

INFLUENZA DEGLI ALBERI FUORI FORESTA SUL PAESAGGIO AGRO-FORESTALE

Marco Ottaviano¹, Daniela Tonti¹, Paolo Di Martino¹, Gherardo Chirici², Marco Marchetti¹

¹Dipartimento di Bioscienze e Territorio, Laboratorio Natural Resources and Environmental Planning, Università degli Studi del Molise, Pesche (IS); ottaviano@unimol.it

²Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università degli Studi di Firenze, geoLAB Laboratorio di Geomatica, Firenze (FI)

Si stima che la metà delle aree agricole mondiali (più di 1 miliardo di ettari) presenti una copertura arborea superiore al 10% costituita in gran parte da alberi fuori foresta (AFF): alberi sparsi, filari stradali e ripariali e piccoli nuclei boscati, che svolgono molteplici e diversificate funzioni. Tra le più rilevanti si ricorda la produzione di legname da opera e da ardere, la produzione di foraggio e di ricovero per le greggi, i positivi effetti nella mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso lo stoccaggio di gas a effetto serra, la protezione del suolo dai dissesti idrogeologici e la protezione della qualità delle acque, la conservazione della biodiversità animale e vegetale. Nel contesto scientifico nazionale e internazionale si è affermato il concetto di connettività degli ambienti naturali e semi-naturali come un indicatore chiave del livello di naturalità e di biodiversità a scala di paesaggio. Sono stati selezionati due contesti paesaggistici del Molise: uno a forte vocazione silvo-pastorale (Alto Molise) (25000 ettari) e uno a forte vocazione agricola (Basso Molise) (27000 ettari). È stato eseguito un censimento cartografico di tutti gli AFF, il pattern paesistico della superficie forestale con e senza l'inclusione degli AFF è stato esaminato attraverso un'analisi di morfologia spaziale (MSPA), che ha evidenziato un diverso ruolo svolto dagli AFF sulla connettività degli ambienti naturali e semi-naturali nei due contesti analizzati. In basso Molise gli AFF sono elementi di potenziale connettività, mancando vere e proprie aree *Core*, mentre in Alto Molise svolgono funzioni di connessioni tra patch anche di notevoli dimensioni.

Parole chiave: Alberi Fuori Foresta, paesaggio, connettività.

Keywords: Tree Outside Forest, landscape, connectivity.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mo-inf>

1. Introduzione e obiettivi

Il termine alberi fuori foresta (AFF) (ToF trees outside forest) è nato come neologismo nell'ambito della FAO *Expert Consultation on Global Forest Resources Assessment* 2000 nel 1996 il cui obiettivo era di valutare la disponibilità d'informazioni sui temi delle risorse forestali (Paletto *et al.*, 2006). Per una vera definizione di AFF si fa riferimento alla codifica FAO FRA2000 (FAO, 2001), recepita anche dall'attuale INFC (*Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali del Carbonio*) e per cui per AFF si intendono gli alberi non appartenenti alla categoria "terre forestali" e "altre terre boscate" e gli alberi su terre aventi le caratteristiche di Foresta e Altre Terre Boscate ma rientranti nei casi seguenti:

- Superficie inferiore a 0,5 ha, oppure:
- Alberi capaci di raggiungere un'altezza di almeno 5 m a maturità in situ ma con densità inferiore al 5%, oppure:
- Gli alberi che non raggiungono un'altezza di 5 m a maturità in situ ma con densità inferiore al 10%, oppure:
- Formazioni lineari e riparie di meno di 20 m di larghezza.

La presenza degli AFF può essere riscontrata in una vasta gamma di paesaggi antropici e con diversi pattern spaziali (FAO, 2013a), nelle aree agricole in particolare

forniscono diversi beni e servizi ambientali. Essi possono fornire legname (per uso diverso), foraggio o prodotti alimentari. I servizi ambientali che forniscono riguardano la protezione delle acque, la prevenzione dall'erosione dei suoli, la protezione dalle condizioni meteorologiche avverse, la mitigazione dei cambiamenti climatici, la conservazione della biodiversità, infine, la loro presenza può fornire ulteriori servizi socioculturali (inclusi valori estetici e psicologici) (Paletto e Chincarini, 2012). Da qui si deduce come gli AFF all'interno dei paesaggi non solo agricoli rivestono un ruolo importante rappresentando una risorsa multifunzionale (Paletto *et al.*, 2006). L'importanza economica, sociale e ambientale degli AFF alle diverse scale: locale, nazionale e internazionale è ancora più evidente nell'attuale situazione dei cambiamenti climatici a scala globale (FAO, 2013a).

La caratterizzazione quali-quantitativa degli AFF diventa quindi utile ai fini di valorizzarne il ruolo e quantificarne anche il contributo in termini di servizi ecosistemici per una corretta e sostenibile gestione territoriale integrata (Corona *et al.*, 2009). La FAO ha posto l'accento sull'importanza del monitoraggio (stato e cambiamenti nel tempo) degli AFF dalla scala internazionale a quella nazionale e sub-nazionale, alla scala regionale e aziendale (FAO, 2013b).

I criteri definizione degli AFF sono spesso molto diversi, basandosi di solito sull'uso del suolo e/o criteri di copertura di quest'ultimo, con valutazioni di solito a scala nazionale o sovranazionale. Mancano del tutto delle valutazioni a scala locale, regionale o sub-regionale. Inoltre, molte delle valutazioni a scala nazionale sono realizzate prevalentemente solo per soddisfare gli obblighi che tali paesi hanno giacché membri delle Nazioni Unite e firmatari di una o più delle tre convenzioni internazionali relative alle foreste, alberi e altre risorse biologiche (UNFCCC, CBD 1992, UNCCD). Un recente studio (Zomer *et al.*, 2009) ha dimostrato l'importanza degli AFF su scala globale, in particolare di quelli localizzati su terreni agricoli. Circa 10 milioni di km² di superficie agricola (46% del totale dei "terreni agricoli" mondiali) presenta una copertura arborea superiore al 10%. Numerosi paesi europei, tra i quali Francia e Gran Bretagna (Wong, 2001; Belouard, 2002), ed extraeuropei, come il Ghana (Asamoah-Boateng, 2003) hanno sviluppato metodi di raccolta dati per stime sugli AFF. In Italia sono stati in passato realizzati due inventari degli AFF a scala locale, uno concentrato sui filari di piante da legno della pianura lombarda ed emiliana (Lapietra *et al.*, 1985) ed uno avente come oggetto le formazioni boscate lineari del Piemonte (Giannetti *et al.*, 2004). Più recentemente è stato realizzato un lavoro sulle formazioni lineari e dei boschetti in Lazio, Marche, Toscana e Umbria su base inventariale (Paletto *et al.*, 2006) e un altro lavoro in cui si è analizzato il ruolo che le formazioni lineari in particolare svolgono nella conservazione di habitat e di specie nella Regione Veneto, considerando l'analisi di alcuni indicatori MCPFE (Paletto e Chincarini, 2012). Non è stato però finora indagato il ruolo che gli AFF svolgono nella connettività tra gli habitat a scala di paesaggio. In questo lavoro si è voluta eseguire una prima indagine sul ruolo svolto dagli AFF (filari, boschetti) nella connettività tra gli habitat in paesaggi agro-forestali confrontando due territori della Regione Molise, il primo a forte vocazione forestale e il secondo a forte vocazione agricola. Il lavoro ha previsto la mappatura degli AFF presenti, la classificazione del pattern spaziale forestale dei due territori ed il calcolo e l'analisi di un indice di connettività a scala di paesaggio.

2. Materiali e metodi

L'area di studio corrisponde a due diversi territori della Regione Molise che differiscono per l'uso del suolo principale (Fig. 1). Esse hanno una superficie simile e circoscritta da limiti amministrativi comunali. La prima area definita Alto Molise (25300 ha), è localizzata in una zona della Regione in cui l'indice di boscosità è di circa l'1% (0.68) (Chirici *et al.*, 2011). L'area è posta a Nord-Ovest, a confine con la Regione Abruzzo ed è prevalentemente montuosa. Essa comprende i limiti di sette amministrazioni comunali: San Pietro Avellana, Vastogirardi, Carovilli, Roccasicura, Pietrabbondante, Pescocostanzo e Chiauci. Il bosco in quest'area rappresenta il 35% della superficie totale analizzata. La restante parte di territorio è costituito da prati stabili e da foraggiere

per il 34% della superficie totale, dai cespuglieti (10% circa) e dalle aree a vegetazione rada (7% circa).

La seconda area, definita Basso Molise, ha una superficie di circa 27100 ha, è caratterizzata da un paesaggio prevalentemente collinare a matrice agricola (circa l'83% dell'intero territorio), che degrada man mano che ci si avvicina alla costa, solo il 2% di superfici boscate e ambienti semi-naturali. Cinque sono i Comuni che la delimitano: Montenero di Bisaccia, Petacciato, Termoli, San Giacomo degli Schiavoni e Campomarino.

La prima fase del lavoro è consistita nella mappatura degli AFF realizzata in ambiente GIS, per fotointerpretazione di ortofoto digitali a colori ADS40 del 2007 individuando e delimitando i gruppi di alberi o boschetti non appartenenti alle categorie "foreste" o "altre terre boscate" secondo le seguenti soglie minime:

- superficie minima 50 m²;
- alberi sparsi capaci di raggiungere un'altezza di almeno 5 m a maturità in situ e con densità non inferiore al 10%;
- formazioni forestali lineari (FFL) e le formazioni riparie di larghezza inferiore a 20 m e lunghezza minima di 50 metri.

Per agevolare il lavoro di fotointerpretazione, gli AFF sono stati mappati all'interno di una maglia esagonale di 1 km², per un totale di 671, mascherando le categorie forestali con la Carta delle Tipologie forestali della Regione Molise (scala 1:10000) (Chirici *et al.*, 2011).

I filari e i boschetti sono stati rispettivamente acquisiti come polilinee e poligoni. Agli elementi lineari è stato in seguito applicato un buffer topologico variabile in base alla larghezza del filare (di 5, 10, 15 o 20 metri).

La mappatura degli AFF è stata quindi integrata con la mappa delle tipologie forestali per le due aree d'indagine.

Il set di dati vettoriali è stato poi trasformato in un set di dati di tipo raster con risoluzione spaziale di 5 metri, sulla cui base per le due aree è stata svolta l'analisi morfologica del pattern spaziale forestale con gli AFF e senza gli AFF, inseriti nel paesaggio attraverso l'utilizzo dell'algoritmo dell'analisi morfologica spaziale (MSPA *Morphological Spatial Pattern Analysis*) presente in GUIDOS (Vogt, 2009). Esso classifica il pattern spaziale del paesaggio forestale in sette classi principali: *core*, *edge*, *perforation*, *bridge*, *loop*, *branch* e *fleck* (o *islet*). Le *core area* (o aree centrali) e le *fleck* o *islet* (o patch) in un'ottica di rete ecologica ne rappresentano i nodi (Vogt, 2009).

In questo lavoro è stata posta una profondità del margine di 100 metri così come definito per l'analisi del pattern spaziale forestale nell'ambito del progetto *Linking and harmonizing forest spatial pattern analyses at European, national and regional scales for a better characterization of forest vulnerability and resilience* (Tonti *et al.*, 2010).

Il pattern spaziale forestale delle due aree di studio è stato dunque analizzato quantitativamente e sono stati confrontati i risultati della classificazione del paesaggio con e senza la presenza degli AFF.

L'analisi della connettività a scala di paesaggio per le due aree di studio e per i due paesaggi (con e senza l'inserimento degli AFF) è stata sempre eseguita con GUIDOS trasformando il risultato della MSPA in network e utilizzando come approccio la teoria dei grafi

(Saura e Torné, 2009). Una rete è costituita da “*nodi*” (rappresentati dalle *core area* e dalle *patch* isolate) e “*link*” (rappresentati dagli elementi classificati come *bridge* nella MSPA, che connettono le aree *core*). Gli altri elementi classificati nella MSPA sono ignorati nel network. Un insieme di *nodi* e *link* viene definito come “*componente*” (o regione connessa) e in esso esiste un percorso tra ogni coppia di nodi (Vogt, 2009). La connettività funzionale a scala di paesaggio è stata analizzata considerando l’indice di probabilità di connettività (PC) definito da Saura e Rubio nel 2010. Questo indice definisce la probabilità che due punti posti a caso all’interno del paesaggio cadono negli habitat che sono tra loro raggiungibili perché interconnessi, dato un set di *n* patch di habitat e di link (connessioni dirette) tra loro e dato da:

$$PC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i \times a_j \times p_{ij}^*}{A_L^2} = \frac{PC_{num}}{A_L^2} \quad (1)$$

Dove: a_i and a_j sono gli attributi delle *patch* i e j che in questo studio rappresentano la loro superficie in ettari. A_L è il valore massimo dell’attributo del paesaggio (che in questo caso è tutta la superficie dell’area di studio che comprende sia gli habitat, sia le aree non di habitat). Il prodotto della probabilità di un percorso (dove per percorso s’intende una sequenza di *patch* in cui nessuna di esse è visitata più di una volta) è il prodotto di tutti i valori di probabilità diretta di dispersione p_{ij} per tutti i *link* nel percorso. p_{ij}^* è il massimo prodotto di probabilità di tutti i possibili percorsi tra le *patch* i e j (inclusa la dispersione diretta tra le *patch*) (Saura e Rubio, 2010). L’importanza della connettività in questo studio è stata calcolata come percentuale della variazione dell’indice di probabilità di connettività (dPC_k) calcolato rimuovendo dal paesaggio ogni volta un singolo elemento (Saura e Rubio, 2010):

$$dPC(\%) = \frac{PC - PC_{removal}}{PC} \times 100 \quad (2)$$

Dove: PC è l’indice di probabilità di connettività quando l’elemento del paesaggio è presente e $PC_{removal}$ è il valore dell’indice dopo la rimozione di un singolo elemento (cioè dopo la perdita di un certo habitat dal paesaggio). Nella teoria della conservazione e delle reti ecologiche si dovrebbero proteggere i siti (habitat) con il più alto valore di dPC (Saura e Hortal, 2007).

Alla dPC totale contribuiscono tre diverse componenti:

$$dPC_k = dPC_{intra_k} + dPC_{flux_k} + dPC_{connector_k} \quad (3)$$

Dove: dPC_{intra_k} misura la connettività all’interno della *patch* stessa (connettività *intrapatch*), mentre dPC_{flux_k} e $dPC_{connector_k}$ misurano la connettività tra le *patch* relativa ad un certo elemento k del paesaggio (Saura e Rubio, 2010). Mentre un *link* può contribuire alla connettività della rete solo attraverso la componente $dPC_{connector_k}$ di questa formula, un certo habitat sarà più o meno importante (cioè avrà un valore più o meno elevato di dPC_k) a seconda di una o più di queste

frazioni, dipendendo dalle loro caratteristiche intrinseche e dalla loro posizione topologica all’interno del network di paesaggio (Saura e Rubio, 2010). In questo studio, è stato preso in considerazione solo il contributo della componente $dPC_{connector_k}$ per le due aree di studio e paesaggi indagati.

3. Risultati

Secondo la Carta delle Tipologie Forestali della Regione Molise (Chirici *et al.*, 2011) la superficie forestale presente nelle due aree di studio indagate ammonta rispettivamente a 17000 ha per l’Alto Molise e 1020 ha per il Basso Molise. La copertura degli AFF (formazioni lineari e boschetti) mappati per fotointerpretazione nelle due aree ammonta rispettivamente a 360 ha per l’Alto Molise e a 420 ha per il Basso Molise. La percentuale sul totale di superficie analizzata degli AFF mappati è simile tra le due aree (1.4% per l’Alto Molise e 1.5% per il Basso Molise). In entrambe le aree, la scala di dettaglio cui è stata eseguita la mappatura degli AFF (sulla base delle soglie adottate) ha consentito di individuare tutti gli elementi lineari e i boschetti, anche di superficie ridotta (prossimi alla soglia di 0.5 ha di superficie, soglia minima per la classificazione di foresta). Aggiungendo le formazioni fuori foresta alla mappa delle tipologie forestali per le due aree di studio, il paesaggio si mostra maggiormente frammentato (Fig. 2).

I risultati della MSPA per le due aree e per i due *pattern* spaziali esaminati (foresta e foresta con AFF) sono riportati nelle tabelle 1. Per l’area di studio dell’Alto Molise le superfici delle diverse classi di *pattern* spaziale mappate da GUIDOS rivelano un leggero incremento nelle aree centrali (*core area*) nel paesaggio in cui sono stati considerati gli AFF. In questo paesaggio aumenta la superficie dei potenziali elementi di connessione all’interno del network (*bridge* e *bridge in edge*) e diminuisce la superficie delle aree di margine (*edge*). In Basso Molise il confronto tra i due *pattern* di paesaggio mostra anche qui un leggero incremento di superficie nelle *core area*, ma una forte crescita delle superficie delle *patch* singole (*islet*), mentre gli elementi di collegamento (*bridge*) quasi raddoppiano. Dal diagramma si nota come le *core area* del Basso Molise rappresentino solo il 4% della superficie analizzata. Nella situazione in cui gli AFF sono aggiunti alla copertura forestale la loro distribuzione sul totale diminuisce a causa dell’elevato incremento delle *patch* isolate (*islet*). In questo paesaggio gli elementi lineari sono inferiori ai boschetti, che rappresentano la maggior parte degli AFF cartografati, che si distribuiscono in maniera sparsa in tutta l’area analizzata. Essi a volte sfiorano la soglia del mezzo ettaro di superficie, ma non raggiungono dimensioni idonee a essere classificati nella MSPA come *core area* a causa della profondità del margine imposta di 100 metri. In Alto Molise la distribuzione percentuale delle *core area* subisce solo minime variazioni se al paesaggio si aggiungono gli AFF, mentre la distribuzione spaziale delle altre classi rimane pressoché simile. Gli elementi del *pattern* del paesaggio classificato dalla MSPA di GUIDOS, che rappresentano elementi di collegamento tra aree centrali (*core area*),

sono le formazioni lineari classificate come *bridge*. In una rete ecologica essi rappresentano il percorso diretto e potenzialmente migliore, per i movimenti tra due aree centrali. In Figura 3 è riportato un dettaglio del *pattern* spaziale forestale senza e con l'inserimento nel paesaggio degli AFF per l'area del Basso Molise. Gli AFF mappati sono frammenti della vegetazione ripariale. Tali formazioni lineari vanno fisicamente a connettere le poche aree classificate come centrali. L'analisi della probabilità di connettività dei vari elementi del *network* mappati per le due aree di studio e per i due paesaggi (con e senza l'aggiunta degli AFF alla copertura forestale) rivela come l'inserimento degli AFF all'interno del paesaggio produce un incremento del numero delle componenti per entrambe le aree di studio considerate come mostrato in Figura 4.

In particolare, per il paesaggio dell'Alto Molise senza AFF, le componenti sono 43 e diventano 80 con l'aggiunta degli AFF, mentre per il Basso Molise, nel paesaggio senza AFF le componenti sono 17 e diventano 40 con la loro inclusione (Fig. 4). La comparazione dei valori dell'indice dPC per i nodi e i link di ciascun *network* analizzato mostra l'incremento dell'importanza dei nodi in Alto Molise quando gli AFF sono presenti nel paesaggio, mentre l'importanza dei link nella connettività di paesaggio resta circa la stessa (Tab. 2). L'analisi dell'indice dPC per il Basso Molise mostra come i valori massimi si hanno per la parte dPCLink. In quest'area, pochi habitat centrali (nodi) sono disponibili e la loro importanza nella connettività è relativamente bassa in quest'ambiente agricolo, dove sono invece molto più importanti gli elementi di connessione (link).

Per l'Alto Molise, per entrambi i paesaggi confrontati, l'importanza nella connettività per i nodi è simile, crescendo leggermente nella situazione con gli AFF. Nel Basso Molise, poiché nel paesaggio c'è una scarsa presenza di nodi, la presenza dei *link* diventa fondamentale per il mantenimento della connettività a scala di paesaggio tra essi come rilevato dai più alti valori di dPCLink.

4. Discussioni

Considerando l'analisi del *pattern* spaziale forestale eseguita per l'Alto Molise, il confronto tra i due paesaggi (con e senza l'inserimento degli AFF) ha rivelato la diminuzione considerevole dei rami (*branch*) e dei margini (*edge*), mentre le aree centrali sono rimaste sostanzialmente invariate.

La diminuzione di queste classi nel paesaggio in cui sono considerati gli AFF è spiegata dalla trasformazione dei rami in corridoi (*bridge*). La presenza degli AFF in questo paesaggio favorisce la diminuzione della frammentazione, come dimostrato dalla diminuzione delle aree di margine e l'aumento delle connessioni dirette tra gli habitat centrali (*core area*), dimostrato ulteriormente dall'aumento della loro superficie e della superficie dei cosiddetti anelli (*loop* e *loop in edge*), elementi che si diramano dalle core e ritornano a riconnettersi a esse, come mostrato in Figura 3. Per il Basso Molise invece, il confronto dei due paesaggi rivela che l'inserimento degli AFF porta a un elevato incremento (di circa il 97%) delle *patch* isolate (*islet*), mentre la distribuzione delle

superfici degli altri elementi resta simile tra i due. Queste *patch* non hanno le sufficienti dimensioni per rappresentare delle *core*, ma possono rappresentare degli *stepping stones* per il raggiungimento degli habitat centrali in un tale paesaggio agricolo. Il confronto tra i due *network* considerati per le due aree di studio rivela che in entrambe, la presenza degli AFF nel paesaggio provoca l'aumento del numero delle componenti (insieme di *link* e nodi). Generalmente questo risultato dovrebbe essere interpretato come un aumento della frammentazione degli habitat a scala di paesaggio, ma in questo caso esso è solo dovuto alla presenza di nuovi elementi nel paesaggio e non alla separazione degli habitat esistenti. L'analisi comparativa dell'indice di probabilità di connettività (PC) ha mostrato come l'inserimento degli AFF nel paesaggio montano dell'Alto Molise migliori la connettività delle core già presenti. Nel paesaggio agricolo considerato (Basso Molise) gli AFF diventano nuovi elementi forestali con la propria connettività interna (*intrapatch*). La bassa presenza di aree centrali rende molto importante la connettività per quegli elementi, tale che la loro perdita potrebbe incidere fortemente sulla connettività degli habitat a scala di paesaggio come dimostrato dagli elevati valori di dPCLink.

5. Conclusioni

La mappatura degli AFF è fondamentale per quantificare e monitorare i cambiamenti dell'intera risorsa forestale presente in una regione per tutte le ragioni che abbiamo discusso in precedenza in questo lavoro. L'analisi del *pattern* spaziale delle superfici forestali e di queste con l'aggiunta degli AFF mappati ha consentito di analizzare l'influenza della loro presenza sul *pattern* spaziale del paesaggio forestale e sulla connettività al suo interno. L'analisi dei *network* creati con e senza la presenza degli AFF eseguita comparando gli indici di probabilità di connettività (PC) ha consentito di individuare gli habitat con il più elevato contributo nella connettività a scala di paesaggio, inoltre, ha mostrato come nel paesaggio prevalentemente montano dell'Alto Molise gli AFF migliorano la connettività tra gli habitat più importanti e come essi, in un contesto agricolo come quello analizzato (Basso Molise), contribuiscano ad aumentare la presenza di nuovi elementi nel paesaggio che possono fungere da *stepping stones* tra gli habitat centrali. La presenza degli AFF è rilevante negli ambienti agricoli, come ampiamente dimostrato in letteratura, perché essi rappresentano spesso l'unica risorsa forestale presente e questo lavoro conferma che gli AFF rivestono un ruolo fondamentale anche per la connettività ecologica di tali ambienti. Si è visto come i pochi elementi di connessione tra le *core area* presenti nell'area del Basso Molise siano di fondamentale importanza e in un'ipotesi di gestione del territorio, la loro conservazione dovrebbe essere prioritaria.

La connettività tra gli habitat aumenterebbe con la presenza di aree boscate di dimensioni tali da poter essere classificate come core area dalla MSPA. Ciò potrebbe essere realizzato attraverso politiche di maggiore tutela e biodiversità delle aree agricole.

Tabella 1. Distribuzione delle superfici in ettari relative ai pattern risultanti dall'elaborazione MPSA.

	<i>Alto Molise</i>		<i>Basso Molise</i>	
	<i>Foreste (ha)</i>	<i>Foreste + AFF (ha)</i>	<i>Foreste (ha)</i>	<i>Foreste + AFF (ha)</i>
Branch	1220.12	957.27	57.82	42.51
Edge	2685.48	2230.22	62.15	52.31
Perforation	276.20	256.69	-	-
Islet	434.34	603.14	705.27	1680.30
Core	9314.69	9316.79	40.91	41.19
Bridge	1183.11	1534.98	25.46	45.82
Bridge in Edge	1289.09	1541.87	52.72	61.18
Loop	306.19	407.13	64.16	84.43
Loop in Edge	356.14	558.65	11.62	13.89
Loop in Perforation	58.37	77.88	-	-

Tabella 2. Valori percentuali massimi della probabilità di connettività per nodi e link nelle due aree di studio e per i due paesaggi analizzati.

<i>Study area</i>	dPC_{node}	dPC_{link}
Alto Molise forest	5.86551	4.25171
Alto Molise forest and TOF	7.31495	4.44020
Basso Molise forest	0.0113006	25.4541
Basso Molise forest and TOF	0.342345	25.1031

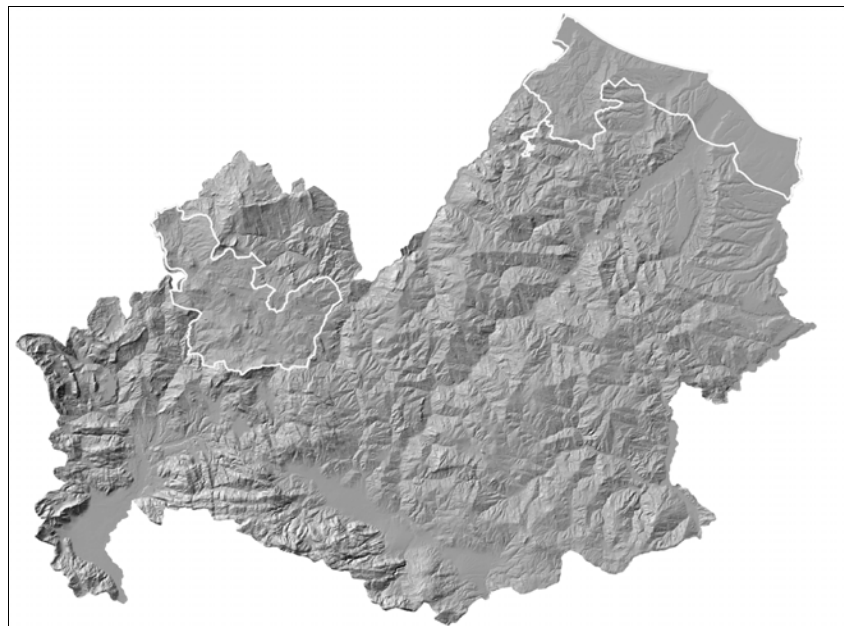


Figura 1. Localizzazione delle due aree studio, In alto a sinistra l'Alto Molise e in alto a destra il Basso Molise.

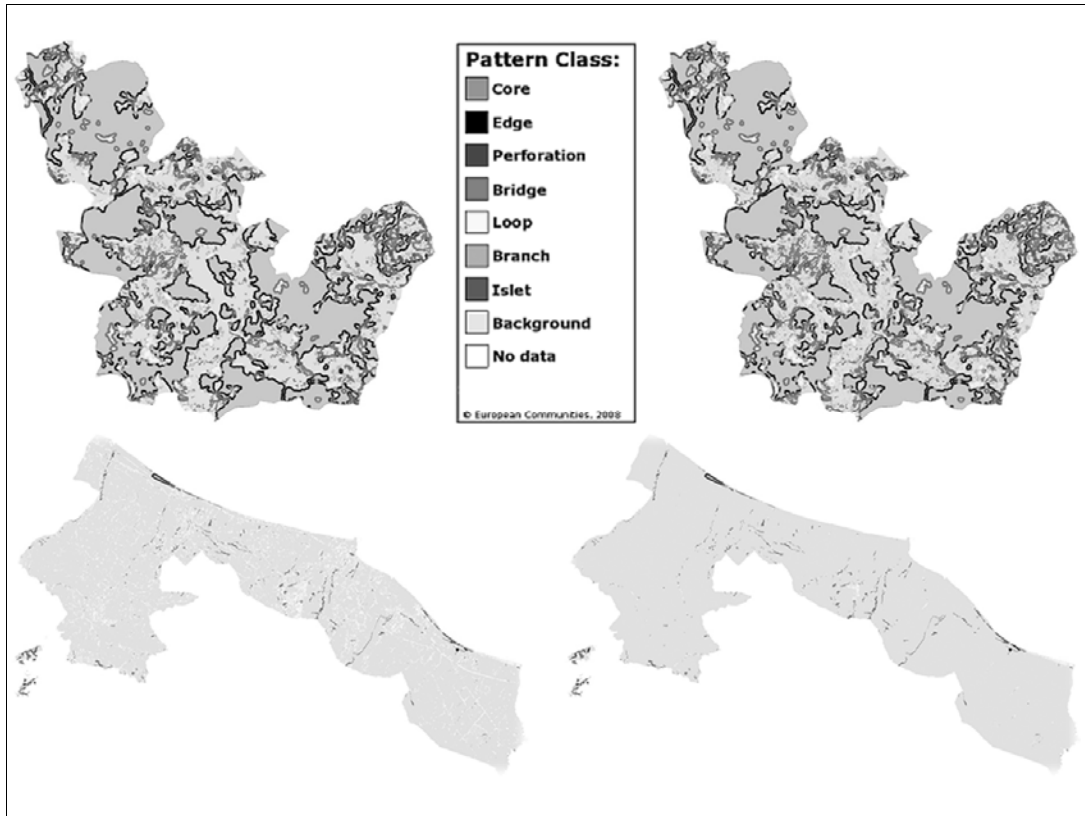


Figura 2. Cartografie della rappresentazione della struttura del paesaggio ottenuta con MSPA e legenda delle categorie di pattern con e senza gli alberi fuori foresta. In alto e in basso a sinistra senza gli AFF e in alto e in basso a destra con gli AFF.

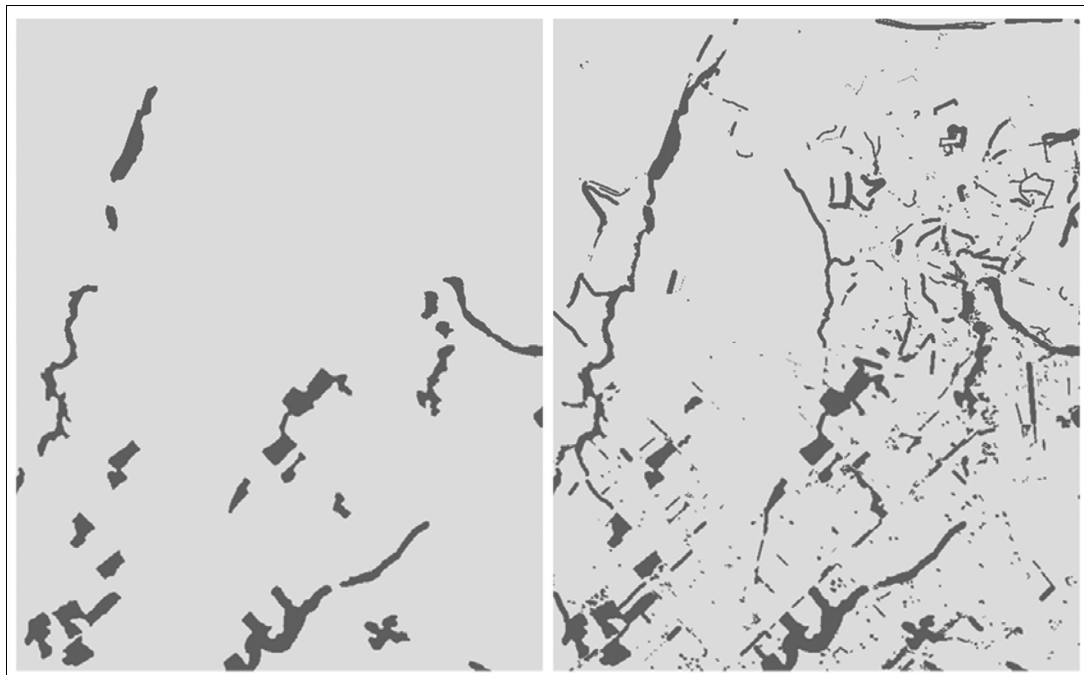


Figura 3. Particolare della composizione del paesaggio in agro di Petacciato (Basso Molise), delineata sulla sola carta delle foreste (a sinistra) e sulla mappa comprendente anche gli AFF (a destra).

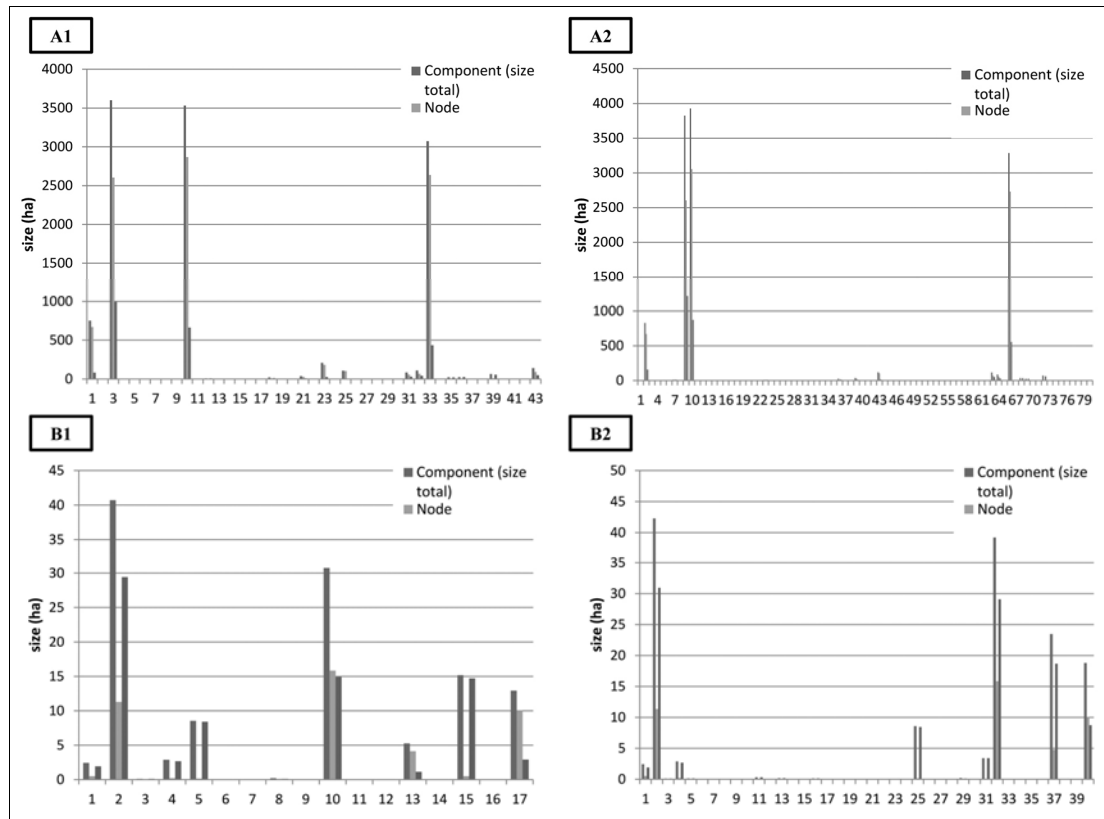


Figura 4. Distribuzione della dimensione delle componenti (totale), dei nodi e dei link per l'Alto Molise (A) e per il Basso Molise (B) nei due paesaggi indagati: 1) senza AFF e 2) con l'inserimento degli AFF.

SUMMARY

Influence of trees outside forest on the agroforestry landscape

In Italy Trees Outside Forests (TOF), have an extremely variable geographical spread, they not only are characteristic elements of the cultural heritage of our rural landscapes, but serve multiple and diverse functions. Among the most important: wood and forage production, shelter for the flocks, the positive effects in the mitigation of climate change through the storage of greenhouse gases, the hydrogeological and water quality protection, conservation of plant and animal biodiversity.

The international scientific community has formalized the relevance of the concept of ecosystem connectivity as a key indicator for monitoring naturalness and biodiversity conservation status of natural and semi-natural environments at landscape scale level. The contribution of TOF to this effect has not yet been fully investigated. In this study we have selected two different landscape contexts in the Molise region (Central Italy): a mountainous area dominated by forests (Alto Molise) (approx. 25000 ha) and a hilly area dominated by agricultural cultivation (Basso Molise) (approx. 27000 ha). In these areas a complete cartographic census of all TOF was carried out through the interpretation of aerial images ADS40. The landscape patterns of forest area with and without the inclusion of TOF was examined through

Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA), which showed a different role played by AFF on connectivity in the two contexts analyzed. Below Molise the AFF are elements of potential connectivity, lacking real Core areas, while in Alto Molise play a role of connections between patches of considerable size.

BIBLIOGRAFIA

- Asamoah-Boateng B., 2003 – *Distribution and biodiversity of Tree Resources Outside Forest (TROF) in Southern Ghana*. Paper of International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, March 2003.
- Belouard T., 2002 – *Trees outside forests: France*. FAO Conservation Guide, 35, Rome.
- Chirici G., Di Martino P., Ottaviano M., Santopuoli G., Chiavetta U., Tonti D., Garfi V., Marchetti M., 2011 – *La carta forestale su basi tipologiche*. In: Tipi Forestali e Preforestali della Regione Molise. A cura di: Garfi V., Marchetti M. Edizioni dell'Orso Alessandria, pp. 145-152.
- Corona P., Chiriaco M.V., Salvati R., Marchetti M., Lasserre B., Ferrari B. 2009 – *Proposta metodologica per l'inventario su vasta scala degli alberi fuori foresta*. L'Italia Forestale e Montana / Italian Journal of Forest and Mountain Environments. 64 (6): 367-380, 2009.
<http://doi.org/10.4129/ifm.2009.6.04>

- FAO, 2001 – *Global Forest Resources Assessment 2000 (FRA2000)*. Terms and definitions. Main report. Rome, p. 1.
- FAO, 2013a – *Global Forest Resources Assessment 2013*. Terms and definitions. FRA Working Paper 183. Rome. p. 27.
- FAO, 2013b – *Towards the assessment of trees outside forests*. Rome.
- Giannetti F., Canavesio A., Terzuolo P.G., 2004 – *Analisi delle variazioni temporali dell'uso del suolo mediante dati telerilevati in un'area del Piemonte meridionale*. Rivista Italiana di Telerilevamento, 29: 53-63.
- Lapietra G., Coaloa D., Sampietro L., 1985 – *I filari di piante da legno della pianura lombarda*. Quaderni di Ricerca SAF 5.
- Paletto A., De Natale F., Gasparini P., Morelli S., Tosi V., 2006 – *L'Inventario degli Alberi Fuori Foresta (IAFF) come strumento di analisi del paesaggio e supporto alle scelte di pianificazione territoriale*. Forest@, 3 (2): 253-266.
- Paletto A., Chincarini M., 2012 – *Heterogeneity of linear forest formations: differing potential for biodiversity conservation. A case study in Italy*. Agroforest Syst, 86: 83-93.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10457-012-9511-y>
- Saura S., Rubio L., 2010 – *A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape*. Ecography, 33: 523-537.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>
- Saura S., Pascual-Hortal L., 2007 – *A new habitat availability index to integrate connectivity in land-scape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study*. Landscape and Urban Planning, 83 (2-3): 91-103.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.03.005>
- Saura S., Tornè J., 2009 – *Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity*. Environmental Modelling & Software, 24 (2009) 135–139.
- Tonti D., Estreguil C., Marchetti M., Oehmichen K., Chirici G., Troeltsch K., Watts K., 2010 – *Linking and harmonizing forest spatial pattern analyses at European, national and regional scales for a better characterization of forest vulnerability and resilience*. JRC Scientific and Technical Reports (URL:http://forest.jrc.ec.europa.eu/docs/pattern/FF_pattern_studies/EUR24263EN_Resilience_Pattern_Executive_summary_2010.pdf).
- Vogt P., 2009 – *MSPA-Guidos: Innovative methods in landscape pattern analysis*. Institute for Environment and Sustainability, Italy.
- Wong J., 2001 – *Policy, inventory and management of trees outside forests in a densely populated country: a case study of the UK. Expert Consultation on Trees Outside Forests "Enhancing the contribution of trees outside forests to sustainable livelihoods"*. FAO/HQ 26-28 Novembre 2001, Roma.
- Zomer R.J., Trabucco A., Coe R., Place F., 2009 – *Trees on farm: Analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry*. ICRAF Working Paper N. 89. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre.