

Comune di S. Zenone al Lambro

(Provincia di Milano)

ALLEGATO CONTRODEDUZIONI

relazione di pareri, osservazioni e controdeduzioni
tavola di individuazione pareri e osservazioni

2.8

DOCUMENTO DI PIANO

1 - QUADRO CONOSCITIVO E RICOGNITIVO

- 1.1 - relazione del quadro conoscitivo e ricognitivo
- 1.2 - relazione e schede dello stato dei servizi
- 1.3 - tavola degli usi del suolo
- 1.4 - tavola di individuazione delle istanze pervenute
- 1.5 - tavola dello stato dei servizi - 1:2000
- 1.6 - tavola dello stato dei servizi - 1:5000
- 1.7 - tavola delle componenti del paesaggio
- 1.8 - attuazione del PRG vigente

2 - QUADRO STRATEGICO

- 2.1 - relazione dello scenario strategico
- 2.2 - tavola delle previsioni di piano
- 2.3 - tavola dei vincoli
- 2.4 - schede degli ambiti di trasformazione
- 2.5 - norme tecniche degli ambiti di trasformazione
- 2.6 - cartografia del consumo di suolo
- 2.7 - tavola delle reti ecologiche
- 2.8 - allegato: l'indice di area fogliare quale strumento per la definizione del valore compensativo degli alberi

novembre
2013

PIANO DEI SERVIZI

- 1 - relazione del piano dei servizi
- 2 - schede del piano dei servizi
- 3 - norme tecniche PdS
- 4 - tavola di previsioni di piano dei servizi - 1:2000
- 5 - tavola di previsioni di piano dei servizi - 1:5000
- 6 - tavola del sistema del verde e della viabilità dolce
- 7 - quantificazione dei costi

PIANO DELLE REGOLE

- 1 - norme tecniche PdR
- 2 - tavola di piano delle regole 1:5000
- 3 - tavola di piano delle regole 1:2000
- 4 - tavola ecopaesistica degli ambiti ed elementi sottoposti a disciplina paesaggistica ed ambientale
- 5 - tavola della sensibilità paesistica
- 6 - allegato studio geologico e integrazione componente sismica

Progetto adottato con delibera di C.C. n° 15 del 24/05/2013

Publicato dal 03/07/2013 al 02/09/2013

Approvato con deliberazione C.C. n° 35 del 30/11/2013

progetto Ufficio Tecnico Comunale - Arch. Mauro Brocca

coprogettista Arch. Sergio Uggetti - Studio di Architettura ed Urbanistica - Lodi, via San Francesco n°1

Tel. 0371/425719 - Fax 0371/422833 - e-mail: info@studiouggetti.it

P.IVA: 11665310154 C.F. GGTSRG54P06Z110Z

collaboratori Geom. Ivan Mamone - Geom. Massimo Michelari - Dott. Arch. Silvia Gallani - Veronica Siciliano

sindaco Sergio Giovanni Fedeli

segretario Dott. ssa Anna Russo

INDICE

1. Premessa.....	2
2. Quadro normativo inerente i processi di compensazione ambientale.....	3
3. Individuazione delle funzioni dell'albero.....	5
3.1. La funzione paesaggistica	5
3.2. La funzione ecologica.....	5
3.3. La funzione ambientale.	5
4. L'indice di area fogliare o LAI (Leaf area index) Aspetti generali	7
5. Strumenti e approcci per la determinazione del LAI.....	9
6. Definizione del valore compensativo degli alberi	11
7. Definizione del valore compensativo degli arbusti.....	17
8. Compensazione del taglio di un albero con la messa a dimora di arbusti	20
9. Parametri correttivi.....	22
9.1. Indici morfologici	22
9.2. Definizione delle distanze.....	22
9.3. Disposizione delle piante	22
9.4. Indici territoriali	23
10. Normativa Comunale.....	24
11. Bibliografia citata	28

1. Premessa

Questo nuovo tipo di approccio ai tagli arborei nasce dalla constatazione che gli attuali parametri utilizzati in materia, che prevedono la compensazione al taglio di esemplari, basata unicamente sul numero di unità da sostituire si è dimostrato fallimentare in quanto non tiene conto essenzialmente dell'elemento più importante dell'albero, vale a dire: la chioma arborea composta dall'intero fogliame.

Il risultato di questa equazione numerica ha portato a pesanti modifiche del paesaggio e ad una sostanziale diminuzione della valenza ambientale, data dalla riduzione del fogliame arboreo che viene eliminato e reintegrato solo in minima parte.

Il fogliame è l'elemento più importante sia dal punto di vista ambientale, nella sua funzione di produttore di ossigeno, sia nella sua componente paesaggistica e come tale deve essere individuato come elemento di valutazione nei tagli arborei.

Il presente lavoro ha lo scopo di definire il valore compensativo che può essere attribuito ad un albero o a gruppi di alberi che per qualunque ragione debba essere abbattuto; in particolare, il lavoro intende valutare l'entità dell'impatto derivante dalla eliminazione di alberi rispetto alle funzioni di interesse collettivo che ogni albero è in grado di svolgere, nonché la quantificazione degli interventi compensativi che si rendono necessari per ripristinare lo stato iniziale.

È noto, infatti, che ogni albero è in grado di svolgere funzioni che vanno molto oltre il semplice aspetto produttivo, soprattutto quando sono presenti sul territorio in quantità limitata. Si fa riferimento alle funzioni paesaggistiche, alle funzioni naturalistiche, alle funzioni ambientali, di possibile determinazione rispetto ad indicatori di quantificazione oggettiva.

Nell'approfondimento del lavoro si prendono a riferimento le "Linee guida per l'esame paesistico dei progetti" prevista dalle Norme di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale (P.T.P.R.) che, benché riferite a casi certamente diversi, intende in ogni caso indicare il metodo per valutare l'entità degli impatti sul paesaggio derivanti da azioni antropiche, in maniera del tutto simile a quanto può avvenire con la eliminazione di alberi.

Sin dalle premesse, le "Linee guida per l'esame paesistico dei progetti" affermano che *La qualità paesistica rappresenta ovunque un primario valore territoriale*, in applicazione al principio espresso nella Convenzione Europea del Paesaggio secondo cui tutto il territorio deve essere oggetto di attenzione paesistica.

Lo stesso art. 1 delle norme di attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale stabilisce che, in relazione al paesaggio, gli enti locali devono perseguire *"la conservazione dei caratteri che definiscono l'identità e la leggibilità dei paesaggi della Lombardia, attraverso il controllo dei processi di trasformazione, finalizzato alla tutela delle preesistenze significative e dei relativi contesti; il miglioramento della qualità paesaggistica e architettonica degli interventi di trasformazione del territorio; la diffusione della consapevolezza dei valori paesistici e la loro fruizione da parte dei cittadini"*.

Si consideri che un singolo intervento, come può essere il taglio di un albero oppure di un filare, difficilmente incide significativamente sull'immagine complessiva di un paesaggio, tuttavia può avere una influenza marcata entro un raggio ristretto ed è a questa scala di dettaglio che si devono riferire le valutazioni.

Mentre la metodologia introdotta dal P.T.P.R. intende mantenere la discrezionalità insita nelle valutazioni di merito in materia paesistica, il presente lavoro non può che riferirsi ad indicatori numerici, riportando la valutazione in una griglia precisa che mira a definire criteri di giudizio il più possibile espliciti e noti aprioristicamente a chiunque si accinga a compiere un taglio di abbattimento alberi.

Si precisa che sono esclusi dal calcolo della compensazione gli alberi monumentali, ossia quegli individui arborei di alto pregio naturalistico e storico che isolati o facenti parte di formazioni boschive naturali o artificiali, per età o dimensioni possono essere considerati come rari esempi di maestosità o longevità o che

hanno un preciso riferimento a eventi o memorie rilevanti dal punto di vista storico o culturale o a tradizioni locali.

Più in generale la proposta metodologica si propone di:

- tutelare e valorizzare gli elementi di particolare pregio ambientale e naturalistico;
- mantenere gli elementi che caratterizzano la tipicità del paesaggio agrario;
- migliorare l'ambiente di vita per le popolazioni residenti;
- incrementare le opportunità di fruizione della qualità ambientale.

2. Quadro normativo inerente i processi di compensazione ambientale

Il concetto di compensazione ambientale è relativamente recente nell'ambito della normativa; mentre non molti anni fa qualunque opera calata sul territorio non veniva considerata nel suo aspetto impattante, progressivamente si è formata una coscienza "difensiva", per la quale qualsiasi tipo di intervento in qualche misura incisivo sul territorio non può essere pensato asetticamente nei confronti di quel territorio, ma può sussistere solamente se integrato con un programma di mitigazione e di compensazione ambientale.

La riduzione complessiva delle risorse e la precarietà della loro integrità hanno obbligato a pensare ad una più corretta gestione del territorio e dell'ambiente; il concetto che via via si è imposto considera che, se la conservazione statica del territorio non è sempre possibile, è invece sempre possibile impegnarsi per il riequilibrio dell'azione umana, prevedendo per ogni intervento che rechi un impatto un meccanismo di recupero di quell'impatto.

Con questo scopo l'azione normativa ha progressivamente assunto dei connotati sempre più attenti alla gestione del territorio, comprendendovi come elemento fondante l'integrazione e la comunicazione tra i diversi soggetti che ne sono istituzionalmente gestori, finalizzate alla difesa dell'ambiente, della natura e del paesaggio; in questo senso sono sorti i concetti di Programmazione negoziata, di Accordo di Programma, di Programmi Integrati di Intervento, di Compensazione Ambientale.

Di seguito vengono illustrati i principali riferimenti normativi, nazionali e lombardi, che prevedono l'introduzione di programmazione negoziata e, a cascata, di meccanismi compensativi.

Programmazione negoziata

- D.P.R. 12/4/1996
- D. LGS. n. 267 del 18 agosto 2000

Il D. LGS. n. 267 del 18 agosto 2000 "Testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali", all'articolo 34 illustra gli Accordi di programma, evidenziando al comma 1 che *"Per la definizione e l'attuazione di opere, di interventi o di programmi di intervento che richiedono, per la loro completa realizzazione, l'azione integrata e coordinata di comuni, di province e regioni, di amministrazioni statali e di altri soggetti pubblici, o comunque di due o più tra i soggetti predetti, il presidente della regione o il presidente della provincia o il sindaco, in relazione alla competenza primaria o prevalente sull'opera o sugli interventi o sui programmi di intervento, promuove la conclusione di un accordo di programma, anche su richiesta di uno o più dei soggetti interessati, per assicurare il coordinamento delle azioni e per determinarne i tempi, le modalità, il finanziamento ed ogni altro connesso adempimento.*

- L.R. 14 marzo 2003 n. 2

La L.R. 14 marzo 2003 n. 2, "Programmazione negoziata regionale", all'Art. 1, comma 1, esprime le finalità della legge: *"La presente legge disciplina gli strumenti della programmazione negoziata*

regionale intesa quale modalità ordinaria per la condivisione ed attuazione delle scelte programmatiche regionali, in coerenza con il principio di sussidiarietà e di pari ordinazione degli enti.”

- L.R. 23 febbraio 2004 n. 3

La L.R. 23 febbraio 2004 n. 3 “Disposizioni in materia di programmazione negoziata con valenza territoriale” rende obbligatoria la verifica di compatibilità del progetto di variante urbanistica con gli aspetti di carattere sovracomunale contenuti nei Piani Territoriale di Coordinamento Provinciale.

Programmi integrati di intervento

- L.R. n. 9 del 12 aprile 1999 e successive modifiche ed integrazioni

Conferenze di servizi

- LEGGE n. 241 del 7 agosto 1990, art. 14 e successive modificazioni ed integrazioni

Valutazione di impatto ambientale

- LEGGE REGIONALE N. 20 DEL 03/09/1999
- D.M. 1/4/2004

Valutazioni forestali

- L.R. 27/2004 art. 4, modificata e integrata dalla L.R. 3/2006
- D.G.R. 675/2005 “Criteri per la trasformazione del bosco e per i relativi interventi compensativi”, modificato dalla D.G.R. 3002/2006.
- D.G.R. 13900/2003, modificata dalla D.G.R. 675/2005.

3. Individuazione delle funzioni dell'albero

3.1. La funzione paesaggistica

E' la capacità di caratterizzare positivamente l'impatto percettivo (visivo, olfattivo, ecc.) di un'area.

Relativamente alla funzione paesaggistica, è riconosciuto che le alberature, le siepi, i filari campestri, le macchie e le fasce boscate rientrano tra gli elementi del territorio che contribuiscono alla caratterizzazione di un luogo ed alla attribuzione di un valore psicologico da parte di un osservatore, e questo avviene anche quando non possono considerarsi di origine naturale.

Si tratta, infatti, di elementi inscindibilmente legati ad un territorio coltivato, abitato, gestito e fruito dall'uomo; il carattere stesso della linearità che talvolta posseggono non è mai spontaneo, ma imposto dalla presenza di altri usi del suolo che limitano la progressione della natura impedendo il sorgere di veri e propri boschi.

La loro efficacia non si svolge semplicemente come presenza fisica collocata in un determinato luogo, piuttosto come insieme di sensazioni che possono offrire ad un osservatore; non si tratta, dunque, di una efficacia legata al solo paesaggio visivo, ma di grandi sensazioni anche in termini uditivi, olfattivi ecc.

Inoltre, l'importanza paesaggistica di un albero o di un insieme di alberi deve essere considerata relativamente al luogo in cui si interviene, che risulta sempre contraddistinto da una propria caratterizzazione paesistica.

In questo senso, la valutazione del valore compensativo di un albero deve tenere conto della qualità paesistica del luogo in cui è collocato e degli elementi che lo compongono, in grado di modificare l'incidenza dell'intervento, cioè il grado di perturbazione prodotto in quel contesto.

Infine, nella definizione della valutazione ai fini paesaggistici, è necessario considerare anche le condizioni di visibilità più o meno ampia esistenti tra l'albero considerato e i recettori presenti nel suo intorno.

3.2. La funzione ecologica

E' la capacità di sostenere in modo significativo altre forme di vita (uccelli, insetti, ecc.) o di incidere positivamente sulla presenza di altri organismi (specie erbacee, microfauna terricola, microrganismi, ecc.)

La funzione ecologica dell'albero è riconosciuta da tutti, in quanto esso stesso organismo vivente che contribuisce alla definizione di un ecosistema; tuttavia, il valore ecologico determinato dall'albero è variabile, tanto più importante quanto più inserito in un contesto che lo lega ad altri elementi di naturalità.

E' questo il concetto di rete ecologica, un forma di tutela della natura basato sulla conservazione diffusa della biodiversità, che deve necessariamente dipendere da connessioni per mantenere e rafforzare i processi naturali dai quali dipende la sopravvivenza degli ecosistemi.

Poiché maggiore è il grado di connessione, maggiore è la funzionalità ecologica della rete stessa, l'efficacia in termini naturalistici può essere incrementata attraverso la conservazione ed il ripristino degli elementi capaci di incrementare la biodiversità, fondamentalmente rappresentati dalle siepi campestri, dai filari poderali e dalle cortine arborate, in grado di favorire la diffusione delle specie animali e vegetali e di offrire la disponibilità di nuovi habitat.

E' ormai assodato nei processi di pianificazione del territorio che le reti ecologiche costituiscono il terreno ideale di integrazione dei vari indirizzi di sviluppo ecosostenibile e si pongono come strumento fondamentale per il rafforzamento della tipicità e dell'identità territoriale

3.3. La funzione ambientale.

E' la capacità di contribuire al mantenimento o al miglioramento dei parametri di qualità ambientale sui quali la presenza o l'attività fisiologica della pianta possono interferire positivamente.

Si fa riferimento alla componente “*aria*”, sulla quale è nota l’azione di sequestro della CO₂ e di ossigenazione procurata dalla chioma, oltre che alla capacità di intercettazione delle polveri e di microelementi; alla componente “*acqua*”, relativamente alla quale gli apparati radicali sono in grado di svolgere una efficace azione tampone nei confronti dei macroelementi (per esempio l’azoto) veicolati dai terreni agricoli verso le acque superficiali e profonde; alla componente “*suolo*”, verso la quale gli alberi, sia attraverso il sostanzioso apporto di sostanza organica sia attraverso l’azione diretta dell’apparato radicale nel sottosuolo, contribuiscono in maniera sostanziale alla progressiva maturazione pedologica.

4. L'indice di area fogliare o LAI (Leaf area index) Aspetti generali

Il termine “indice di area fogliare” o Leaf Area Index (LAI) è il rapporto tra la superficie fogliare e la sua proiezione al suolo (espresso in mq/mq) [Watson 1947].

Nel caso delle specie latifoglie, nel calcolo del LAI viene considerata la somma delle superfici, proiettate a terra, della pagina superiore di tutte le foglie di un albero; nel caso delle specie di conifera, con foglie aghiformi, viene considerata l'area della superficie esposta.

L'indice di area fogliare (LAI) non è da considerare un parametro di impiego comune nell'ambito della selvicoltura tradizionale e, più in generale, dei rilievi forestali; questo dipende essenzialmente dalla necessità di disporre di uno strumento specifico, ad oggi di scarsa diffusione.

Si tratta, di conseguenza, di un parametro biometrico rimasto quasi sempre relegato all'ambito della ricerca; è tuttavia ben evidente, come già ampiamente documentato nel settore dei seminativi agricoli [Jonckheere et al., 2004; Weiss et al., 2004], quale può essere l'importanza di un'informazione precisa in grado di definire l'estensione della superficie dei tessuti fotosinteticamente attivi.

Questa, infatti, può essere messa in relazione con le capacità produttive della pianta, o con l'intercettazione di composti inquinanti o, ancora, con la mitigazione degli effetti delle precipitazioni più intense sui suoli.

I valori di LAI presentano un'ampia variabilità in relazione alle specie considerate, al clima, al periodo dell'anno, registrando i valori massimi, evidentemente, nel corso della stagione vegetativa; alle nostre latitudini i valori di LAI sono compresi per le conifere tra 5 (pino silvestre) e 10 (abete rosso), mentre per le latifoglie si misurano valori leggermente inferiori. La Figura 1 evidenzia i valori di LAI delle coperture vegetali di ambienti diversi del globo terrestre.

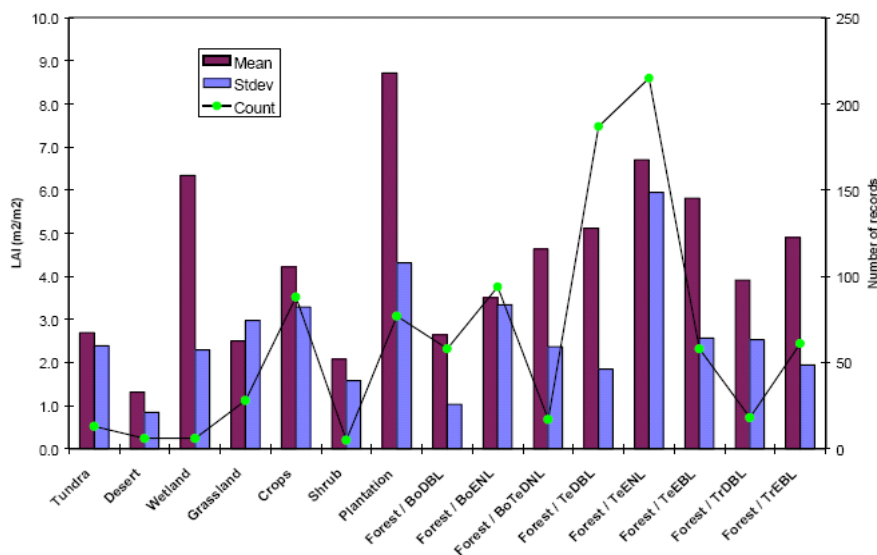


Figura 1 . Valori di LAI rilevati in diverse parti del globo. Da Scurlock et al., 2001.

E' naturale che localmente, in strutture forestali complesse o anche su singoli alberi dalla chioma particolarmente sviluppata in altezza, si possano osservare valori più rilevanti. La Figura 2 riporta valori di LAI rilevati presso formazioni forestali tipiche delle nostre latitudini.

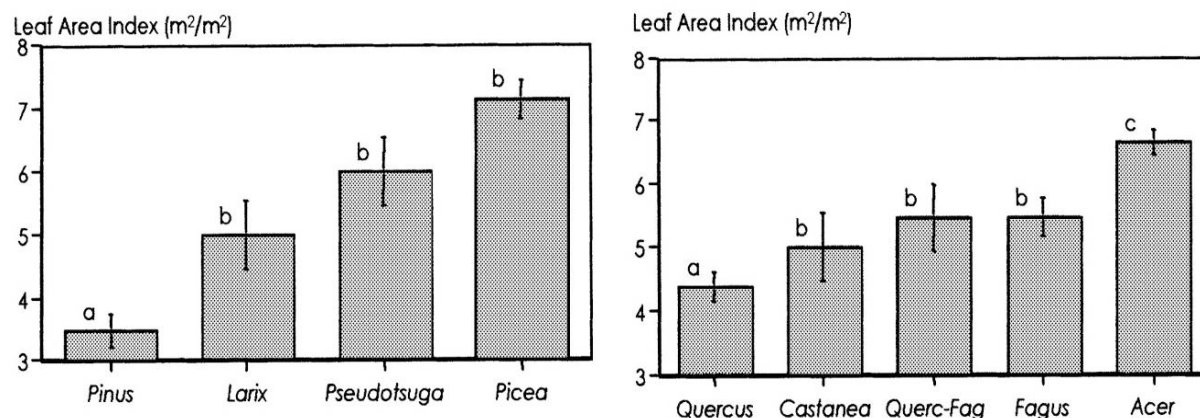


Figura 2. Valori di LAI per alcuni generi diffusi in Europa. Da Breda N.J., 2003.

Anche all'interno dello stesso botanico o della stessa specie il LAI può mostrare una variabilità piuttosto ampia, legata alle condizioni stazionali, alla gestione, alla concorrenza delle piante vicine (Figura 3).

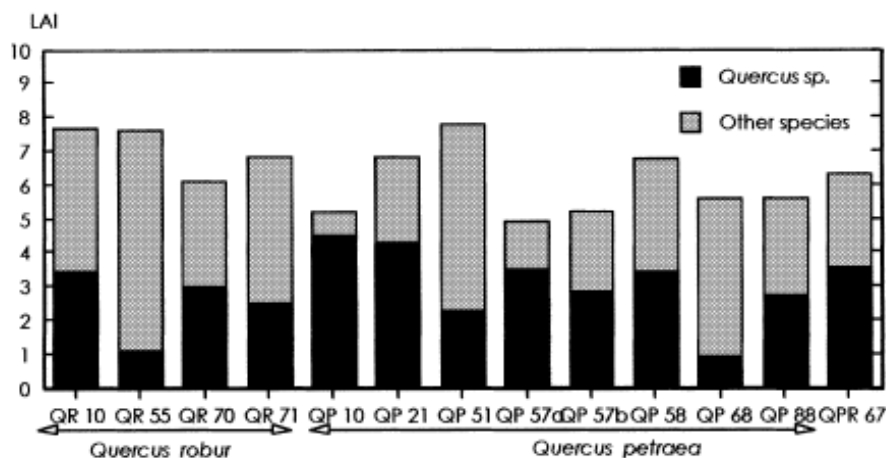


Figura 3. Valori di LAI in alcuni popolamenti forestali dominati da rovere o farnia. Da Breda N.J., 2003.

Il LAI varia sensibilmente nel corso della vita di un albero, così come avviene nelle diverse fasi di sviluppo di un bosco; i valori di LAI crescono molto rapidamente nelle prime fasi di sviluppo della pianta e nel corso di tutta la fase giovanile, raggiungendo i valori massimi all'inizio della fase adulta.

Fino al raggiungimento dei valori di picco (a seconda delle specie tra i 20 e i 40 anni, indicativamente), si può ritenere che l'andamento dei valori di LAI sia sostanzialmente lineare; successivamente il LAI cala in modo relativamente rapido per assestarsi su valori più contenuti, continuando progressivamente a decrescere con il passare degli anni e l'avvicinarsi della fase di senescenza.

5. Strumenti e approcci per la determinazione del LAI

L'impiego dell'indice di superficie fogliare trova ampia applicazione nella valutazione della produttività agricola ma viene applicato anche in campo forestale, per stimare le interazioni esistenti tra un determinato albero e l'atmosfera (sequestro di CO₂ e rimozione di inquinanti atmosferici) e per analizzare le condizioni fisiologiche di piante poste in condizioni di stress (da carenza idrica, da inquinamento, ecc.).

In particolare, il LAI è stato messo in relazione a:

- produttività legnosa [Kaufmann & Troendle, 1981]
- intercettazione delle precipitazioni [Wang et al., 2007]
- rimozione di inquinanti atmosferici [Kenney, W. A., 2007]
- mitigazione delle temperature [Hardin & Jensen, 2007]

La determinazione dell'indice di superficie fogliare viene infine utilizzata nell'ambito di applicazioni di modellistica a scala globale relative al clima, all'idrologia, alla produttività agricola [Kergoat L., 1998; Scurlock et al., 2001].

La misura del LAI può essere condotta con metodi diretti, come per esempio la raccolta delle foglie dell'albero e la successiva misurazione della loro superficie, oppure, come avviene più frequentemente, con metodi indiretti, che prevedono l'impiego di specifici strumenti.

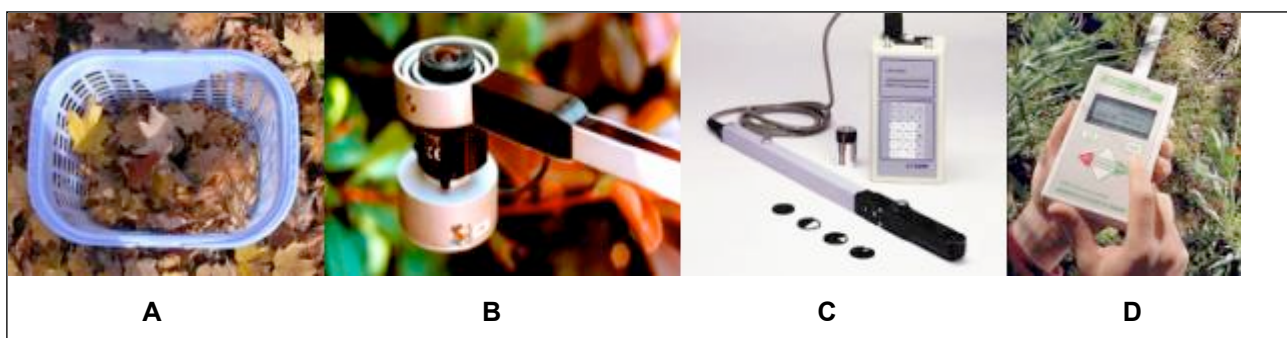


Figura 4. Metodi per la determinazione dei valori di LAI: a) diretto, b) indiretto mediante strumentazione fotografica, c) e d) indiretto mediante la misura dell'attenuazione della radiazione luminosa incidente.

La strumentazione attualmente disponibile segue prevalentemente due approcci metodologici differenti: un primo metodo è di carattere ottico e si basa sull'impiego di un'attrezzatura fotografica (con obiettivo fisheye) con successiva analisi delle immagini prodotte; il secondo approccio, più diffuso, consiste nella misurazione dell'attenuazione della radiazione luminosa nell'ambito di specifiche lunghezze d'onda, corrispondenti alla frazione fotosinteticamente attiva. Ricadono in questa seconda tipologia gli strumenti più diffusi e utilizzati [Hyer e Goetz, 2004], come il LAI 2000.

Si tratta sempre di misurazioni non distruttive, che possono essere condotte a livello di singoli alberi, gruppi di alberi o interi popolamenti forestali.

Taluni strumenti, come il LAI 2000, consentono di effettuare misurazioni dell'indice di area fogliare mediante la misura dell'attenuazione della radiazione solare causata dalla presenza della massa fogliare, che si comporta rispetto alla radiazione luminosa assorbendo, riflettendo o trasmettendo la luce.

Ciò che viene rilevato dallo strumento è la luce trasmessa, che sarà di conseguenza inferiore alla luce che colpisce dall'alto la chioma.

E' necessario prevedere due tipi di misurazioni: le misurazioni che verranno condotte nei pressi dell'albero, in ambiente aperto e libero da intercettazioni della luce, che servono come valore testimone, e le misurazioni da condurre sotto la chioma, che individuano l'entità della luce che giunge a terra dopo aver attraversato la chioma.

Naturalmente le chiome degli alberi non sono omogenee per cui, a zone della chioma in cui le foglie si sovrappongono in più strati si alternano altre zone più rade o del tutto prive di copertura.

E' quindi necessario effettuare un numero di misurazioni adeguato a disporre un campione rappresentativo.

Più è ampia la superficie per la quale si vuole stimare il LAI e maggiore dovrà essere il numero delle misurazioni; una copertura eterogenea (per esempio dovuta alla compresenza di più specie o per la presenza di piante disetanee) richiede un maggior numero di misurazioni rispetto ad una copertura omogenea.

Il metodo proposto dallo strumento LAI 2000 prevede l'acquisizione di un numero minimo di 6 misurazioni casuali, distribuite tra zone più dense e zone meno dense della chioma.

Sulla base di un errore standard definito attraverso tali 6 misurazioni, lo strumento propone di condurre un ulteriore numero di misurazioni variabile da un minimo di 2 a crescere sino ad alcune decine, con lo scopo di garantire una precisione nell'ordine del $\pm 10\%$ con un livello di affidabilità del 95%.

Per fare un esempio, nel caso il dato relativo all'errore venga individuato al valore 0,01, il numero di misurazioni necessarie è pari a 2; qualora l'errore venisse letto al valore 0,1 saranno necessarie 23 misurazioni.

Nel caso di misurazione di alberi singoli, ossia di piante isolate, piante sparse e piante in filare bisognerà tenere conto dello sviluppo in altezza della chioma e della sua proiezione al suolo; le misurazioni partiranno dal fusto e si estenderanno nelle 4 direzioni cardinali ad una distanza pari alla metà della lunghezza dei rami, a sua volta considerata nelle 4 direzioni.

I dati raccolti rappresenteranno ciascuno una porzione della proiezione della chioma; la loro media rappresenta il valore di LAI complessivamente valido per quella pianta.

Nel caso di filare si dovrà tenere conto che due rami della chioma sono assimilabili a quelli di un albero isolato, mentre gli altri due sono necessariamente il risultato dell'interazione tra due chiome, per cui sarà necessario tenerne conto nel calcolo del valore complessivo.

Anche nel caso del filare è opportuno effettuare le misurazioni senza allontanarsi eccessivamente dal fusto degli alberi, mantenendosi sempre a circa la metà della lunghezza dei rami.

6. Definizione del valore compensativo degli alberi

Al fine di definire il valore compensativo di un albero è stata esplorata la possibilità di utilizzare il parametro “indice di superficie fogliare” quale elemento guida, con la premessa che il LAI possa rappresentare un parametro indicativo del ruolo e dell'importanza di un albero rispetto ad un certo numero di funzioni.

La procedura messa a punto intende rispondere a questa semplice domanda:

“stabilito, mediante misura strumentale diretta, il valore di LAI di un albero che si intende abbattere, quali e quante piante dovranno andare a sostituirlo affinché nell'arco di 5 anni (*periodo di recupero*) siano ristabilite le funzioni fino ad oggi assolte da quell'albero e sia ricostituito quindi il valore di LAI misurato?”

Per ***periodo di recupero*** si intende il tempo che intercorre tra la piantagione delle nuove piantine messe a dimora per sostituire l'albero abbattuto e il momento in cui queste abbiano raggiunto il valore di LAI corrispondente a quello dell'albero nel momento del taglio; questo periodo permette di garantire il completo attecchimento delle piante e di valutare lo sviluppo della chioma che, in prospettiva, dovrà portare alla ricostituzione di una massa fogliare capace di determinare il valore di LAI desiderato.

Va tuttavia osservato che, dovendo sostituire un albero dotato di un determinato valore di LAI, per poter individuare correttamente l'individuo o gli individui arborei che potranno andare a sostituirlo è necessario conoscere preliminarmente come questo parametro varia parallelamente ad altre grandezze facilmente misurabili (come ad esempio il diametro del fusto) o con il variare dell'età della pianta,

L'esame delle relazioni che intercorrono tra il LAI ed il diametro del fusto è stato condotto su dati disponibili e riferiti a diverse specie; infatti, mentre la misura del LAI dell'albero da abbattere è operazione relativamente semplice se condotta con l'apposita strumentazione, tale informazione non è disponibile per le piante di vivaio che dovranno andare a sostituire l'albero abbattuto.

Una volta determinato il valore compensativo dell'albero da abbattere viene previsto che questo possa essere sostituito da uno o più individui della stessa specie o di specie diverse; in quest'ultimo caso è necessario tenere conto che le specie forestali hanno ritmi di accrescimento diversi, talvolta sensibilmente diversi.

Considerata la scarsa diffusione delle misure di LAI, i dati disponibili per il territorio italiano e, in particolare, per le aree di pianura, sono scarsi e frammentari; gli obiettivi del presente studio richiederebbero invece una casistica ampia e orientata agli ambienti di pianura.

Per questa ragione sono stati utilizzati alcuni dati tratti da un'indagine svolta in provincia di Forlì, di prossima pubblicazione, che ha portato alla determinazione dei valori di LAI su un ampio campione di alberi; dal database sviluppato, esteso a diverse migliaia di alberi, sono state tratte le informazioni di interesse per il presente studio. Pur con alcuni limiti (il campione non copre tutte le specie di interesse), il database consente di verificare le ipotesi avanzate e di proporre un approccio operativo significativo.

L'esame dei dati disponibili di LAI e di diametro del fusto tratti dalla popolazione di alberi menzionata è costituita prevalentemente da specie autoctone degli ambienti della Pianura Padana; i risultati consentono di evidenziare che per diverse specie e per classi di diametro piuttosto ampie dei fusti è possibile documentare relazioni significative, con contenuta dispersione delle osservazioni (valori di deviazione standard complessivamente modesti).

Le relazioni fusto – LAI, che per motivi di semplicità si ipotizza siano di tipo lineare fino a 20 – 40 anni a seconda delle specie, appaiono quindi ben evidenti per le specie considerate, anche se assai simili tra loro.

Una sintesi dei risultati di questa fase di analisi è riportata nella Tabella 1.

Nome scientifico	Nome comune	n.	Funzione di regressione	Correlazione	Note
<i>Quercus petraea</i>	Farnia	93	$y = 0.25x$	$R^2 = 0.803$	
<i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	180	$y = 0.31x$	$R^2 = 0.814$	
<i>Acer platanoides</i>	Acero riccio	460	$y = 0.29x$	$R^2 = 0.993$	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acero di monte	730	$y = 0.30x$	$R^2 = 0.178$	
<i>Fraxinus excelsior</i>	frassino maggiore	460	$y = 0.21x$	$R^2 = 0.595$	per $d < 30$ cm
<i>Acer campestre</i>	Acero campestre	279	$Y = 0.28$	$R^2 = 0.892$	per $d < 30$ cm
<i>Fraxinus ornus</i>	Orniello	12	$y = 0.31x$	$R^2 = 0.931$	
<i>Pino silvestre</i>	Pino silvestre	13	$y = 0.33x$	$R^2 = 0.458$	
<i>Pyrus communis</i>	Pero comune	24	$y = 0.30x$	$R^2 = 0.896$	per $d < 30$ cm
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	305	$y = 0.36x$	$R^2 = 0.860$	
<i>Carpinus betulus</i>	Carpino bianco				

Tabella 1. Risultati dell'analisi di correlazione tra diametro del fusto e LAI.

I dati evidenziano il legame, estremamente stretto, esistente tra diametro del fusto e LAI; ciò consentirebbe di proporre il parametro “diametro del fusto” quale strumento per individuare le dimensioni delle piante da vivaio, e conseguentemente il valore di LAI, da mettere a dimora in sostituzione delle funzioni prodotte dalla pianta o dalle piante eliminate.

Per questo motivo si è provveduto a suddividere le specie arboree di interesse per lo studio in quattro diverse categorie, relative alla velocità di accrescimento.

La suddivisione delle specie più tipiche della Pianura Padana è riportata nella successiva Tabella 2. La Tabella 3 riporta per le diverse classi i valori di diametro del fusto con l'età; si tratta di dati che sottintendono una semplificazione di ciò che avviene in natura ma che possono, in una prima approssimazione, essere utilizzati per derivare informazioni utili alla definizione del valore compensativo.

Velocità di accrescimento			
Lento	Medio	Veloce	Molto veloce
<i>Acer campestre</i>	<i>Carpinus betulus</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Populus alba</i>
<i>Acero platanoides</i>	<i>Celtis australis</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Populus nigra</i>
<i>Acero pseudoplatanus</i>	<i>Fraxinus ornus</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Salix spp.</i>
<i>Pyrus vommunis</i>	<i>Prunus avium</i>	<i>Juglans regia</i>	
<i>Quercus pubescens</i>	<i>Quercus cerris</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i>	
<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus petraea</i>	<i>Platanus hybrida</i>	
<i>Sorbus torminalis</i>	<i>Corylus avellana</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	
<i>Taxus baccata</i>		<i>Ulmus campestris</i>	
		<i>Prunus padus</i>	

Tabella 2. Suddivisione delle principali specie forestali riscontrabili Pianura Padana in funzione del loro tasso di accrescimento

Anni	Accrescimento			
	Lento	Medie	Veloci	Molto veloci
	Diametro (in cm)			
5	3.2	3.5	6.0	8.1
6	3.8	4.2	7.2	9.7
7	4.5	5.0	8.4	11.3
8	5.1	5.7	9.6	12.9
9	5.7	6.4	10.7	14.5
10	6.4	7.1	11.9	16.2
11	7.0	7.8	13.1	17.8
12	7.6	8.5	14.3	19.4
13	8.3	9.2	15.5	21.0
14	8.9	9.9	16.7	22.6
15	9.6	10.6	17.9	24.2
16	10.2	11.3	19.1	25.8
17	10.8	12.0	20.3	27.5
18	11.5	12.7	21.5	29.1
19	12.1	13.4	22.7	30.7
20	12.7	14.1	23.9	32.3
25	15.9	17.7	29.9	40.4
30	19.1	21.2	35.8	48.5
35	22.3	24.8	41.8	56.5
40	25.5	28.3	47.8	64.6

Tabella 3. Diametro del fusto in relazione all'età in gruppi di specie arboree con diversa velocità di accrescimento.

In sintesi: l'analisi mette in evidenza lo stretto legame esistente tra LAI e diametro del fusto per specie forestali con diverse velocità di accrescimento; è quindi possibile utilizzare il valore atteso del diametro del fusto come parametro di riferimento per individuare il tipo e numero di piante necessario per ricostituire il valore di LAI perso con l'abbattimento dell'albero o degli alberi.

Tuttavia, nel caso delle piante da vivaio il parametro di riferimento preferito è relativo alla fornitura e mette in evidenza l'età della piantina (vengono generalmente indicati ai fini commerciali l'età del semenzale e dei successivi anni di trapianto, ad es. 1/1 o 1/2 2/2)¹.

Tenuto conto di questo aspetto, sono state individuate delle relazioni generali che legano questa volta l'età della pianta da vivaio con il loro valore di LAI. Grazie ai dati forniti da alcuni vivaisti è stato infatti possibile costruire una prima tabella circa il rapporto tra diametro del fusto ed età della piantina e quindi una seconda tabella riferita alle relazioni esistenti tra l'età ed il LAI (Tabella 4).

¹ Si veda: E.N.A. Standard tecnici europei per la qualità delle produzioni vivaistiche ornamentale compreso: rose, alberi da frutto ed erbe perenni U.N.A.FLOR, Roma, 1998 (<http://www.florinternet.com/unafior/unafior/1%20COND.%20GENERALI.htm>)

	Accrescimento			
	<i>Lento</i>	<i>Medio</i>	<i>Veloce</i>	<i>Molto veloce</i>
Anno	LAI	LAI	LAI	LAI
5	0.9	1.0	1.7	2.3
6	1.1	1.2	2.1	2.8
7	1.3	1.4	2.4	3.3
8	1.5	1.6	2.8	3.8
9	1.7	1.9	3.1	4.2
10	1.9	2.1	3.5	4.7
11	2.0	2.3	3.8	5.2
12	2.2	2.5	4.2	5.6
13	2.4	2.7	4.5	6.1
14	2.6	2.9	4.9	6.6
15	2.8	3.1	5.2	7.0
16	3.0	3.3	5.6	7.5
17	3.1	3.5	5.9	8.0
18	3.3	3.7	6.2	8.5
19	3.5	3.9	6.6	8.9
20	3.7	4.1	6.9	9.4

Tabella 4. Andamento del valore di LAI con l'età della pianta per gruppi di specie con diversa velocità di accrescimento

Quest'ultima tabella è quella che si ritiene possa essere impiegata a fini operativi; le relazioni osservate, infatti, risultano confermate da diverse indagini riportate in bibliografia ed illustrate nelle Figure 5 e 6.

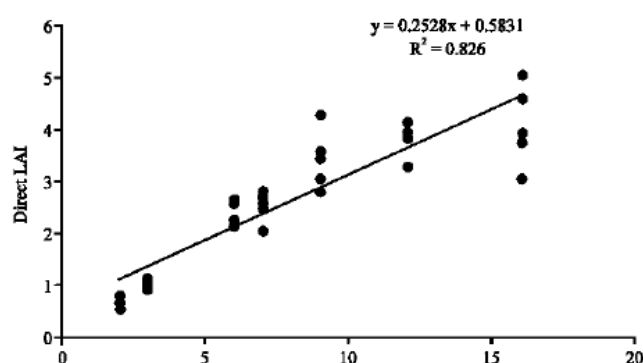


Figura 5. Relazione lineare tra età e LAI osservata in individui di *Elaeis oleifera*

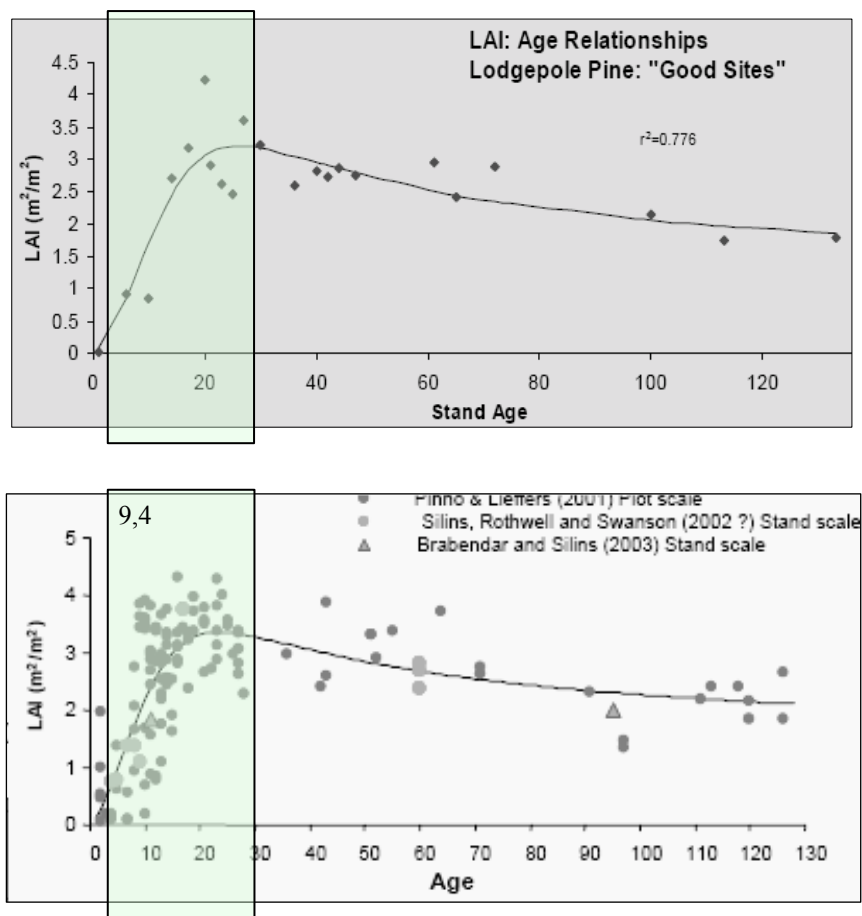


Figura 6. Andamento del LAI in relazione all'età in conifere del Nord America. Viene evidenziato l'intervallo temporale considerato nel presente studio

Anche in questo caso si è tenuto conto che la velocità di accrescimento delle diverse specie forestali non è omogenea, e questo si rifletterà sulla determinazione del numero e del tipo di piante che andranno a sostituire quelle abbattute.

A titolo di esempio, una pianta di pioppo ibrido, in virtù della sua velocità di accrescimento, può raggiungere valori di LAI pari a 4 nel giro di 3-4 anni (Pillardy et al., 2003), mentre lo stesso risultato viene raggiunto da diverse specie quercine dopo almeno 25 anni.

Introducendo la variabile "periodo di recupero" è quindi possibile individuare dalla stessa tabella l'albero o gli alberi che, a distanza di 5 anni, avranno sviluppato una superficie fogliare di LAI pari a quello dell'albero abbattuto.

La Tabella 4 può essere utilizzata anche per individuare una composizione (gruppo) di alberi con tassi di accrescimento differenti che nel tempo potranno disporre di una chioma pari con il valore di LAI desiderato e che potranno quindi andare a sostituire la pianta abbattuta.

Un esempio pratico

Viene richiesta l'autorizzazione all'abbattimento di un pioppo bianco di 15 m di altezza e 20 cm di diametro (a 1.30 cm) in quanto non consente il passaggio di mezzi agricoli.

Il tecnico si reca sul luogo dove viene richiesto l'abbattimento di una o più piante.

Nel caso si tratti pianta isolata si provvederà come segue:

Il tecnico provvede alla misura del LAI mediante determinazione strumentale del parametro e rileva la posizione e le principali caratteristiche morfometriche della pianta.

Determinazione del LAI dell'albero mediante misurazioni nelle quattro direzioni cardinali e inserimento dei dati nel modulo di rilievo.

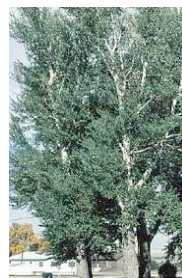
Il modulo di rilievo dei dati campagna è integrato da altri parametri relativi alla pianta e alla sua localizzazione che forniscono indicazioni circa il suo ruolo nel paesaggio, le sue funzioni di carattere ambientale, l'importanza per la biodiversità. Le misure individuali vengono inserite nel modulo di rilievo di campagna. Nel caso di filare o di gruppo di piante si determina il valore complessivo di LAI. Si completa la procedura di stima e si fissa il valore compensativo dell'albero o degli alberi destinati al taglio.

Calcolo del LAI complessivo nel caso si tratti di più alberi e determinazione del valore compensativo

Il tecnico concorda con il proprietario dell'albero, sulla base di una semplice tabella, come questo debba essere compensato, ad esempio con l'impianto di specie a rapido accrescimento abbinate a specie a lento accrescimento in proporzioni uguali.

Individuazione, della combinazione di piante da mettere a dimora. Una pianta con LAI = 5 potrà essere compensata con una o più piante con diversa velocità di accrescimento. Si noti che i dati tratti dalla tabella devono essere pari o superiori al LAI da compensare. L'età minima delle piante che potranno essere utilizzate per la compensazione del LAI è di anni 5. Il valore di LAI, nel caso di un filare, è dato dalla somma dei valori rilevati sui singoli alberi destinati al taglio.

Il vivaio fornisce le piantine secondo le caratteristiche richieste. Il parametro di riferimento è l'età degli individui destinati all'impianto.



Tab. 1 - Tabella di riferimento		LAI											
Specie	Velocità di accrescimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Populus alba	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2. Populus nigra	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3. Populus deltoides	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4. Populus euphratica	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
5. Populus trichocarpa	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6. Populus tremula	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
7. Populus tremuloides	Alto	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
8. Populus nigra	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
9. Populus alba	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
10. Populus deltoides	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11. Populus euphratica	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
12. Populus trichocarpa	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
13. Populus tremula	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
14. Populus tremuloides	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
15. Populus nigra	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
16. Populus alba	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
17. Populus deltoides	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
18. Populus euphratica	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
19. Populus trichocarpa	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
20. Populus tremula	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
21. Populus tremuloides	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
22. Populus nigra	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
23. Populus alba	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
24. Populus deltoides	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
25. Populus euphratica	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
26. Populus trichocarpa	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
27. Populus tremula	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
28. Populus tremuloides	Medio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
29. Populus nigra	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
30. Populus alba	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
31. Populus deltoides	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
32. Populus euphratica	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
33. Populus trichocarpa	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
34. Populus tremula	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
35. Populus tremuloides	Basso	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



7. Definizione del valore compensativo degli arbusti

Il taglio di arbusti si configura come un'azione che necessita di un intervento di compensazione mediante messa a dimora di uno o più arbusti della stessa specie o di specie diverse, purché di carattere autoctono, in grado di ripristinare su un arco di tempo di 3 – 5 anni le funzioni dell'arbusto eliminato.

Premesso che i dati di LAI relativi alle specie arbustive sono estremamente difficili da reperire, le informazioni che è stato possibile raccogliere riguardano le seguenti specie:

- nocciolo (*Corylus avellana*)
- corniolo (*Cornus mas*)
- prugnolo (*Prunus spinosa*)
- salicione (*Salix cinerea*)
- ligustro volgare (*Ligustrum vulgare*)
- biancospino (*Crataegus monogyna*)
- scotano (*Cotinus coggygria*)
- gelso (*Morus alba*, *Morus nigra*)

L'approccio di seguito dettagliato prevede la determinazione strumentale del LAI (Leaf Area Index) della chioma dell'arbusto destinato al taglio; successivamente, per l'individuazione della specie arbustiva e del numero di individui con cui compensare l'individuo destinato al taglio si farà riferimento alla velocità di accrescimento di quella specie.

Sulla base del metodo già messo a punto per le specie arboree sono state effettuate apposite verifiche su un set di dati biometrici relativi alle specie di arbusti sopra elencati; in particolare è stato indagato quale parametro potesse fornire un'indicazione indiretta del valore di LAI. L'analisi condotta suggerisce l'altezza dell'arbusto quale parametro di rapida determinazione e con una relazione statisticamente significativa con il LAI (Figura 7). Nella letteratura scientifica è il volume della chioma dell'arbusto che viene generalmente proposto quale parametro particolarmente correlato con il LAI (Nowak et al., 2006). Ai fini operativi, tuttavia, tale dato appare poco agevole da determinare rispetto all'altezza.

L'analisi di regressione evidenzia lo stretto legame tra i due parametri; nonostante le valutazioni non siano potute avvenire su tutte le specie che si riscontrano negli ambienti naturali della Pianura Padana è comunque ragionevole che esse possano essere considerate valide per la maggior parte degli arbusti.

Le specie arbustive più diffuse della Pianura Padana sono state quindi suddivise in tre gruppi, in funzione della rapidità di accrescimento.

Specie a rapido accrescimento	Specie ad accrescimento medio	Specie ad accrescimento lento
ligustro (<i>Ligustrum vulgare</i>)	prugnolo (<i>Prunus spinosa</i>)	crepino (<i>Berberis vulgaris</i>)
caprifoglio (<i>Lonicera caprifolium</i>)	nocciolo (<i>Corylus avellana</i>)	corniolo (<i>Cornus mas</i>)
pallon di maggio (<i>Viburnum opulus</i>)	salicone (<i>Salix caprea</i>)	alaterno (<i>Rhamnus alaternus</i>)
rosa canina (<i>Rosa canina</i>)	sambuco nero (<i>Sambucus nigra</i>)	viburno lantana (<i>Viburnum lantana</i>)
	ginestra dei carbonai (<i>Sarothamnus scoparius</i>)	frangola (<i>Frangula alnus</i>)
	melo selvatico (<i>Malus sylvestris</i>)	fusaggine (<i>Euonymus europaeus</i>)
	sorbo comune (<i>Sorbus domestica</i>)	
	pero corvino (<i>Amelanchier ovalis</i>)	
	sanguinello (<i>Cornus sanguinea</i>)	
	spincervino (<i>Rhamnus catharticus</i>)	
	gelso (<i>Morus alba</i> , <i>Morus nigra</i>)	

Tabella 5. Andamento del valore di LAI con l'età della pianta per gruppi di specie con diversa velocità di accrescimento

Sulla base della velocità di accrescimento è stato stimato in quanti anni le specie appartenenti ai diversi gruppi possono raggiungere determinati stadi di sviluppo del LAI; la relazione è stata esplorata tenendo conto dello stretto rapporto esistente tra LAI e altezza della pianta. Sulla base di tali indicazioni è stata costruita una tabella che consente di individuare la compensazione richiesta per il taglio dell'arbusto. La stessa tabella può essere utilizzata per i piccoli alberi.

LAI	Accrescimento		
	Lento	Medio	Veloce
n. piante in compensazione			
1	5	3	2
2	5	3	2
2.5	4	3	2
3	4	3	2
3.5	4	3	2
4	4	2	2
4.5	4	2	2
5	3	2	2
5.5	3	2	2
6	3	2	2

Tabella 6. Compensazione del LAI determinato strumentalmente con specie arbustive con diversa velocità di accrescimento.

Va considerato che non è stato possibile individuare nella letteratura scientifica studi sistematici sull'accrescimento delle specie arbustive. Le analisi condotte si basano quindi su un numero limitato di osservazioni e le estrapolazioni riportate fanno quindi riferimento ad un approccio conservativo. L'adozione del metodo di compensazione proposto consentirà tuttavia di disporre nel tempo di dati sufficienti a coprire l'ampia casistica che si rileva in natura.

A titolo di esempio si consideri che venga richiesta l'autorizzazione al taglio di un sambuco nero posto sul lato di uno stradello che rende difficoltoso il passaggio dei mezzi agricoli. Il valore di LAI registrato nel corso della stagione vegetativa è pari a 3.5. Il taglio dell'arbusto richiede che, quale compensazione, vengano messi a dimora: 4 arbusti a lento accrescimento oppure 3 arbusti a medio accrescimento o, infine 2 arbusti a rapido accrescimento.

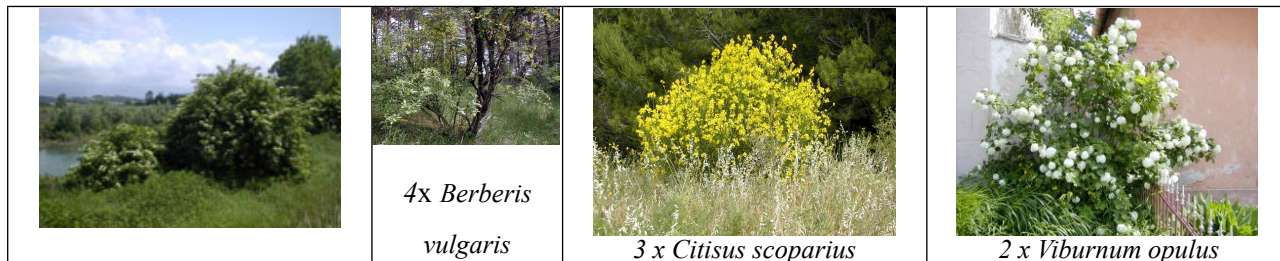


Figura 8. Compensazione di un sambuco nero(a sinistra) messa a dimora di altri arbusti di specie diverse.

8. Compensazione del taglio di un albero con la messa a dimora di arbusti

Nel caso si voglia compensare il taglio di un albero con l'impianto di arbusti è necessario introdurre una semplice considerazione. Il valore di LAI come descritto in premessa fornisce il rapporto tra la superficie fogliare e la proiezione della stessa al suolo. Un qualsiasi valore di LAI può quindi essere dato da alberi anche piuttosto diversi. E' chiaro che nel caso si considerino le specie arbustive quale mezzo di "riequilibrio" del taglio di alberi si presenta però il rischio che la compensazione non risulti realistica e accettabile.

Per impostare correttamente la compensazione del taglio di un albero con la messa a dimora di arbusti è necessario quindi risalire, partendo dalle misure di LAI, alla superficie fogliare dell'albero da abbattere e utilizzare questo parametro come riferimento.

Al momento del rilievo del LAI andranno quindi misurati i due diametri D1 e D2, lungo due direttrici perpendicolari scelte casualmente (ad esempio Nord-Sud e Est-Ovest). Queste misure consentono di descrivere sinteticamente la proiezione della chioma dell'albero PC_{alb} al suolo ($P_{alb} = (D1 + D2)/2)^2 \cdot \pi$.

La superficie fogliare dell'albero SF_{alb} è quindi data da

$$\begin{aligned} SF_{alb} &= PC_{alb} \cdot LAI_{alb} \\ &= ((D1 + D2)/2)^2 \cdot \pi \cdot LAI_{alb} \end{aligned}$$

La compensazione si ritiene raggiunta quando la superficie fogliare degli arbusti messi a dimora SF_{arb} è pari alla superficie fogliare dell'albero eliminato SF_{alb}

$$SF_{arb} = SF_{alb}$$

Per poter determinare il SF_{arb} si fa riferimento alle relazioni tra altezze degli arbusti e LAI discusse in precedenza e si assume che

a) a 5 anni le specie ad accrescimento veloce siano alte 3.5 m, quelle con accrescimento mediamente veloce 2 m e quelle più lente 1.5 m,

b) la proiezione della chioma per gli stessi gruppi di specie, sempre a 5 anni sia 12.25, 4 e 2.25 m².

Per queste altezze i valori di LAI sono per i tre gruppi di specie 2.0, 1.2 e 0.7. E' quindi possibile ricavare la superficie fogliare degli arbusti:

$$SF_{arb} = PC_{arb} \cdot LAI_{arb}$$

Dal rapporto SF_{alb}/SF_{arb} si avrà il numero di individui arbustivi in grado di compensare, dopo 5 anni dalla messa a dimora, l'albero che è stato destinato al taglio.

Più semplicemente si può fissare i valori di SF_{arb} , per i tre gruppi di specie, pari a 19, 4 e 1.6 m², rispettivamente. A questo punto il numero di arbusti necessario per la compensazione è dato dal rapporto tra SF_{alb} e i valori standard di SF_{arb} indicati.

La procedura risulta immediatamente chiara se si considera un caso concreto: viene richiesta l'autorizzazione al taglio di un pioppo nero con LAI = 3 e diametri della proiezione della chioma D1 = 6 e D2 = 5 m.

Si avrà quindi che la proiezione della chioma è stimata in 23.75 m². Questo valore moltiplicato per il valore di LAI dà la superficie fogliare (71.24 m²). La compensazione sarà data dal quoziente tra questo valore e uno dei valori standard di SF_{arb}.

Il taglio dell'albero richiede quindi che vengano messi a dimora 4 arbusti a rapido accrescimento oppure 19 arbusti a medio accrescimento oppure 45 arbusti a lento accrescimento.

9. Parametri correttivi

Il calcolo del LAI della pianta da eliminare ed il relativo recupero con nuovi individui può essere eventualmente perfezionato da ulteriori indici meglio più legati a quelle funzioni dell'albero che il LAI non può considerare, per i quali possono essere introdotti dei coefficienti di correzione.

9.1. Indici morfologici

La chioma può essere valutata con riferimento alla classificazione di Kraft (cit), che prevede l'esame di tre parametri: la posizione sociale, i lati di chioma libera e le caratteristiche della chioma.

Ad ognuno dei parametri viene associato un numero compreso tra 1 e 5, a formare un indice sintetico di tre cifre.

Parametro					
Posizione sociale	Sovradominante	Dominante	Codominante	Sottoposto	Morente
Lati liberi della chioma	4	3	2	1	0
Forma della chioma	Chioma ottimamente sviluppata	Chioma ben sviluppata (altri individui simili in prossimità)	Chioma parzialmente oppressa da individui vicini	Chioma scadente, incompleta, irregolare	Chioma estremamente scarsa, disseccata

Nota

- Albero dominante: individuo che si impone sugli alberi vicini
- Albero codominante: ha un rapporto di concorrenza con gli individui vicini sostanzialmente equilibrato tale da consentire uno sviluppo armonico ma non eccezionale.
- Albero subdominante: evidenzia gli effetti di condizioni di maggiore competitività per la luce ed altri fattori ambientali da parte degli alberi vicini, sviluppo in parte limitato dai concorrenti,
- Albero sottoposto: individuo dallo sviluppo fortemente condizionato e destinato a mantenere una posizione, può avere una funzione ecologica in relazione alla specie.
- Albero morente: albero ancora in vita ma destinato a morire in tempi brevi; può avere una funzione ecologica in relazione alla specie.

9.2. Definizione delle distanze

Per quanto riguarda i parametri di incidenza visiva è necessario considerare la vicinanza con uno o più punti di osservazione significativi.

Sono da considerare i punti di osservazione provenienti da infrastrutture di comunicazione, che consentono di apprezzare l'assenza dell'albero o del gruppo di alberi successiva all'eventuale taglio.

Particolare considerazione deve essere assegnata agli abbattimenti che interferiscono con spazi pubblici o con punti di vista o percorsi panoramici.

9.3. Disposizione delle piante

La disposizione delle piante oggetto dell'abbattimento può dare una ulteriore valutazione dell'effetto che viene generato rispetto alle funzioni espresse. Possono essere previsti i seguenti casi:

- piante isolate: assenza di altri alberi o ostacoli visivi di diversa natura (edifici, tralicci, ecc.) per un raggio di almeno 30 m;
- piante sparse
- filare (disposizione lineare a prevalenza di piante d'alto fusto)
- siepe e fasce tampone (disposizione lineare a prevalenza di specie arbustive o arboree ceduate) [per albero o ogni 3-5 m di siepe]
- "bosco" (fasce boscate, macchie, ecc.)

9.4. Indici territoriali

Il valore della pianta da sottrarre al territorio può considerare indici particolari e caratteristici di quel solo territorio:

- Vulnerabilità ai nitrati: Comune vulnerabile ai nitrati
Comune non vulnerabile ai nitrati
Comune parzialmente vulnerabile ai nitrati
- Indice di boscosità comunale (Superficie boscata/superficie comunale):
 - > 20 %
 - 10 % - 20 %
 - 5 % - 10 %
 - 2 % - 5 %
 - < 2 %
- Densità abitativa (abitanti/kmq):
 - 0 - 100
 - 101 - 250
 - 251 - 500
 - 501 - 750
 - 751 - 1000

10. Normativa Comunale

Disciplina dei tagli arborei in ambito agricolo

1. Le zone arboree, i filari e gli alberi sparsi devono essere mantenuti a cura dei proprietari, possessori o detentori nel miglior stato di conservazione colturale. Gli interventi devono tendere alla conservazione e alla ricostruzione della vegetazione in equilibrio con l'ambiente.
2. Ogni taglio deve essere effettuato a perfetta regola d'arte.
3. Per il taglio degli alberi non monumetali di particolare pregio è indicato il ricorso alla dendrochirurgia.
4. Per le modalità dei tagli, i tempi e i reimpianti valgono le prescrizioni di cui alla tabella successiva.

Tipologia	Taglio	Obbligo di reimpianto	Parametri di reimpianto
Zone arboree naturalizzate	Consentito	X	Applicazione tabelle L.A.I.
Filari esistenti	Consentito	X	Applicazione tabelle L.A.I.
Alberi sparsi	Consentito	X	Applicazione tabelle L.A.I.
Alberi di rilevanza paesistica	Non consentito		
Pioppeto (a filare e razionale)	Consentito	X con pausa a norma di PSR	Applicazione tabelle L.A.I.
Nuove piantumazioni a filare	Consentito (1)	X	Applicazione tabelle L.A.I.

5. Nel caso di filari (lungo divisioni interpoderali, rive, strade ecc.) l'utilizzatore deve prevedere il mantenimento dei polloni migliori ogni 3-5 metri, di cui ogni 20 metri deve esserne mantenuto uno per almeno tre turni di taglio a rotazione.

L.A.I. (indice di area fogliare)

1. Si definisce L.A.I. "indice di area fogliare" o Leaf Area Index (L.A.I.) il rapporto tra la superficie fogliare e la sua proiezione al suolo.
2. Le compensazioni arboree o arbustive, da effettuarsi in contraddittorio con l'ufficio tecnico comunale e da realizzarsi a cura dei proprietari, possessori o detentori, dovranno avvenire secondo le seguenti modalità:
 - Verifica del diametro del fusto (per le essenze arboree) e dell'altezza (per le essenze arbustive) dell'elemento di cui è previsto l'abbattimento e calcolo del valore del LAI attraverso i parametri contenuti nelle tabelle.
 - Definizione del valore LAI globale delle essenze arboree o arbustive di cui è previsto l'abbattimento, che deve essere considerato la soglia minima di LAI da raggiungersi, attraverso

- il reimpianto in territorio comunale, **entro il 5° anno** successivo all'abbattimento;
- Proposta da verificarsi da parte dell'Ufficio Tecnico comunale delle specie arboree o arbustive da reimpiantare al fine del raggiungimento del **valore L.A.I. minimo al 5° anno** successivo all'abbattimento.

Tabella 1. Suddivisione delle principali specie forestali arboree riscontrabili Pianura Padana in funzione del loro tasso di accrescimento

Velocità di accrescimento alberi			
Lento	Medio	Veloce	Molto veloce
<i>Acer campestre</i> <i>Acero platanoides</i> <i>Acero pseudoplatanus</i> <i>Pyrus vommunis</i> <i>Quercus pubescens</i> <i>Quercus robur</i> <i>Sorbus torminalis</i> <i>Taxus baccata</i>	<i>Carpinus betulus</i> <i>Celtis australis</i> <i>Fraxinus ornus</i> <i>Prunus avium</i> <i>Quercus cerris</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Corylus avellana</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juglans regia</i> <i>Ostrya carpinifolia</i> <i>Platanus hybrida</i> <i>Tilia platyphyllos</i> <i>Ulmus campestris</i> <i>Prunus padus</i>	<i>Populus alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Salix spp.</i>

Tabella 2. Suddivisione delle principali specie forestali arbustive riscontrabili Pianura Padana in funzione del loro tasso di accrescimento

Velocità di accrescimento arbusti		
Lento	Medio	Veloce
<i>Berberis vulgaris</i> <i>Cornus mas</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Viburnum lantana</i> <i>Frangula alnus</i>	<i>Prunus spinosa</i> <i>Corylus avellana</i> <i>Salix caprea</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Sorothamnus scoparius</i> <i>Morus alba, Morus nigra</i> <i>Sorbus domestica</i> <i>Malus sylvestris</i> <i>Amelanchier ovalis</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Rhamnus catharticus</i>	<i>Ligustrum vulgare</i> <i>Lonicera caprifolium</i> <i>Viburnum opulus</i> <i>Rosa canina</i>

Tabella 3. Diametro del fusto in relazione all'età in gruppi di specie arboree con diversa velocità di accrescimento.

Calcolo del LAI in funzione degli anni e del diametro del fusto per velocità di accrescimento								
	Lento		Medio		Veloci		Molto veloci	
Anni	ø cm	LAI	ø cm	LAI	ø cm	LAI	ø cm	LAI
5	3,18	0,9	3,53	1	5,97	1,7	8,07	2,3
6	3,82	1,1	4,24	1,2	7,16	2,1	9,69	2,8
7	4,45	1,3	4,95	1,4	8,36	2,4	11,3	3,3
8	5,09	1,5	5,65	1,6	9,55	2,8	12,92	3,8
9	5,73	1,7	6,36	1,9	10,74	3,1	14,53	4,2
10	6,36	1,9	7,07	2,1	11,94	3,5	16,15	4,7
11	7	2	7,78	2,3	13,13	3,8	17,77	5,2
12	7,64	2,2	8,48	2,5	14,33	4,2	19,38	5,6
13	8,28	2,4	9,19	2,7	15,52	4,5	21	6,1
14	8,91	2,6	9,9	2,9	16,72	4,9	22,61	6,6
15	9,55	2,8	10,61	3,1	17,91	5,2	24,23	7
16	10,19	3	11,31	3,3	19,1	5,6	25,84	7,5
17	10,82	3,1	12,02	3,5	20,3	5,9	27,46	8
18	11,46	3,3	12,73	3,7	21,49	6,2	29,07	8,5
19	12,1	3,5	13,43	3,9	22,69	6,6	30,69	8,9
20	12,73	3,7	14,14	4,1	23,88	6,9	32,3	9,4
21	13,37	3,7	14,85	4,1	25,08	6,9	33,92	9,4
22	14,01	3,7	15,56	4,1	26,27	6,9	35,54	9,4
23	14,65	3,7	16,26	4,1	27,46	6,9	37,15	9,4
24	15,28	3,7	16,97	4,1	28,66	6,9	38,77	9,4
25	15,92	3,7	17,68	4,1	29,85	6,9	40,38	9,4
26	16,56	3,7	18,39	4,1	31,05	6,9	42	9,4
27	17,19	3,7	19,09	4,1	32,24	6,9	43,61	9,4
28	17,83	3,7	19,8	4,1	33,43	6,9	45,23	9,4
29	18,47	3,7	20,51	4,1	34,63	6,9	46,84	9,4
30	19,1	3,7	21,22	4,1	35,82	6,9	48,46	9,4
31	19,74	3,7	21,92	4,1	37,02	6,9	50,07	9,4
32	20,38	3,7	22,63	4,1	38,21	6,9	51,69	9,4
33	21,01	3,7	23,34	4,1	39,41	6,9	53,31	9,4
34	21,65	3,7	24,04	4,1	40,6	6,9	54,92	9,4
35	22,29	3,7	24,75	4,1	41,79	6,9	56,54	9,4
36	22,93	3,7	25,46	4,1	42,99	6,9	58,15	9,4
37	23,56	3,7	26,17	4,1	44,18	6,9	59,77	9,4
38	24,2	3,7	26,87	4,1	45,38	6,9	61,38	9,4
39	24,84	3,7	27,58	4,1	46,57	6,9	63	9,4
40	25,47	3,7	28,29	4,1	47,77	6,9	64,61	9,4

Tabella 4. Altezza in relazione all'età in gruppi di specie arbustive con diversa velocità di accrescimento.

Anni	Accrescimento					
	Veloce		Medio		Lento	
	h	LAI	h	LAI	h	LAI
1	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
2	1,4	1,0	0,8	0,4	0,6	0,2
3	2,1	1,4	1,2	0,6	0,9	0,3
4	2,8	1,9	1,6	0,9	1,2	0,4
5	3,5	2,4	2,0	1,1	1,5	0,5

Tabella 5. Parametri correttivi relativi al valore LAI delle essenze arboree e arbustive di cui è previsto il taglio

Parametri correttivi					
Per forma della chioma					
Forma della chioma	Chioma ottimamente sviluppata	Chioma ben sviluppata (altri individui simili in prossimità)	Chioma parzialmente oppressa da individui vicini	Chioma scadente, incompleta, irregolare	Chioma estremamente scarsa, disseccata
Parametro	1,2	1	0,8	0,7	0,5
Per localizzazione territoriale					
Abbattimento interno a corridoi ecologici di 1° livello					1,5

11. Bibliografia citata

- Bréda Nathalie J. J., 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies *Journal of Experimental Botany* 392: 2403-2417
- Hardin P., Jensen R. 2007. The effect of urban leaf area on summertime urban surface kinetic temperatures : A Terre Haute case study *Urban forestry & urban greening* 2: 63-72.
- Jonckheere I., Fleck S., Nackaerts K., Muys B., Coppin P., Weiss M., Baret F., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination: Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 1-2: 19-35.
- Kenney, W. A., 2007. Potential Leaf Area Index Analyses for the City of Toronto's Urban Forest. In *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests* Springer New York, pp.
- Kergoat L., 1998. A model for hydrological equilibrium of leaf area index on a global scale *Journal of Hydrology* 212-213: 268-286.
- Maraseni N. T., Cockfield G., Apan A., Mathers, 2007. Estimation of Shrub Biomass: Development and Evaluation of Allometric Models Leading to Innovative Teaching Methods. *International Journal of Business & Management Education* N., 4 <http://www.usq.edu.au/resources/shrubforjournalfinal.pdf>
- Nowak, D. J.; Crane, Daniel E.; Stevens, Jack C. 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening* 4:115-123
- Pallardy, S., Gibbins D., Rhoads J., 2003. Biomass production by two-year-old poplar clones on floodplain sites in the Lower Midwest, USA. *Agroforestry Systems* 1: 21-26.
- Regione Lombardia, 2006. Valutazione di specie arbustive e arboree allevate a siepe. Fondazione Minoprio., Milano, pp. 127.
- Scurlock, J. M. O., G. P. Asner, and S. T. Gower. 2001. Global Leaf Area Index Data from Field Measurements, 1932-2000. Data set.
- Stanek W., State D., 1978. Equations predicting primary productivity (biomass) of trees, shrubs and lesser vegetation based on current literature. BC-X-183. Canadian Forestry Service. 1978
- Wang A., Diao Y., Pei T., Jin C., Zhu J., 2007. A semi-theoretical model of canopy rainfall interception for a broad-leaved tree. *Hydrological Processes* 18: 2458-2463.
- Watson, D. J., 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops. *Ann. Bot., Land.* 11: 41-76.
- Weiss M., Baret, F. Smith, G. J., Jonckheere, I., Coppin P, 2004. Review of methods for in situ leaf area index (LAI) determination: Part II. Estimation of LAI, errors and sampling *Agricultural and Forest Meteorology* 1-2: 37-53.