseudoacacia*



*Salix alba*

*Figura 2 – Ambiti territoriali idonei e marginalmente idonei per colture SRF in Italia.  
– Suitable and marginally suitable farmland for short rotation coppice plantations in Italy.*

fini energetici con impianti SRF risultano pari a 1301051 ha e quelli marginalmente idonei pari a 5380431 ha. Le aree maggiormente vocate si concentrano nell'Italia settentrionale, in particolare in pianura padana. Il Friuli Venezia Giulia, la Lombardia e il Veneto sono le regioni con il più alto grado di diffusione potenziale (Tabella 3).

*Tabella 3* – Ambiti territoriali idonei e marginalmente idonei in ciascuna Regione per colture SRF in Italia.

*– Suitable and marginally suitable farmland for short rotation coppice plantations in the Italian Regions.*

| <i>Regione</i>        | <i>Ambiti territoriali idonei (ha)</i> | <i>Ambiti territoriali marginalmente idonei (ha)</i> |
|-----------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Abruzzo               | 741                                    | 102853                                               |
| Basilicata            | 33                                     | 66570                                                |
| Calabria              | 4545                                   | 45716                                                |
| Campania              | 1440                                   | 316571                                               |
| Emilia-Romagna        | 2079                                   | 998156                                               |
| Friuli-Venezia Giulia | 540                                    | 262263                                               |
| Lazio                 | 58125                                  | 291568                                               |
| Liguria               | 1217                                   | 14018                                                |
| Lombardia             | 453042                                 | 712401                                               |
| Marche                | 4644                                   | 418454                                               |
| Molise                | 3913                                   | 59156                                                |
| Piemonte              | 46601                                  | 564785                                               |
| Puglia                | 0                                      | 20742                                                |
| Sardegna              | 0                                      | 0                                                    |
| Sicilia               | 0                                      | 0                                                    |
| Toscana               | 121412                                 | 510778                                               |
| Trentino-Alto Adige   | 1163                                   | 15280                                                |
| Umbria                | 7888                                   | 287229                                               |
| Valle d'Aosta         | 0                                      | 2438                                                 |
| Veneto                | 593668                                 | 691453                                               |

#### 4. CONCLUSIONI

Le biomasse legnose prodotte da colture SRF possono costituire una risorsa energetica importante, ma affinché le potenzialità produttive di questi impianti possano concretamente esprimersi occorre concentrare la coltivazione negli ambiti territoriali idonei.

In questa prospettiva con il presente studio è stato sviluppato un modello di valutazione dell'attitudine territoriale alla potenziale introduzione di cedui a turni brevissimi per la produzione di biomassa in Italia. La metodologia proposta è oggettivamente ripercorribile: a partire dagli stessi dati, il risultato è univoco. La logica operativa adottata è facilmente adatta-

bile anche ad applicazioni di maggior dettaglio rispetto alla scala qui considerata, posto che siano disponibili dati adeguati e omogenei per l'ambito geografico considerato.

Al di là dei valori quantitativi e della loro rappresentazione cartografica è opportuno sottolineare soprattutto l'aspetto qualitativo delle evidenze ottenute: la valutazione condotta va intesa nel senso di qualificazione georeferenziata prevalente per ambiti omogenei a scala vasta e in tal senso il modello elaborato può costituire un significativo contributo informativo e orientativo a disposizione e supporto dei soggetti responsabili della programmazione agricolo-forestale (vd. Piani di Sviluppo Rurale) e della pianificazione del territorio per la delineazione dei territori ove privilegiare le misure di incentivazione finanziaria degli impianti SRF.

#### RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare G. Facciotto, G. Minotta, G. Mughini, P. Paris e M. Sabatti per il supporto fornito come panel di esperti e M. Pagliai, M. Paolanti e L. Perini per le informazioni pedologiche.

#### SUMMARY

##### **Land suitability assessment of short rotation coppice plantations in Italy**

Limited financial resources and the complex network of socio-economical and ecological constraints which affect land uses in Italy require a careful selection of farmland areas where short rotation forestry can be fostered and, hence, the adoption of adequate planning tools. In this perspective, the aim of this research note is to develop a spatial model for assessing the physical suitability of the Italian territory to grow short rotation coppice plantations for energy biomass production. The model is based on a land suitability/land capability approach implemented by a GIS-based fuzzy MultiCriteria Evaluation process. Results show that in Italy suitable farmland for short rotation coppice plantations amounts to 1301051 ha, and marginally suitable farmland to 5380431 ha. The model outcome in form of digital maps can be easily used as a decision support tool by the regional agricultural and forest managers and rural planning decision makers.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALTENER-BIOGUIDE, 1999 – *Le coltivazioni da biomassa per un'energia alternativa*. Agricoltura, 47 (293): 57-99.
- BLASI C., CHIRICI G., CORONA P., MARCHETTI M., MASELLI F., PULETTI N., 2007 – *Spazializzazione di dati climatici a livello nazionale tramite modelli regressivi localizzati*. Forest@, 2: 213-219.

- BOCCASILE G., 2007 – *Il pioppo per la biomassa*. In: Commissione Nazionale per il Pioppo. Il libro bianco della pioppicoltura, Vegetalia, Cremona, p. 119-122.
- BONARI E., PICCIONI E., 2006 – *SRF di pioppo nella pianura litoranea toscana. Principali risultati di alcune esperienze a lungo periodo*. Sherwood, 128: 31-36.
- CHIRICI G., CORONA P., MARCHETTI M., TRAVAGLINI D., WOLF U., 2002 – *Modello di valutazione dell'attitudine fisica del territorio per la realizzazione di piantagioni di noce comune e di douglasia in Italia meridionale*. Monti e Boschi, 6: 25-31.
- CHIRICI G., CORONA P., SALVATI R., 2007 – *Land suitability for short rotation coppice plantation assessed through fuzzy membership functions*. CABI Publishing, Wallingford (in corso di stampa).
- FACCIOITTO G., MUGHINI G., 2002 – *Modelli culturali e produttività della selvicoltura da biomassa*. L'Informatore Agrario, 10: 95-98.
- FACCIOITTO G., BERGANTE S., LIOIA C., ROSSO L., MUGHINI G., ZENONE T., NERVO G., 2006 – *Produttività di cloni di pioppo e salice in piantagioni a turno breve*. Forest@, 2: 238-252.
- FACCIOITTO G., 2007 – *Cedui a turno breve per produzione di biomassa*. In: Commissione Nazionale per il Pioppo. Il libro bianco della pioppicoltura, Vegetalia, Cremona, p. 74-77.
- FAO, 1976 – *A framework for land evaluation*. Fao Soils Bulletin 32, Roma.
- HERVE C., CEULEMANS R., 1996 – *Short rotation coppiced vs non-coppiced poplar: a comparative study at two different fields sites*. Biomass and Bioenergy, 2-3: 139-150.
- LIESEBACH M., VON WUEHLISCH G., MUHS H.J., 1999 – *Aspen for short rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies*. Forest Ecology and Management, 121: 25-39.
- MARESCHI L., PARIS P., SABATTI M., NARDIN F., GIOVANARDI R., MANAZZONE S., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2005 – *Le nuove varietà di pioppo da biomassa garantiscono produttività interessanti*. L'Informatore Agrario, 18: 49-53.
- MARICCHIOLO C., SAMBUCINI V., PUGLIESE A., MUNAFÒ M., CECCHI G., RUSCO E., BLASI C., MARCHETTI M., CHIRICI G., CORONA P., 2005 – *La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000*. Rapporti APAT 61, Roma.
- PROE M.F., CRAIG J., GRIFFITHS J., WILSON A., REID A., 1999 – *Comparison of biomass production in coppice and single stem woodlands managements systems on an imperfectly drained gley soil in central Scotland*. Biomass and Bioenergy, 17: 41-151.
- SABATTI M., KUZMINSKY E., GIORDANO E., ANSELMINI N., SCARASCIA MUGNOZZA G., 2000 – *Esperienze di rinaturalizzazione di terreni agricoli in pianura padana mediante piantagioni forestali*. L'Italia Forestale e Montana, 4: 241-252.