

FLORA DE NATALE (*) - PATRIZIA GASPARINI (*)
VIRGINIA PUZZOLO (*) - VITTORIO TOSI (*)

STIMA DEL GRADO DI COPERTURA FORESTALE DA ORTOFOTO E APPLICAZIONE DELLA DEFINIZIONE DI BOSCO NEGLI INVENTARI FORESTALI

FDC 524.6 : 585 : 533

La definizione di bosco costituisce il punto di partenza per la valutazione delle risorse forestali ed è uno dei concetti chiave degli inventari forestali. In questo lavoro si confrontano le stime delle proporzioni di punti bosco, ottenute per campionamento su ortofoto distribuite su diverse zone del territorio nazionale, basate su due differenti definizioni: quella del primo Inventario Forestale Nazionale Italiano (IFNI85) e quella della FAO per il Forest Resources Assessment 2000 (FRA2000), che è stata adottata nel nuovo inventario forestale nazionale.

Dalla sperimentazione condotta si sono evidenziate soltanto delle lievi differenze (inferiori ad un punto percentuale) fra le stime delle proporzioni di punti bosco ottenute con le due definizioni. Queste sono dovute alle diverse soglie minime, relative al grado di copertura delle chiome e all'estensione, utilizzate nelle due definizioni. Riguardo alla soglia minima di copertura, il suo superamento è stato verificato mediante una misura diretta in ambiente GIS. Si è notato inoltre che l'abbassamento della soglia minima nella definizione FAO aumenta le difficoltà di classificazione nelle zone rade. È stata pertanto valutata l'applicabilità di procedure affidabili e nel contempo più speditive per la stima di tale parametro, basate su griglie di punti. L'applicazione delle griglie ha portato a risultati molto simili a quelli ottenuti con la misura diretta.

Dal presente studio emerge che la scelta di utilizzare la definizione FRA2000 nel nuovo inventario forestale nazionale non dovrebbe incidere significativamente sulla possibilità di confronto dei nuovi dati con quelli dell'IFNI85, conferendo però allo stesso tempo una valenza internazionale ai dati del nuovo inventario.

LA DEFINIZIONE DI BOSCO NEGLI INVENTARI FORESTALI

La definizione di bosco costituisce il punto di partenza per la valutazione delle risorse forestali¹ ed è uno dei concetti chiave degli inventari

(*) Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura, piazza Nicolini 6, 38050 Trento. Lavoro svolto dagli autori in parti uguali.

¹ Occorre chiarire che le definizioni in uso a fini statistici possono essere anche diverse da quelle giuridiche, determinate da precise disposizioni di legge a livello nazionale o regionale. A livello nazionale è attualmente in vigore la definizione normata dal D.L. 227/2001 in materia di orientamento e modernizzazione del settore forestale.

forestali. In sede di stesura di un progetto inventariale è indispensabile definire in modo chiaro ed univoco l'oggetto fisico dell'indagine, il *dominio inventariale* (ISAFA, 1998).

La definizione del dominio inventariale deve basarsi su criteri oggettivi che utilizzano attributi quantitativi con valori di soglia facilmente misurabili. I criteri solitamente impiegati per definire il bosco (o la superficie forestale) comprendono l'estensione minima, la copertura e la larghezza minima. In aggiunta a questi viene talvolta inserito anche il requisito di altezza minima del soprassuolo (a maturità) e, soprattutto nei paesi scandinavi, la produttività potenziale minima (EUROPEAN COMMISSION, 1997). Inoltre devono essere rese esplicite eventuali eccezioni alle regole generali, in modo da non lasciare dubbi circa la classificazione delle unità campionarie.

La definizione di bosco assume particolare importanza negli inventari su vasta scala per i quali il dato relativo alla superficie forestale è senza dubbio il più rilevante sia per un confronto fra diverse aree geografiche sia per il monitoraggio delle variazioni di superficie forestale (KLEINN, 1991). È importante quindi che una definizione inventariale, relativa a un territorio regionale o nazionale, sia concorde con i livelli di classificazione di ordine superiore e, possibilmente, con gli standard internazionali, anche in relazione al protocollo di Kyoto e ai successivi accordi di Bonn (2001) e Marrakesh (2002).

Nel nostro Paese sono state utilizzate diverse definizioni di bosco a fini inventariali sia a livello regionale che sub-regionale. A questo riguardo la Tabella 1 mostra i valori soglia impiegati nelle indagini fino ad oggi realizzate.

A livello nazionale, per il nuovo inventario forestale da poco avviato (Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio – INFC), è stata adottata la definizione di bosco della FAO, diversa da quella utilizzata per il precedente inventario (IFNI85). Al momento di definire il dominio inventariale, è prevalsa infatti l'esigenza di aderire agli standard

Tabella 1 – Criteri impiegati nella definizione di bosco degli inventari forestali regionali in Italia.
– Forest definition quantitative criteria used in the Italian regional forest inventories.

REGIONI	Area minima (m ²)	Copertura minima (%)	Larghezza minima (m)	Altezza minima (m)
Umbria, Lazio ¹ , Valle d'Aosta	2.000	20	20	–
Marche	2.000	20	20	5
Toscana, Veneto, Friuli V.G., Sardegna	5.000	10	20	5
Liguria, Emilia Romagna	5.000	20	20	3
Lombardia ¹	5.000	20	20	5

¹ Inventario forestale sub-regionale (provinciale/ parco naturale)

definiti a livello internazionale rispetto a quella, pure importante, di mantenere invariata la vecchia definizione, per garantire il confronto con i dati storici. Le due definizioni si differenziano in particolare per quanto riguarda le soglie minime di superficie e di copertura (vedi tabella 2).

Tabella 2 – Criteri impiegati nella definizione di bosco di IFNI85 e del nuovo inventario nazionale.
– Forest definition quantitative criteria used in IFNI85 and in the new national forest inventory.

CRITERIO	IFNI '85	FAO - FRA2000
Area minima (m ²)	2.000	5.000
Copertura minima (%)	20	10
Larghezza minima (m)	20	20
Altezza minima del soprassuolo (m)	–	5 a maturità <i>in situ</i>

Per IFNI85 (CASTELLANI *et al.*, 1983) la superficie forestale era connotata da un'estensione minima di 2.000 m², una copertura minima del 20% ed una larghezza minima di 20 m nel caso di forme allungate. La superficie forestale includeva, oltre ai boschi, le formazioni forestali particolari (riparie, rupestri e gli arbusteti) ed i popolamenti arborei a produzione legnosa e non legnosa.

La definizione della FAO adottata per il *Temperate and Boreal Forest Resources Assessment* dell'indagine 2000 (UN-ECE FAO, 1997), include nella superficie boscata i boschi e le altre terre boscate definiti come segue:

- Bosco: territorio con copertura arborea maggiore del 10% su un'estensione maggiore di 0,5 ha. Gli alberi devono raggiungere un'altezza minima di 5 m a maturità *in situ*. Eventuali fasce boscate devono presentare una larghezza maggiore di 20 m. Sono incluse le piantagioni e le aree temporaneamente prive di copertura arborea;
- Altre terre boscate: territorio con copertura del 5-10% di alberi capaci di raggiungere 5 m a maturità *in situ*, oppure con copertura di oltre il 10% di alberi o arbusti o cespugli non capaci di raggiungere 5 m a maturità *in situ*. Restano le stesse soglie minime di estensione e larghezza fissate per i boschi.

L'adozione di definizioni di bosco diverse per uno stesso territorio potrebbe portare a stime relative alla superficie forestale anche sensibilmente diverse, come è illustrato in figura 1.

Con la nuova definizione di bosco, infatti, verranno incluse nella superficie forestale molte formazioni rade, mentre verranno esclusi i boschi di piccole dimensioni che rientravano invece nella definizione IFNI85. Ad esempio un bosco con copertura pari al 25% e superficie pari a 3.000 m² soddisfaceva

Area (m ²)				
> 5.000	Non bosco per entrambe le definizioni	Boschi radi (Bosco solo per FRA2000)	Bosco per entrambe le definizioni	
2.000÷5.000			Boschi di superficie ridotta (Bosco solo per IFNI '85)	
< 2.000				
	≤10	10÷20	> 20	COPERTURA (%)

Figura 1 – Confronto della superficie del bosco secondo IFNI85 e FRA2000.
– Comparison of forest area according to IFNI85 and to FRA2000.

appieno i criteri per la vecchia definizione di bosco, ma non rientra nella nuova definizione (con riferimento alla figura 1 ricadrebbe nei «boschi di superficie ridotta»), viceversa un bosco molto rado, con copertura pari al 12%, ma che si estende per più di 5.000 m², rientra nella nuova definizione, ma non veniva considerato bosco per IFNI85 (con riferimento alla figura 1 ricadrebbe nei «boschi radi»). La verifica dell'entità dello scostamento tra le due definizioni inventariali in uso per il territorio nazionale costituisce l'obiettivo principale della sperimentazione attuata con il presente lavoro.

La letteratura esaminata ha messo in luce che nei paesaggi tipici degli ambienti mediterranei l'effetto dei cambiamenti di soglia nelle definizioni è molto più marcato rispetto ai paesaggi più omogenei, dove prevalgono formazioni forestali dense ed estese su vasti territori (TRAUB *et al.*, 1997; TRAUB *et al.*, 1999). In particolare, cambiamenti delle soglie minime di superficie e di larghezza incidono sulle stime delle superfici forestali nei paesaggi più frammentati, mentre variazioni delle soglie di copertura minima influenzano i risultati in presenza di formazioni forestali più rade. Entrambi questi caratteri sono tipici degli ambienti mediterranei e pertanto si è ritenuto importante verificare l'effetto del cambiamento di definizione sul territorio italiano.

Si sottolinea inoltre che l'abbassamento della soglia minima di copertura dal 20% al 10% dovuto al passaggio alla definizione FAO comporta maggiore soggettività nella classificazione a causa della difficoltà di individuare i confini del bosco nelle formazioni più rade. Questo rende ancora più importante definire delle procedure per una stima corretta del grado di copertura.

L'attuale diffusione dell'impiego di ortofoto digitali negli inventari forestali facilita la verifica del superamento delle soglie proprie delle definizioni di bosco, ma la misura a video del grado di copertura delle chiome risulta piuttosto laboriosa. Il grado di copertura viene pertanto generalmente stimato a vista per confronto con scale di densità, procedura che risulta affetta da un certo grado di soggettività. In questo studio si è voluto testare l'applicabilità di griglie di punti per la stima della copertura a fini inventariali. Le griglie di punti sono note in letteratura per la loro affidabilità sebbene in passato fossero ritenute di difficile applicazione (SPURR, 1952). La possibilità di effettuare la fotointerpretazione con l'ausilio dei GIS ne consentirebbe oggi un impiego più diffuso.

MATERIALI E METODI

Lo studio è stato condotto su 12 ortofoto in bianco e nero, relative a 12 regioni diverse, ben distribuite sul territorio nazionale, per un'estensione complessiva di 53.871 ha. Le ortofoto, in scala 1:10.000, sono state messe a disposizione dal Sistema Informativo della Montagna (SIM) del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali e fanno parte della copertura AGEA (ex AIMA) 1996/1997.

Le prove di classificazione hanno riguardato complessivamente un campione di 2.158 punti, distribuiti casualmente nelle maglie di un reticolo di lato 500 m (un punto ogni 25 ha) sovrapposto alle singole ortofoto.

All'interno di ciascun quadrato è stato preso un punto con campionamento casuale in modo da poter garantire nello stesso tempo sia la casualità del campione² che una buona distribuzione sull'intera ortofoto (FATTORINI, 2001). In questo modo, è stato ottenuto un campione di circa 180 punti per ortofoto.

Mediante foto-interpretazione in ambiente GIS, i punti sono stati classi-

² Le sezioni di ortofoto sono state individuate in maniera più o meno casuale (anche se non in senso rigorosamente statistico), facendo soltanto attenzione a prendere delle porzioni di territorio in cui il bosco fosse ben rappresentato.

ficati come *bosco* o *non bosco* secondo le due definizioni (IFNI85 e FRA2000). A tal fine sono stati considerati soltanto i criteri di superficie, larghezza minima e grado di copertura, mentre quello di altezza minima non è stato ritenuto applicabile, poiché questo parametro non è valutabile mediante ortofoto. La verifica del superamento delle soglie di superficie e larghezza è stata condotta tracciando i limiti del bosco e valutando l'estensione e la larghezza minima del poligono di bosco in cui ricadeva il punto. Il grado di copertura delle chiome è stato misurato come rapporto fra l'area complessivamente occupata dalle chiome (digitalizzata a video) all'interno di un'area di riferimento circolare pari a 2.000 m² nel caso della definizione IFNI85 e a 5.000 m² nell'altro caso, rispetto alla superficie dell'area di riferimento stessa.

Allo scopo di verificare l'efficacia del metodo di misura della copertura mediante griglie di punti, i valori di copertura ottenuti dalla misura diretta in ambiente GIS (come descritto sopra) sono stati poi confrontati con quelli derivati dall'uso di griglie a diverso passo di 5 e 10 m, basati sul rapporto fra il numero di punti intercettanti le chiome arboree ed il numero totale dei punti (Figura 2).

RISULTATI

In relazione al confronto fra le applicazioni delle due diverse definizioni di bosco, la figura 3 illustra in sintesi i risultati ottenuti dalla classificazione dei fotopunti nelle diverse ortofoto. Come si può notare il campione uti-

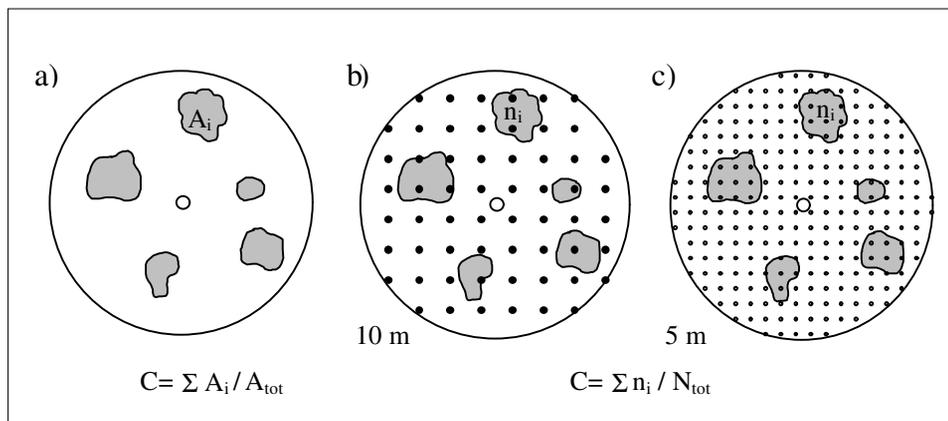


Figura 2 – Stima delle coperture (C) mediante misura diretta (a) e griglie di punti con passo 10 m (b) e 5 m (c). I poligoni grigi rappresentano le chiome arboree presenti nell'area di riferimento.

– Crown cover estimate (C) through direct measurement (a) and dot grids with spacing of 10 m (b) and 5 m (c). The grey polygons indicate the tree crowns staying in the reference plot.

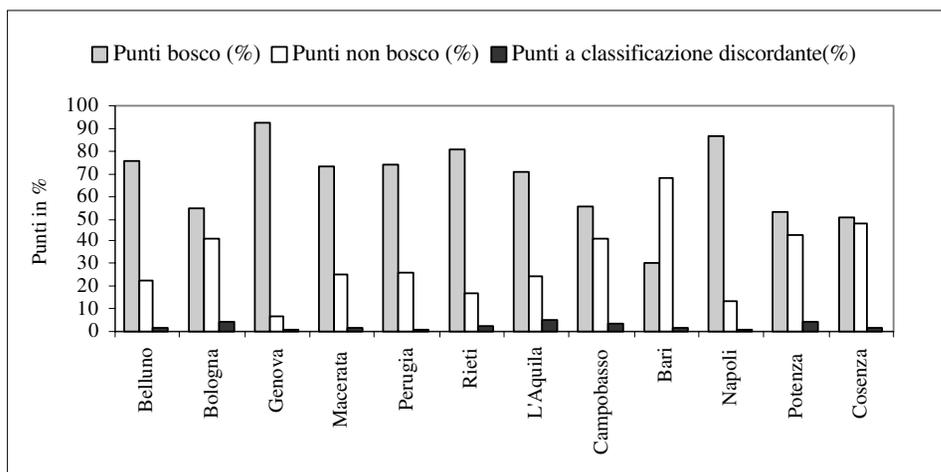


Figura 3 – Risultati ottenuti per ciascuna ortofoto applicando le due definizioni di bosco.
 – Results obtained for each ortho-photos using the two forest definitions.

lizzato riguarda aree con elevato coefficiente di boscosità, fatta eccezione per l'ortofoto della Puglia, in quanto l'obiettivo dello studio era proprio quello di evidenziare differenze relative alle stime delle superfici forestali. Si può osservare inoltre che la proporzione di punti classificati in modo diverso secondo le due definizioni (punti a classificazione discordante) si mantiene bassa per tutte le ortofoto considerate.

Complessivamente, dalla classificazione dei fotopunti secondo le due definizioni adottate, sono risultate due differenti stime della proporzione di bosco rispetto al totale. Come illustrato in tabella 3, l'applicazione della definizione di FRA2000 porta ad una stima della proporzione di bosco lievemente superiore rispetto a quella della definizione IFNI85. La differenza fra le due proporzioni è risultata infatti pari a 0,7%.

Al fine di verificare se tale differenza fosse statisticamente significativa, trattandosi di stime ottenute su di uno stesso campione di punti, è stato applicato il test di Mc Nemar per il confronto di proporzioni di dati appaiati (FLEISS, 1981). La statistica proposta ha una distribuzione di chi-quadrato con un grado di libertà ed in particolare è data da:

$$\chi^2 = (|b - c| - 1)^2 / (b + c)$$

dove b e c sono le frequenze assolute osservate nei casi in cui i risultati fra le due classificazioni sono discordanti. Come riportato in tabella 3, nel caso di studio i valori di b e c sono pari rispettivamente a 30 (punti bosco solo per FRA2000) e 14 (punti bosco solo per IFNI85).

Tabella 3 – Confronto fra i risultati ottenuti con le due definizioni di bosco.
– Results obtained applying the two forest definitions.

	Bosco IFNI85	Non bosco IFNI85	Totale FRA2000
Bosco FRA2000	1424	30	1454 (67,38%)
Non bosco FRA2000	14	690	704 (32,62%)
Totale IFNI85	1438 (66,64%)	720 (33,36%)	2158

Poiché il χ^2 è risultato pari a 5,11 corrispondente a $P=0.024$, la differenza fra le due stime è da ritenersi significativa al 97,6% di probabilità.

Riguardo alla verifica del superamento delle soglie di copertura, l'applicazione delle tre procedure sopra descritte (misura diretta a video e stima mediante griglie a passo di 10 e 5 m) ha portato a differenze molto piccole nei risultati ottenuti. Come si evince dalla tabella 4, le proporzioni di bosco stimate utilizzando le due diverse griglie per la verifica della soglia di copertura minima si discostano molto poco da quelle ottenute mediante la misura diretta del grado di copertura, sia per la definizione IFNI85, che per quella FRA2000, e le differenze variano da -0,1% a +0,3%. Lo scostamento relativamente più alto è stato rilevato per la griglia con passo di 5 metri, applicando la definizione di bosco FRA2000, ma si tratta comunque di valori molto prossimi allo zero.

Tabella 4 – Confronto fra i risultati dell'applicazione delle tre diverse procedure di stima della copertura per entrambe le definizioni di bosco.
– Results obtained applying the three different procedures of crown cover estimation for both forest definitions

	Misura diretta	Misura con griglia a passo 10 m	Misura con griglia a passo 5 m
Bosco IFNI85	66,64%	66,54%	66,54%
Bosco FRA2000	67,38%	67,28%	67,66%

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dal confronto fra le due proporzioni di bosco stimate secondo le due diverse definizioni, si sono evidenziate delle piccole differenze, minori di un punto percentuale. Tali differenze sono risultate statisticamente significative al 97,6% di probabilità.

In relazione all'effetto delle variazioni delle soglie minime di estensione e di copertura dovute al passaggio da una definizione all'altra, è stato notato che per i punti classificati bosco secondo IFNI85 e non bosco secondo FRA2000 la soglia minima di superficie è stata sempre determinante, mentre i casi opposti sono stati dovuti alla soglia minima di copertura. In teoria, le due soglie potrebbero anche incidere diversamente. Ad esempio un punto ricaduto in un piccolo nucleo più denso all'interno di un bosco molto rado, potrebbe essere classificato bosco per la vecchia definizione, ma non per la nuova, se non superasse la copertura minima del 10% su almeno 5.000 m². In altri casi potrebbe accadere che un punto caduto in una radura compresa fra 2.000 e 5.000 m² risulti non bosco secondo la vecchia definizione, ma bosco secondo la nuova. Tali evenienze sono tuttavia risultate molto più rare, almeno per il campione di dati analizzato (dove non si sono mai verificate), ed invece si evidenzia come la soglia più restrittiva in entrambi i casi abbia determinato gli scostamenti fra i due risultati. I punti risultati bosco solo per la vecchia definizione sono infatti ricaduti in boschetti di estensione più limitata, mentre quelli risultati bosco solo per la nuova definizione sono ricaduti nelle formazioni più aperte.

L'effetto inverso dei due cambiamenti di soglia rispettivamente riguardo alla superficie ed alla copertura fra le due diverse definizioni, che da un lato diventano più restrittive per la superficie incidendo sui paesaggi più frammentati e dall'altro diventano meno restrittive per la copertura, includendo nei boschi anche le formazioni più aperte, comporta sicuramente una certa compensazione fra i due fenomeni, anche se permane una lieve differenza. Tale differenza è comunque solo dell'ordine di un punto percentuale in più per la nuova definizione, statisticamente significativa al 97,6%. Probabilmente all'effetto dell'abbassamento della soglia minima di copertura si è sommato quello dell'estensione dell'area minima sulla quale viene stimata tale copertura, che secondo KLEINN (2001) comporta comunque un aumento della proporzione dei punti classificati come bosco.

Le differenze fra le stime delle proporzioni di punti bosco secondo le due definizioni osservate nel presente studio risultano tuttavia trascurabili se rapportate ai valori riportati in letteratura in studi analoghi condotti confrontando le diverse definizioni europee mediante simulazione di paesaggi forestali. In uno di questi studi sono state osservate anche differenze del 14% in paesaggi mediterranei (TRAUB *et al.*, 1997), mentre un altro lavoro riporta un *range* di differenze che va da 1,23% per paesaggi meno frammentati fino a 24,92% per paesaggi aperti e frammentati (TRAUB *et al.*, 1999).

Si può concludere che le differenze nelle due definizioni poste a confronto non sembrano molto rilevanti in quanto non incidono in modo

determinante sulla stima della superficie forestale. Almeno per quanto risulta dal campione analizzato, si può quindi affermare che il passaggio alla nuova definizione per il prossimo inventario forestale non dovrebbe compromettere la possibilità di confronto dei nuovi dati con quelli dell'IFNI85, conferendo allo stesso tempo una valenza internazionale ai dati del nuovo inventario.

Si ritiene comunque che siano necessari ulteriori approfondimenti, soprattutto per conoscere l'effetto del passaggio alla nuova definizione a livello locale, nei paesaggi più tipici degli ambienti mediterranei, con boschi aperti e frammentati. Tali situazioni erano infatti soltanto in parte rappresentate nel territorio esaminato dal presente studio, perché l'obiettivo del lavoro era di analizzare il fenomeno nel suo complesso su diversi paesaggi che fossero rappresentativi del territorio italiano.

L'applicazione infine delle tre diverse procedure utilizzate per la stima del grado di copertura delle chiome ha portato a dei risultati molto simili: considerando la misura diretta a video come valore più attendibile, le misure mediante griglia di punti si discostano al massimo di 0,3%. La griglia di punti per la stima della copertura si conferma pertanto uno strumento utile e affidabile così come riportato in letteratura (LOETSCH e HALLER, 1973). Inoltre, considerando che non sono state osservate differenze nei risultati ottenuti con le due diverse griglie, si ritiene più adatta ai fini inventariali la griglia a passo 10 m, che consente di disporre un numero minimo di 20-30 punti nelle immediate vicinanze del punto di campionamento (SPURR, 1952) e permette allo stesso tempo una misura più speditiva rispetto a quella ottenibile con passo 5 m.

Con l'abbassamento della soglia minima di copertura al 10%, dovuto all'adozione della definizione FAO, nelle formazioni molto rade risulta spesso difficile seguire criteri oggettivi per la classificazione del bosco e l'adozione della griglia di punti potrebbe diventare uno strumento indispensabile per prendere decisioni condivise sulla classificazione a bosco di tali formazioni.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la dott.ssa Maria Picci per i preziosi suggerimenti relativi all'elaborazione statistica e i responsabili del Sistema Informativo della Montagna che ci hanno gentilmente messo a disposizione le ortofoto su cui sono state condotte le prove.

SUMMARY

Crown cover estimate on ortho-photos and application of forest definition in forest inventories

Forest area definition is the starting point for forest resource assessment and is one of the key issues in forest inventories. In this paper, the forest area definitions used for the first Italian National Forest Inventory (IFNI85) and that of the FAO - Forest Resources Assessment 2000 (FRA2000) have been compared analysing a sample of photo-plots distributed on different regions of Italy. The differences between the forest proportions obtained applying the two definitions, due to the different minimum threshold values of crown cover and of forest size, were very little, approximately 1%. Crown cover for each sample has been computed digitizing crown limits in GIS environment to reliably assess if minimum coverage threshold was met for each classification. Moreover, the lower cover threshold value of the FAO definition makes more difficult the classification of open areas. The applicability of reliable and less time consuming procedures for crown cover measuring, based on dot grids has been evaluated. The crown cover values estimated by dot grids were similar to those obtained digitizing crown limits on the ortho-photos.

This study showed that the use of the FRA2000 definition of forest for the new national forest inventory should not significantly affect the comparisons of the new inventory data with the oldest ones (IFNI85 data), moreover the new data would be comparable on the international level.

BIBLIOGRAFIA

- CASTELLANI C., SCRINZI G., TABACCHI G., TOSI V., 1983 – *Inventario Forestale Nazionale Italiano. Istruzioni per le squadre di rilevamento*. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura. Trento, 172 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 1997 – *Study on European Forestry Information and Communication System - Report on forestry inventory and survey systems*. Vol. 1-2, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 1328 pp.
- FATTORINI L., 2001 – *Design-based and model-based inference in forest inventories*. Comunicazioni di Ricerca dell'ISAFSA, 2001/2:13-23.
- FLEISS, J.L. 1981 – *Statistical methods for rates and proportions*. John Wiley & Sons, Inc., 321 pp.
- ISAFSA, 1998 – *2° Inventario forestale nazionale. Studio di fattibilità*. Istituto Sperimentale per l'Assestamento Forestale e per l'Alpicoltura. Ministero per le Politiche Agricole. Trento, 201 pp.
- KLEINN C., 1991 – *Zum Waldbegriff in forstlichen Großrauminventuren*. Allgemeine Forst und Jagdzeitung, 162: 201-210.
- KLEINN C., 2001 – *A cautionary note on the minimum crown cover criterion in forest definitions*. Canadian Journal of Forest Research - Revue Canadienne de Recherche Forestiere 31 (2): 350-356

- LOETSCH F., HALLER K.E., 1973 – *Forest Inventory*. BLV Verlagsgesellschaft, Monaco. Vol. 1
- SPURR S.H., 1952 – *Forest Inventory*. The Ronald Press Company, New York, 476 pp.
- TRAUB B., KÖHL M., PÄIVINEN R., 1997 – *Simulation Study*. In European Commission: «Study on European Forestry Information and Communication System - Report on forestry inventory and survey systems». Vol. 1-2, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- TRAUB B., KÖHL M., PÄIVINEN R., KÜGLER O., 1999 – *Effects of different definitions on forest area estimation in national forest inventories in Europe*. In Proceedings of «Integrated Tools for Natural Resources Inventories in the 21st Century», Boise, Idaho 16-20 agosto 1998: 176-184.
- UN-ECE FAO, 1997 – *Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000. Terms and Definitions*. United Nations, New York and Geneva, 13 p.