

**Indagini per una migliore conoscenza e gestione dell'habitat 91E0*
“Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (Alno-Padion,
Alnion incanae, *Salicion albae*)” in alcuni Siti della Rete Natura 2000 del
Piemonte**



ZSC IT1110021 - Laghi di Ivrea

ZSC IT1110057 - Serra di Ivrea

ZSC IT1110047 - Scarmagno - Torre C.se

ZPS/ZSC IT1110020 Lago di Viverone

Attività svolta da Arpa Piemonte – S.S. Valutazioni ambientali e grandi opere in attuazione dell'art. 46 della l.r. 29 giugno 2009, n. 19 Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità. Trienni 2014÷2016 e 2017÷2019.

Premessa

L'habitat 91E0* è inserito nell'Allegato I della Direttiva "Habitat" ed individuato come habitat di interesse comunitario prioritario. Nel Manuale Nazionale d'interpretazione degli habitat è definito come "Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)".

In Piemonte, tale habitat è rappresentato da un insieme eterogeneo di ambienti boschivi igrofilo e meso-igrofilo, alluvionali, ripariali e paludosi, di ontani (*Alnus incana* e/o *Alnus glutinosa*), e/o frassino (*Fraxinus excelsior*), salice bianco (*Salix alba*), a volte con pioppi (*Populus* spp.) planiziali, collinari e montani¹.

Per l'habitat 91E0*, il rapporto "Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend", pubblicato da Ispra in occasione del 3° Rapporto nazionale ex art. 17 della D.H., indica, sia per la regione biogeografia continentale che per quella alpina, uno stato di conservazione "cattivo" a livello nazionale con trend in peggioramento. Tale dato è stato confermato anche in occasione del IV Report (2013-2018).

Al fine di migliorare la conoscenza e la gestione dell'habitat 91E0*, il Settore Biodiversità e aree naturali della Regione Piemonte, nell'ambito del proprio ruolo di indirizzo e coordinamento della Rete Natura 2000 del Piemonte, ha commissionato ad Arpa Piemonte - S.S. Valutazioni ambientali e grandi opere – alcune indagini conoscitive volte a fornire il necessario supporto per la conservazione dell'habitat 91E0*. Tale supporto è avvenuto in attuazione dell'art. 46 della l.r. 19/2009 (*Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità*).

Per quanto sopra, tra il 2013 ed il 2018 Arpa Piemonte ha svolto in alcuni Siti della Rete Natura 2000 del Piemonte individuati per la conservazione dell'habitat 91E0* e delle specie ad esso associate una serie di studi volti a migliorare il quadro conoscitivo degli alneti di ontano nero, una delle formazioni riconducibili a tale ambiente e caratterizzati da un elevato interesse naturalistico .

Tali attività hanno previsto:

1. Prime valutazioni circa la struttura e la frequenza di grandi alberi e necromassa legnosa negli alno-frassineti riconducibili all'alleanza *Alno-Padion* presenti all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea";
2. Effetti delle pratiche selvicolturali sulla conservazione dell'habitat "91E0*" all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea";
3. Individuazione degli alneti di ontano nero di maggior pregio naturalistico in relazione ai disposti delle Misure di conservazione sito-specifiche nelle ZSC "IT1110047 Scarmagno - Torre Canavese (morena destra di Ivrea)", ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea" e nella ZPS/ZSC "IT1110020 Lago di Viverone".

¹ Sindaco R., G.P. Mondino, A. Selvaggi, A. Ebone, G. Della Beffa, 2003 - Guida al riconoscimento di Ambienti e Specie della Direttiva Habitat in Piemonte. Regione Piemonte. Aggiornamento 2017.

1. Prime valutazioni circa la struttura e la frequenza di grandi alberi e necromassa legnosa negli alno-frassineti riconducibili all'alleanza *Alno-Padion* presenti all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea".

L'attività, avviata nell'autunno del 2013, è stata completata nel corso della primavera del 2016 ed ha riguardato l'habitat "91E0*" all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea".

Le informazioni circa gli ambienti forestali presenti nel sito sono state tratte dallo studio per il Piano di Gestione (PdG) redatto nel 2005 nell'ambito del progetto, finanziato dal programma comunitario LIFE, "99/NAT/IT/006279 - Verifica della Rete Natura 2000 in Italia e modelli di gestione".

1.1 Materiali e metodi

Sulla base di quanto desumibile dalle cartografie allegato allo studio per il PdG, sono stati indagati i tre alno-frassineti più estesi riconducibili all'alleanza *Alno-Padion* presenti all'interno della ZSC, escludendo quelli più spiccatamente igrofilo dell'associazione *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* studiati nel corso del 2015 e considerando sia le formazioni "secondarie" che "primarie" (in base all'analisi effettuata sulle immagini del volo GAI-IGMI del 1954²).

I siti oggetto di analisi, riportati nella figura 1, sono situati nei comuni di Cascinette di Ivrea, Chiaverano e Borgoferanco (TO).

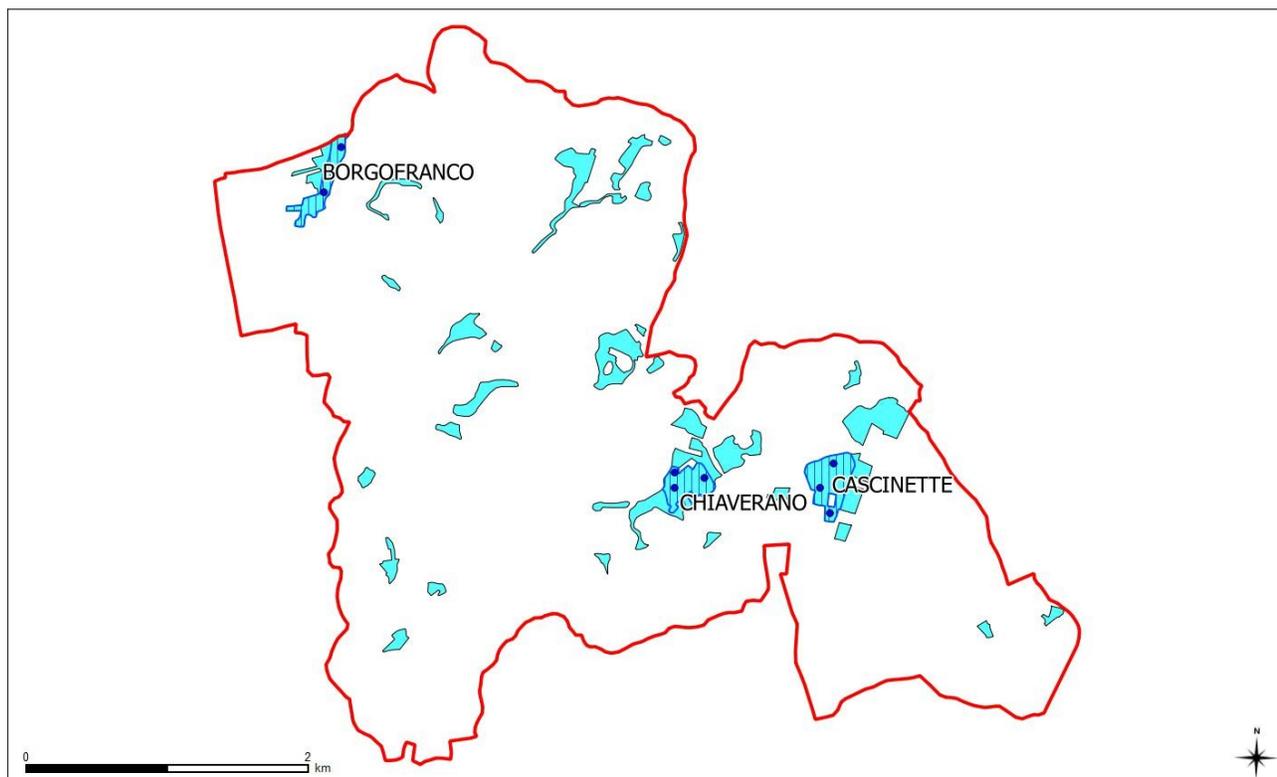


Figura 1 - Localizzazione dei siti oggetto di studio (in rosso i confini della ZSC, in azzurro i popolamenti riconducibili all'habitat "91E0*")

Per descrivere la distribuzione diametrica dei popolamenti sono state complessivamente rilevate, escludendo i settori interessati da utilizzazioni recenti, otto aree di saggio forestali di forma rettangolare di dimensioni variabili (con superficie compresa tra 400 e 1200 mq), all'interno delle quali è stato effettuato il cavallettamento totale delle piante presenti (adottando una soglia pari a 7,5 cm a 1,30 m di altezza) e stimata speditivamente l'altezza media del popolamento.

² "secondari": originatisi per invasione di aree non boscate all'epoca; primari: ovvero già riconoscibili nei fotogrammi analizzati.

Nei medesimi popolamenti la frequenza di grandi alberi è stata valutata percorrendo, tra l'autunno 2013 e la primavera 2016, una porzione significativa degli stessi, per una superficie complessiva pari a poco più di 24 dei circa 39 ettari occupati dalle formazioni studiate, al cui interno ricadono tutte le aree di saggio sopra descritte.

I parametri dendrometrici misurati in campo sono stati organizzati e restituiti in valori espressi percentualmente o riferiti all'ettaro.

La quantità di necromassa presente è stata valutata con il metodo FAS all'interno di aree di saggio circolari con raggio di 30 m e centro corrispondente al baricentro dei plots già rilevati per descrivere la distribuzione diametrica. Il calcolo dei volumi è stato effettuato ricorrendo, per piante morte in piedi e *chablis*, a tavole di cubatura standard, mentre negli altri casi si è utilizzata la formula di Huber.

A margine, si segnala come durante i rilievi condotti, è stata appurata la necessità di procedere ad una più puntuale individuazione dei popolamenti ascrivibili all'habitat "91E0*" rispetto alle indicazioni contenute nella cartografie allegate allo studio per il PdG, risultate in alcuni casi datate o piuttosto imprecise (cfr. Attività n. 3).

1.2. Risultati

Da un punto di vista fisionomico-strutturale, le formazioni studiate, tutte di proprietà privata, sono spesso ricche di geofite nemorali mesofile ed eurifile (*Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Ranunculus ficaria*, *Leucojum vernum* e, talora, *Allium ursinum*) e presentano per lo più strutture irregolari riconducibili, ai sensi del vigente regolamento forestale, al governo misto; meno frequenti sembrano essere i cedui.

1.2.1 Distribuzione diametrica

Come si può osservare confrontando i box-plots riportati nella figura 2, la distribuzione diametrica in questi alno-frassineti è spostata su classi superiori rispetto al dato, risalente al 2003 e riferito a tutte le categorie forestali, rilevato all'interno della ZSC per l'inventario forestale condotto nell'ambito dello studio per il Piano Forestale Territoriale dell'AF '59 - Canavese e Serra di Ivrea' (34 aree di saggio), ed è caratterizzata da un maggior valore di diametro medio e mediano (rispettivamente pari a 18,5 e 18 cm contro 14,8 e 13 cm) e da una modesta dispersione.

Inoltre, mentre il valore di diametro medio è in linea con quello rilevato a livello regionale nell'ambito delle indagini per la redazione degli studi per i Piani Forestali Territoriali (Gottero *et al.*, 2007), che è pari a 19 cm, quello relativo all'area basimetrica è nettamente superiore (32 mq/ha contro 25).

Tabella 1- Caratteristiche di alcuni parametri strutturali nei tre siti studiati

	Borgofranco (BF)	Chiaverano (CH)	Cascinette (CA)	TOTALE (± errore standard)
Diametro medio (cm)	18,0	18,0	20,3	18,5±1,9
Diametro mediano (cm)	18	16	19	18
Diametro 75° percentile (cm)	22	24	26	24
Diametro max (cm)	42	51	57	57
N.ro piante/ha	1092	1195	682	989±157
Area basimetrica (mq/ha)	31,5	38,9	26,3	31,9±6,3
Copertura ontano nero (% di area basimetrica totale)	83,9	43,7	47,2	55,0±7,3
Copertura frassino maggiore (% di area basimetrica totale)	15,5	54,3	41,7	39,9±6,6

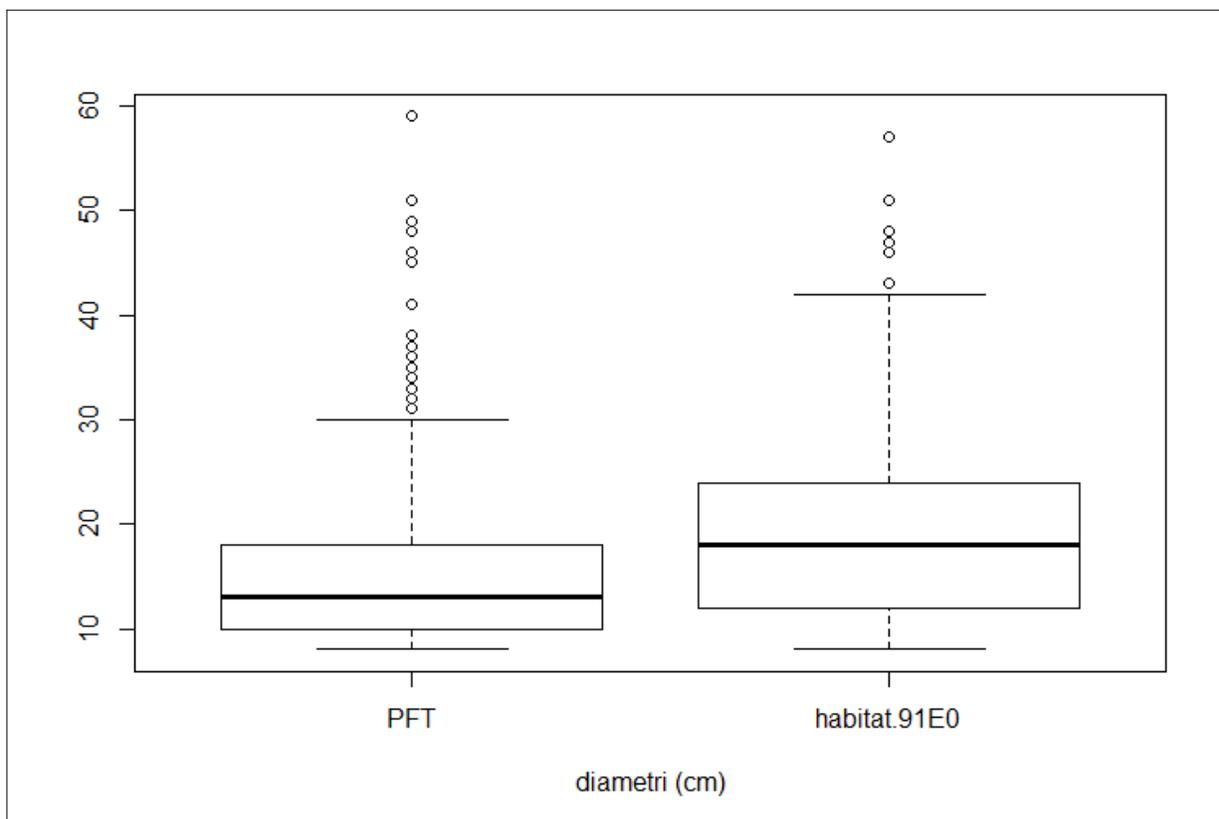


Figura 2 - Box-plots relativi alla distribuzione diametrica derivante dall'elaborazione dei dati inventariali dello studio per il PFT dell'AF 59 (PFT) e a quella rilevata nei popolamenti oggetto di studio (habitat.91E0).

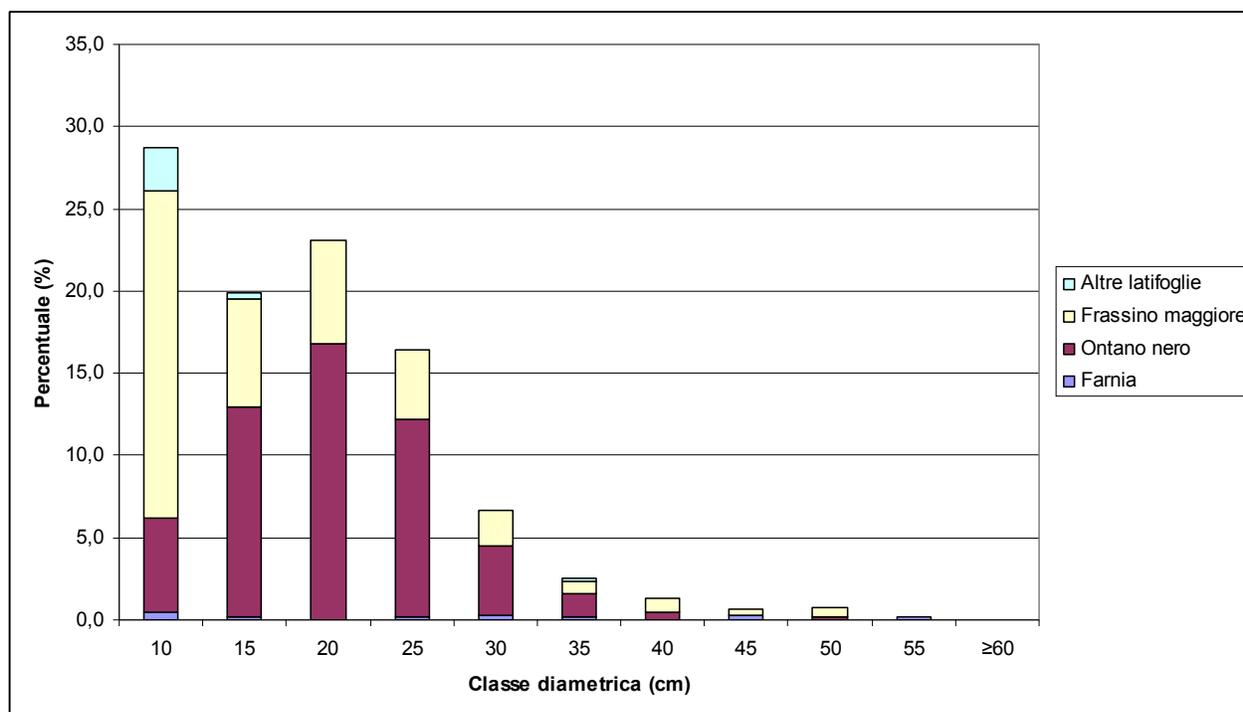


Figura 3 - Distribuzione diametrica (espressa in percentuale per specie) negli alno-frassineti studiati nella ZSC IT1110021

Con riferimento alle definizioni contenute nel vigente regolamento forestale, la distribuzione diametrica osservata evidenzia una netta predominanza di diametri piccoli ($D_{1,30m} < 27,5$ cm), che rappresentano circa l'87% del totale, mentre all'interno delle aree di saggio, come già accaduto nel corso delle indagini effettuate nel 2015 nell'ambito dello Studio n. 2 (cfr. figura 2 Attività n 2), non sono state rilevate piante di grosse dimensioni (figure 3 e 4).

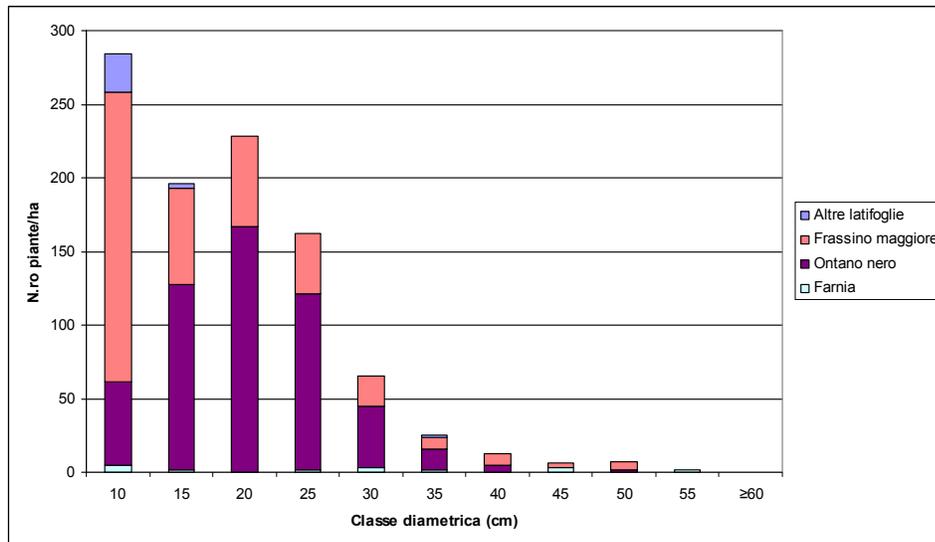


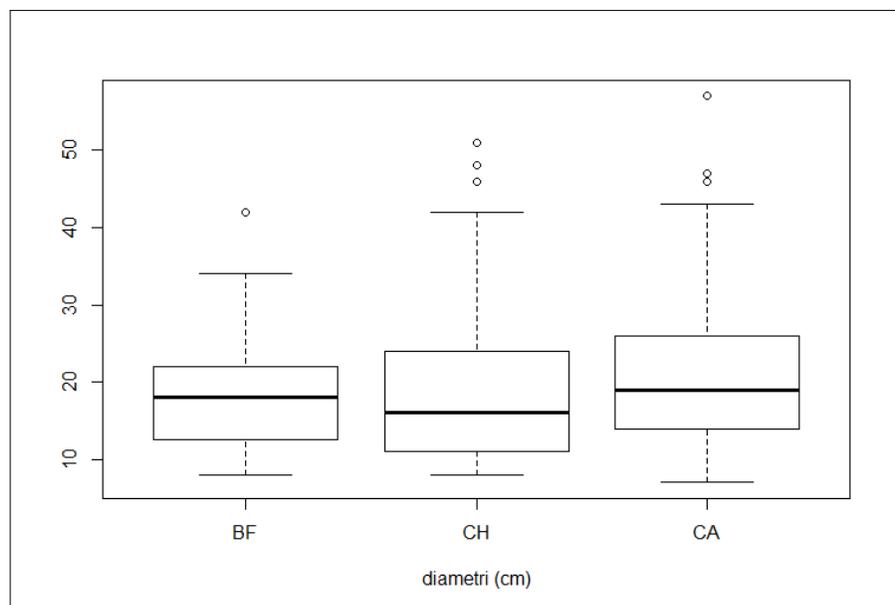
Figura 4 - Distribuzione diametrica (espressa in numero piante/ettaro per specie) negli alno-frassineti studiati nella ZSC IT1110021

I tre siti studiati sono contraddistinti da valori di diametro medio e mediano modesti e da una certa asimmetria nella distribuzione diametrica, più marcata a Chiaverano e a Cascinette, dove si osserva anche una maggior dispersione dei dati (figura 5 e tabella 1).

Sebbene i tre diversi data set non presentino differenze numericamente rilevanti, i valori di media/mediana dei siti studiati si discostano tra loro in modo significativo, come evidenziato dal test di Kruskal-Wallis, che ha fornito un p-value pari a 0,0058 per un livello di significatività 0,05; il sito che differisce maggiormente dagli altri è quello di Chiaverano.

Per quanto attiene gli altri descrittori analizzati, la densità media dei popolamenti studiati è di poco inferiore alle mille piante/ettaro, con ontano nero e frassino maggiore che contribuiscono per quasi il 95% all'area basimetrica totale (con un range compreso tra quasi il 100% a Borgofranco e poco meno del 90% nel sito di Cascinette, caratterizzato da una certa diffusione della farnia nello strato arboreo).

Figura 5 - Box-plots relativi alla distribuzione diametrica nelle aree di saggio rilevate nei tre siti studiati: Borgofranco (BF), Chiaverano (CH) e Cascinette (CA)



1.2.2. Frequenza di grandi alberi

Per quanto concerne la dotazione di grosse piante (ovvero quelle con $D_{1,30m} > 57,5$ cm), i risultati (tabella 2 e figura 6) sono coerenti con la distribuzione diametrica delineata dalle aree di saggio rilevate.

Complessivamente sono state individuate 91 piante: le classi diametriche rappresentate sono comprese tra i 60 e i 120 cm: i pioppi clonali (*Populus x canadensis*), residuo di impianti pregressi o di pioppicoltura promiscua in bosco e lasciati in piedi ben oltre il turno, rappresentano circa il 55% delle piante rilevate (l'80% a Borgofranco), seguiti da farnia (31%) e frassino maggiore.

Tra le "altre latifoglie" sono stati censiti *Salix alba* (tre esemplari), *Alnus glutinosa*, *Populus alba* e *Robinia pseudoacacia* (uno).

Anche se la dotazione di piante grosse o "eccezionali" (*sensu* regolamento forestale), pari a quasi 4 piante/ettaro, non è particolarmente bassa in termini assoluti, si evidenzia come tale valore si riduca a meno della metà escludendo dal computo gli esemplari di pioppo clonale.

Limitando l'analisi ai soli soggetti appartenenti a classi diametriche maggiori o uguali a 70 cm ed escludendo i pioppi clonali, emerge come la densità rilevata, pari a 0,57 piante/ettaro, si collochi verso il limite inferiore dell'intervallo di $0,5 \div 2$ grosse piante/ettaro riportato in letteratura per altre realtà europee caratterizzate da gestione attiva (Bütler *et al.*, 2013), comunque ben al di sotto del contingente di $10 \div 20$ piante/ettaro (che sale a $20 \div 40$ considerando, come nel presente studio, i soggetti con $D_{1,30m} > 57,5$ cm) indicato per foreste vetuste della fascia temperata dell'Europa centro-settentrionale (Nilsson *et al.*, 2003).

Tabella 2 - N.ro di piante con $D > 57,5$ cm nell'area di studio ripartite per classe diametrica e specie (BF = Borgofranco, CH = Chiaverano, CA = Cascinette) I dati riportati nelle celle evidenziate in rosso sono relativi alle piante di dimensioni "eccezionali" (*sensu* regolamento forestale).

Classe diametrica (cm)	<i>Quercus robur</i>			<i>Fraxinus excelsior</i>			<i>Populus x canadensis</i>			Altre latifoglie			TOTALE		
	BF	CH	CA	BF	CH	CA	BF	CH	CA	BF	CH	CA	BF	CH	CA
60		2	10	1	1	1	9	1	2		2		10	6	13
65		1	6	1		1	5		3	1			7	1	10
70		1	4				1	1	3				1	2	7
75			1		2			2	4	1		1	1	4	6
80		1							4					1	4
85			1					1	6					1	7
90								1	2					1	2
95		1					1		2			1	1	1	3
100															
105															
110							1						1		
115															
120								1						1	
>120															
TOTALE		6	22	2	3	2	17	7	26	2	2	2	21	18	52

Figura 6 - Frequenza delle piante grosse (espressa in numero piante/ettaro per specie) negli alno-frassineti studiati nella ZSC IT1110021 Come risulta dalla tabella 3, il sito di Cascinette presenta una maggior frequenza di piante grosse³, riconducibile solo in parte alla numerosità del contingente di pioppi clonali.

Di particolare interesse ai fini conservazionistici è la presenza, retaggio della prevalente origine secondaria del popolamento (che occupa per lo più aree non boscate all'epoca del volo GAI-IGMI del

³ La dotazione di piante grosse nel sito di Cascinette è stata valutata nel corso dell'autunno del 2013. Pertanto è possibile che il contingente possa essersi ridotto in seguito alle utilizzazioni avvenute nel corso delle stagioni silvane successive.

1954) di alcuni vecchi salici bianchi capitozzati ricchi di cavità e legno morto a diversi stadi di decadimento.

Tabella 3 - Frequenza (espressa in numero di piante/ha) di soggetti con diametro > 57,5 cm nei tre siti indagati

	Borgofranco (BF)	Chiaverano (CH)	Cascinette (CA)	TOTALE (± errore standard)
Farnia	0,00	0,76	2,19	0,98±0,64
Pioppi clonali	2,60	0,88	2,59	2,02±0,57
Frassino maggiore	0,31	0,38	0,20	0,29±0,05
Altre latifoglie	0,31	0,25	0,20	0,25±0,03
TOTALE	3,21	2,27	5,17	3,55±0,85

Alcuni indici sintetici volti a misurare la funzionalità degli ecosistemi forestali ed il loro grado di biodiversità che includono tra gli indicatori utilizzati la frequenza di grandi alberi, individuano come valore di riferimento per le "piante veterane" una numerosità pari all'1% del totale (Geburek *et al.*, 2010).

Come evidenziato dalla tabella 4, il contingente di soggetti che nei popolamenti studiati soddisfano i requisiti dimensionali previsti rappresenta una quota che è di almeno due ordini di grandezza inferiore a quella sopra indicata, anche includendo nel computo i grossi pioppi clonali.

Tabella 4 - Numero di soggetti con caratteristiche di "piante veterane" ($D \geq D_{min}$) nei tre popolamenti indagati e loro percentuale sul totale delle piante presenti

	Dmin (cm)	Borgofranco (BF)	Chiaverano (CH)	Cascinette (CA)
Quercus robur	90	0	1	0
Populus spp.	90	2	2	4
Fraxinus excelsior	80	0	0	0
Salix alba	80	0	0	1
Alnus glutinosa	70	0	0	0
TOTALE		0,03%	0,03%	0,07%

1.2.3. Dotazione di legno morto

La quantità di legno morto presente nei tre popolamenti studiati è riportata nella tabella 5, dalla quale emerge come il volume della necromassa presente mediamente non costituisca, come ordine di grandezza, più del 2-3% di quello totale.

Tabella 5 - Quantitativi di legno morto per componente nei tre popolamenti indagati (tra le piante morte in piedi sono conteggiati anche gli *snag*)

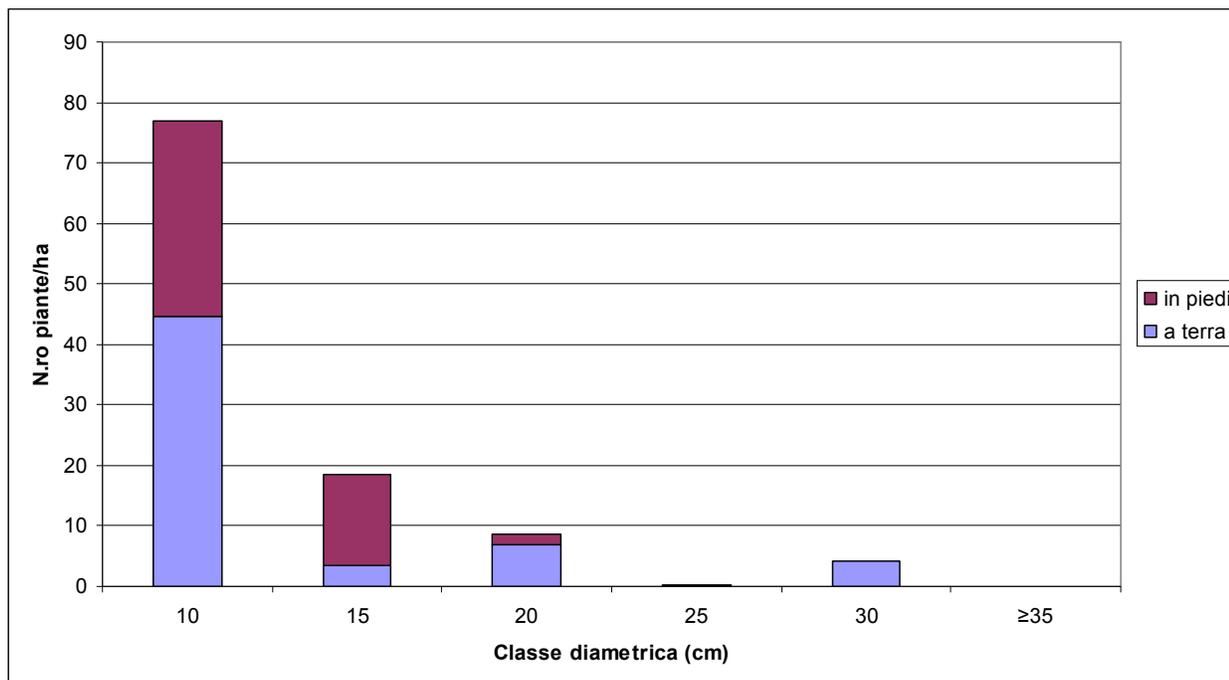
	Borgofranco (BF)	Chiaverano (CH)	Cascinette (CA)	Media (± errore standard)
Legno morto in piedi (mc/ha)	2,2	3,2	2,6	2,7±0,6
Legno morto a terra (mc/ha)	11,4	2,0	1,0	4,0±2,5
Ceppaie (mc/ha)	0,0	0,0	0,4	0,1±0,1
TOTALE (mc/ha)	13,6	5,3	4,0	6,9±2,3
Piante morte in piedi (n.ro/ha)	50	61	37	49±15

Per quanto riguarda le classi dimensionali, coerentemente con la distribuzione diametrica tratteggiata nel capitolo 1.2.1, i dati ricavati dalle aree di saggio indicano la rarità in queste formazioni di legno morto di grosse dimensioni (quindi "biologicamente utile"), dal momento che, senza considerare le ceppaie, quasi l'85% degli elementi rilevati rientra nelle classi diametriche dei 10 o dei 15 cm e che non sono rappresentate classi > 30 cm: la frequenza delle piante morte (a terra o in piedi) ricadenti nelle classi diametriche maggiori (20÷30 cm) non supera gli 8 soggetti/ettaro (figura 7).

Il recente manifestarsi di alcuni eventi di disturbo di bassa intensità legati all'azione del vento, ha determinato lo schianto di diverse piante, con un certo incremento della disponibilità di necromassa "utile", come attestato dai valori di legno morto a terra rilevati nel sito di Borgofranco e osservato in quello di Cascinette, dove, sebbene la dotazione complessiva del CWD sia inferiore a quella stimata per gli altri popolamenti studiati, questa sembra essere relativamente meno infrequente grazie alla presenza, come già accennato, di un esiguo numero di vecchi salici bianchi capitozzati e ormai senescenti che presentano caratteristiche di "alberi habitat".

Altro elemento che differenzia il sito di Cascinette è la relativa frequenza di ceppaie, non di rado di farnia, con diametri anche prossimi o superiori ai 60 cm, che, sebbene possano rivestire un ruolo positivo nella conservazione di alcune specie saproxiliche di interesse conservazionistico (p.e. *Lucanus cervus*), testimonia come, quanto meno nel popolamento studiato, il prelievo di singoli esemplari o piccoli gruppi di piante appartenenti alle classi diametriche maggiori sia una pratica piuttosto diffusa.

Figura 7 - Frequenza delle piante morte (ceppaie escluse) negli alno-frassineti studiati nella ZSC IT1110021



Mentre è possibile effettuare un confronto solo molto parziale con i dati inventariali ottenuti per la redazione degli studi per i Piani Forestali Territoriali, che forniscono unicamente una stima del numero di piante morte/ettaro (pari a 100, contro le 49 rilevate nei popolamenti oggetto di studio) senza indicazioni su volumi o dimensioni (Terzuolo *et al.*, 2008), il quadro sopra delineato presenta analogie con i risultati dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi di Carbonio (INFC) del 2005 (per il quale è stata adottata una soglia di rilievo pari a 9,5 cm, sostanzialmente equivalente a quella

utilizzata per lo studio condotto), soprattutto per quanto attiene la rarità delle piante morte in piedi appartenenti a classi diametriche ≥ 30 cm, non rilevate nel corso dell'indagine condotta e che, a livello nazionale, costituiscono appena l'1,1% del totale (Pignatti *et al.*, 2009).

Per quanto attiene invece la dotazione complessiva di CWD, pari a circa 7 mc/ha (tabella 5), questa appare sensibilmente inferiore a quella stimata a livello regionale per i "boschi alti" e, più nel dettaglio, per i "boschi igrofilii" cui vanno probabilmente ricondotti gli alno-frassineti studiati e quantificata rispettivamente in 15,7 per i primi e in 10,8 mc/ha per i secondi, valori a loro volta comunque lontani dalla dotazione di 30÷50 (100) mc/ha che secondo alcuni Autori (Lachat *et al.*, 2013) sarebbe necessaria a garantire il mantenimento delle comunità saproxiliche nelle foreste planiziali.



2. Compatibilità delle pratiche selvicolturali con il mantenimento dell'habitat "91E0*" all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea".

L'habitat "91E0*" è caratterizzato da una certa eterogeneità, comprendendo cenosi riconducibili a tre diversi ordini fitosociologici (*Salicetalia purpureae*, *Populetalia albae* e *Alnetalia glutinosae*) e a cinque differenti tipologie forestali, ovvero saliceti di salice bianco, pioppeti di pioppo nero e di p. bianco, alneti di ontano bianco e di o. nero. In base all'analisi delle istanze di taglio operata dall'Università degli Studi di Torino (Brun *et al.*, 2014) per gli anni 2010÷2013, a livello regionale l'ontano nero risulta, tra le specie edificatrici delle tipologie sopra citate, quella interessata dal maggior numero di interventi. L'attività è stata svolta all'interno della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea", che risulta essere, a livello regionale, uno dei siti nei quali è maggiore la pressione esercitata dalla gestione forestale su questo habitat. In base ai dati consultabili sul sistema Primpa, delle 167 istanze di taglio presentate nel periodo compreso tra il 2012 e il 2015 e riguardanti l'area del SIC, 43 (per una superficie complessiva di circa 101 mila m², ovvero con un'estensione media pari a poco più di 2 mila m², valore in linea con la media regionale) annoveravano tra le specie oggetto di utilizzazione *Alnus glutinosa* e, quindi, potrebbero aver verosimilmente riguardato, in tutto o in parte, formazioni afferenti all'ambiente incluso nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE "91E0* - Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*" (tabella 1).

Tabella 1 - Interventi a carico dell'habitat "91E0*" all'interno della ZSC "IT1110021" nel periodo gennaio 2012 - dicembre 2015 (fonte: Primpa).

Intervento	Pre-MdC (01/01/2012-30/04/2014)		Post-MdC (01/05/2014-31/12/2015)	
	N.ro	Sup. (m ²)	N.ro	Sup. (m ²)
Ceduazione	9	13460	6	15528
Taglio intercalare/diradamento	3	6429	6	14220
Ceduo a sterzo	-	-	1	3519
Taglio del ceduo e della fustaia (governo misto)	14	38411	9	18386
TOTALE	26	58300	22	51653

In base ai dati contenuti nello studio per il Piano di Gestione del SIC, redatto nel 2005 nell'ambito del progetto LIFE 99/NAT/IT/006279, tale habitat, di interesse prioritario, occupa all'interno del sito poco più di cento ettari, essenzialmente con "Alno-frassineti planiziali", che insistono per lo più su proprietà private, generalmente di piccole dimensioni. Questo influisce in modo significativo sulle utilizzazioni forestali, caratterizzate, come desumibile dalla tabella, da numerose piccole tagliate.

La compatibilità delle pratiche selvicolturali è stata valutata studiando tre siti ricadenti nel territorio comunale di Chiaverano (TO) e posti a quote comprese tra i 240 e i 320 m s.l.m. La loro localizzazione è riportata nella figura 1.

L'impostazione metodologica e i rilievi in campo sono stati effettuati in collaborazione con il DISAFA dell'Università degli Studi di Torino, che ha inoltre condotto l'analisi dei campioni di suolo e l'elaborazione statistica dei dati raccolti⁴. I risultati dello studio sono stati pubblicati sulla rivista "[Forest Ecology and Management](#)"⁵.

2.1 Materiali e metodi

Il dato di partenza utilizzato per la loro individuazione è costituito dalla distribuzione degli "Alno-frassineti planiziali" (riconducibili all'ambiente "91E0*") deducibile dalla Carta degli Habitat allegata allo studi per il Piano di Gestione del SIC.

⁴ La raccolta e l'elaborazione dei dati è stata curata rispettivamente da F. Meloni e G. Vacchiano (dati dendrometrici), M. Lonati (dati fitosociologici), M. Freppaz ed E. Pintaldi (dati pedologici).

⁵ [Vacchiano G.](#), [Meloni F.](#), [Ferraro M.](#), [Freppaz M.](#), [Chiaretta G.](#), [Motta R.](#), [Lonati M.](#), 2016. Frequent coppicing deteriorates the conservation status of black alder forests in the Po plain (northern Italy). [Forest Ecology and Management](#), **382**: 31–38.

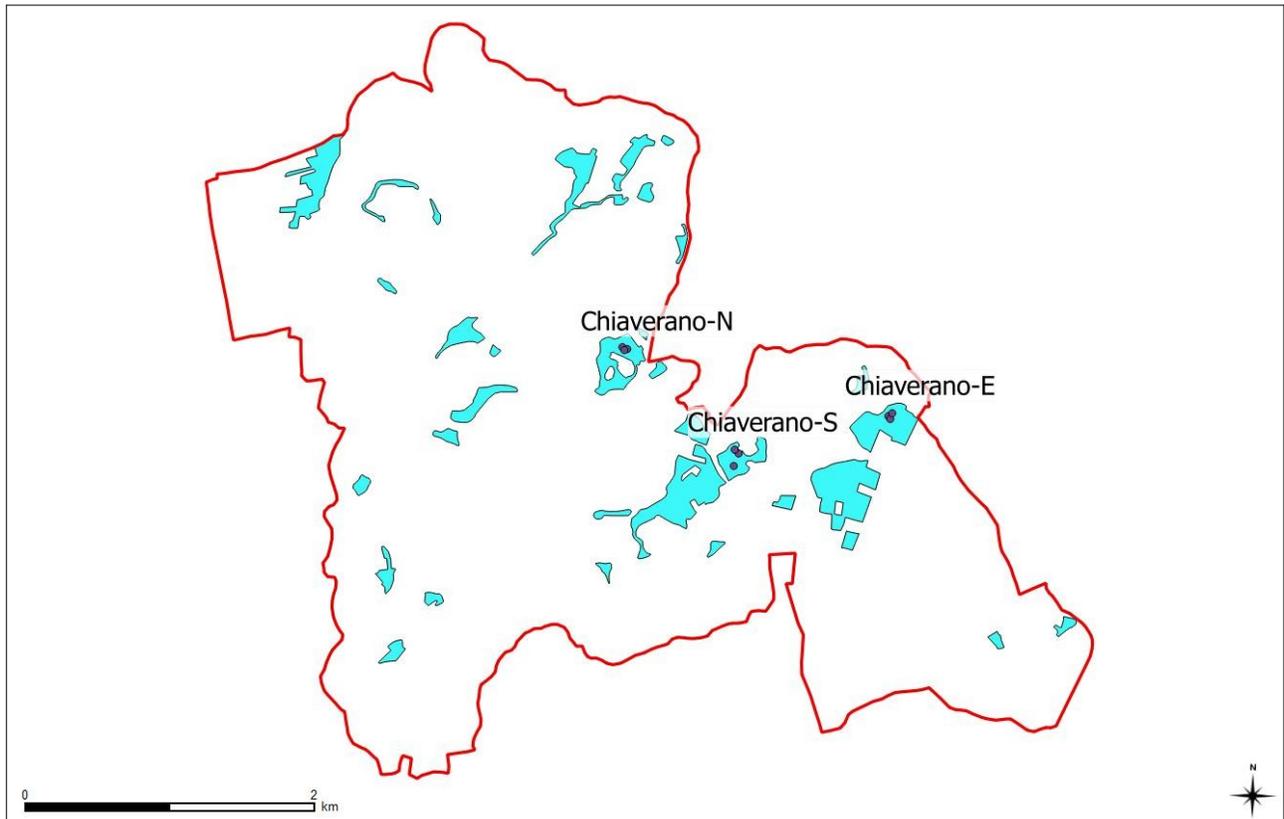


Figura 1 - Localizzazione dei siti di studio (in rosso i confini della ZSC, in azzurro i popolamenti riconducibili all'habitat "91E0**")

I popolamenti così selezionati sono quindi stati suddivisi, tramite fotointerpretazione su immagini del volo GAI-IGMI del 1954, in "secondari" (originatisi per invasione di aree non boscate all'epoca) e "primari" (ovvero già riconoscibili nei fotogrammi analizzati): nell'ambito di questi ultimi, sono poi stati distinti, in base alle tagliate rilevabili dalle immagini ottenute con vari voli eseguiti a partire dalla metà degli anni '70 del XX secolo, formazioni con diverse età. Le informazioni così ottenute sono state verificate attraverso opportuni sopralluoghi in campo ed il prelievo di un adeguato numero di carote incrementali.

Sono quindi stati selezionati tre siti, in modo da monitorare la stessa tipologia vegetazionale, ovvero popolamenti a prevalenza di *Alnus glutinosa* attribuibili, dal punto di vista fitosociologico, all'associazione *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* dell'alleanza *Alno-Padion*, escludendo i popolamenti secondari.

I siti selezionati sono stati denominati rispettivamente "Chiaverano-N", "Chiaverano-S" e Chiaverano-E".

Entro ciascun sito sono stati individuati 3 differenti trattamenti:

- alneto oggetto di utilizzazione forestale recente (10-15 anni) (TR1);
- alneto oggetto di utilizzazione forestale meno recente (20-25 anni) (TR2);
- alneto "vetusto", non oggetto di utilizzazioni forestali da almeno 40 anni (Test).

L'estrema frammentazione della proprietà ha permesso di scegliere le aree corrispondenti ai diversi trattamenti, per ciascun sito, in modo tale che fossero poste alla stessa quota e che la loro distanza massima fosse inferiore a 100 m, così da minimizzare eventuali differenze edafiche (caratteristiche fisico-chimiche del suolo e profondità della falda freatica).

In ciascun sito, entro ciascun trattamento (3 trattamenti x 3 siti), nel corso del 2015 sono stati realizzati i seguenti rilievi vegetazionali:

- a) Area di saggio forestale di forma variabile di dimensioni pari a circa 314 mq: all'interno sono stati rilevati i principali parametri strutturali e dendrometrici del popolamento adulto (diametri a 1,30 m da terra con soglia di cavallettamento pari a 7,5 cm, numero di altezze rappresentativo per ogni classe

diametrica, specie, origine). Per la stima della provvigione dei popolamenti studiati sono state utilizzate le equazioni specifiche di previsione del volume messe a punto per la redazione delle tavole di cubatura dal Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, Unità di Ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (Tabacchi *et al.*, 2011).

Inoltre, è stato realizzato un rilievo della rinnovazione forestale in una sotto area concentrica alla precedente, nella quale si è rilevato il numero di individui in rinnovazione (diametro minore di 7,5 cm a 1,3 m) suddivisi per specie, per origine (gamica, agamica) e per classe dimensionale (classe A = altezza compresa tra 10 e 130 cm; classe B = altezza superiore a 130 cm e diametro inferiore a 7,5 cm).

b) Analisi della copertura delle chiome:

In corrispondenza di ogni microplot è stata scattata una fotografia emisferica del piano delle chiome ad un'altezza di un metro dal suolo.

Le foto sono state scattate con una macchina Nikon D70S alla risoluzione di 6 Mpixel equipaggiato con un obiettivo fisheye samyang 8 mm f/3.5 impostato a priorità di tempi (1/500 sec). Questo obiettivo garantisce un campo visuale di 180° lungo la diagonale del fotogramma. La copertura delle chiome è stata determinata per ogni immagine secondo la seguente procedura:

- estrazione della banda del blu;
- classificazione automatica a due colori secondo 4 algoritmi di determinazione della soglia tra bianco e nero inclusi nel software "Fiji";
- calcolo della percentuale di Pixel neri sul totale dell'immagine secondo ciascuno dei 4 algoritmi;
- calcolo della copertura media;

c) Rilievo fitosociologico (Braun-Blanquet, 1932), realizzato su aree circolari di 2 metri di raggio (superficie di 12,6 m²). In corrispondenza di ciascuna area di saggio forestale sono stati realizzati 5 rilievi fitosociologici, posizionati in modo random all'interno dell'area stessa.

In corrispondenza di ciascun rilievo fitosociologico la struttura verticale delle cenosi vegetali è stata descritta attribuendo la percentuale di copertura (%) dei seguenti strati:

- strato arboreo superiore (altezza $H >$ di 17,5 m);
- strato arboreo inferiore ($5 \text{ m} < H < 17,5 \text{ m}$);
- strato arbustivo superiore ($1,3 \text{ m} < H < 5 \text{ m}$);
- strato arbustivo inferiore ($H < 1,3 \text{ m}$);
- strato erbaceo (comprensivo di tutte le specie erbacee) e percentuale di suolo nudo privo di vegetazione.

Entro ciascuno strato, le percentuali di copertura di specie erbacee e legnose sono state attribuite per ciascuna specie utilizzando le classi di abbondanza-dominanza (+: percentuale di copertura inferiore all'1%; 1: copertura compresa tra 1 e 5%; 2a: copertura compresa tra 6 e 15%, 2b: copertura compresa tra 16 e 25%; 3: copertura compresa tra 26 e 50%, 4: copertura compresa tra 51 e 75%; 5: copertura compresa tra 76 e 100%). Per le specie legnose le percentuali di copertura sono state suddivise tenendo conto della possibile presenza della medesima specie nei differenti strati.

Oltre ai rilievi vegetazionali, in corrispondenza di ogni plot fitosociologico è stato effettuato un campionamento del top soil (0-10 cm di profondità), al fine di analizzare il contenuto di carbonio organico e azoto totale in corrispondenza dei diversi plots.

2.2 Analisi dei dati

I parametri dendrometrici e strutturali misurati in campo sono stati organizzati e restituiti in valori espressi percentualmente o riferiti all'ettaro al fine di poter descrivere l'origine, la struttura e le dinamiche in atto nei differenti trattamenti. Tale prima elaborazione ha permesso di effettuare le analisi statistiche necessarie per valutare la significatività dei parametri confrontati.

Le percentuali di abbondanza-dominanza rilevate in campo sono state preliminarmente trasformate in valori medi percentuali (tabella 2) secondo quanto riportato in letteratura (Tasser *et Tappeiner*, 2005).

Per ciascun rilievo fitosociologico sono state calcolate le seguenti variabili vegetazionali:

- ricchezza specifica, ovvero il numero totale di specie;
- indice di Shannon;

- numero di specie esotiche (neofite), attribuendo a ciascuna specie il corotipo corrispondente (Pignatti, 1982); *Ribes rubrum*, indicata da alcuni Autori come specie coltivata e spontaneizzata in molti settori alpini (Pignatti, 1982), è stata inclusa tra le specie autoctone, in accordo con le osservazioni più recenti (Selvaggi, 2005).

Tabella 2 - Trasformazione dei valori di abbondanza-dominanza effettuata prima della elaborazione statistica dei dati

Classe di abbondanza-dominanza (Braun-Blanquet, 1932)	Valore medio percentuale (Tappeiner e Tasser, 2005)
+	0,3
1	2,8
2a	10,0
2b	20,5
3	38,0
4	63,0
5	88,0

Inoltre, attribuendo a ciascuna specie il proprio optimum fitosociologico (Aeischmann *et al.*, 2004), sono state calcolate le seguenti variabili vegetazionali:

- numero di specie ruderali, il cui *optimum* fitosociologico si colloca nelle classi *Artemisietea vulgaris* e *Bidentetetea tripartitae*;
- numero di specie dei megaforbieti terrestri, il cui *optimum* fitosociologico si colloca nelle classi *Filpendulo-Convolvuletea* e *Molinio-Arrhenatheretea*;
- numero di specie di cenosi arbustive, il cui *optimum* fitosociologico si colloca nelle classi *Crataego-Prunetea*, *Franguletea* e *Salicetea purpureae*;
- numero di specie tipiche degli alneti, ovvero delle specie con *optimum* fitosociologico nell'ordine *Fraxinetalia*;

Parallelamente, considerando la percentuale di copertura media rilevata degli stessi gruppi funzionali di specie sopra descritti, sono state calcolate per ciascun rilievo le seguenti variabili vegetazionali:

- percentuale di copertura di specie esotiche;
- percentuale di copertura di specie ruderali;
- percentuale di copertura di specie dei megaforbieti terrestri;
- percentuale di copertura di specie di cenosi arbustive;
- percentuale di copertura di specie tipiche degli alneti.

Il numero e la percentuale di copertura delle specie esotiche è da interpretare come un indice di valutazione negativo dello stato della fitocenosi. Parimenti, il numero e la percentuale di copertura delle specie ruderali, delle specie tipiche dei megaforbieti terrestri e delle specie tipiche delle cenosi arbustive, sono da considerarsi, secondo un ordine progressivo, indici negativi, correlati all'alterazione del sottobosco dovuto al disturbo arrecato dalle attività antropiche (utilizzazioni forestali).

Il numero e la percentuale di copertura di specie con *optimum* fitosociologico nell'ordine *Fraxinetalia* sono al contrario indicatori di un buono status delle fitocenosi oggetto di studio.

Le variabili estratte dalle aree di saggio forestali sono state trattate mediante test statistico di analisi della varianza ad una via con test *post hoc* di Tukey per esaminare se tra i trattamenti in esame esistessero differenze significative nei parametri strutturali.

Le variabili estratte dai rilievi fitosociologici sono state analizzate mediante General Linear Model (GLM), utilizzando il sito come fattore random e il trattamento come fattore fisso, in modo da evidenziare eventuali differenze significative tra trattamenti. Per le variabili significative (sig. < 0.05) è stato successivamente effettuato un *post hoc* di Tukey al fine di evidenziare quali trattamenti differivano dagli altri. Tutte le variabili sono state preventivamente analizzate per verificare il soddisfacimento dei pre-requisiti di omoschedasticità e normalità dei residui ed eventualmente trasformate prima dell'analisi (log10 per le variabili quantitative o arsen per le variabili percentuali).

Tutte le analisi statistiche sono state effettuate con il software statistico SPSS 20 (Norusis, 2013).

2.3 Risultati e discussione

2.3.1. Aspetti dendrometrici e strutturali dei popolamenti forestali studiati

I popolamenti studiati presentano strutture piuttosto eterogenee, per lo più riconducibili, ai sensi del regolamento forestale vigente, al ceduo o al governo misto.

Gli alneti oggetto di utilizzazioni (TR1 e TR2) presentano, come atteso, una struttura verticale semplificata rispetto agli alneti non utilizzati. In particolare viene sempre a mancare, dopo l'utilizzazione, una differenziazione delle specie arboree in due strati distinti, come evidenziato negli alneti non utilizzati dove è distinguibile uno strato arboreo superiore, dominato dall'ontano nero, ed uno inferiore dominato da frassino maggiore (tabella 3).

Nelle aree utilizzate, anche a distanza di 20-25 anni dal taglio, le specie arboree dominanti, più giovani di età, si trovano ancora in competizione tra loro entro un unico strato arboreo (denominato strato arboreo inferiore, $H < 15$ m). Si evidenzia inoltre nelle aree oggetto a utilizzazioni recenti (TR1) una minor copertura dello strato erbaceo (a favore della percentuale di suolo nudo), spesso chiaramente dovuta al passaggio di mezzi meccanici (sono ancor oggi visibili le tracce degli automezzi utilizzati per l'esbosco, particolarmente evidenti in aree oggetto di utilizzazioni recenti prossime ai siti oggetto di studio). In termini di copertura, gli alneti non utilizzati presentano in generale una maggiore percentuale di ontano nero (78% di copertura), che occupa lo strato arboreo dominante, in accordo con l'ecologia di questa specie eliofila; il frassino maggiore, praticamente assente nello strato arboreo superiore (3%), occupa solitamente uno strato arboreo dominato (21%) e gli strati arbustivi sottostanti (11% e 12% nello strato arbustivi superiore e inferiore, rispettivamente), comportandosi, nelle cenosi oggetto di studio, come specie sciafila in grado di tollerare situazioni di medio-elevato ombreggiamento. L'utilizzazione forestale (trattamenti TR1 e TR2) innesca verosimilmente nuovi processi di competizione tra ontano nero e frassino, che vede però, già nel breve periodo (10-15 anni), l'ontano presente quasi esclusivamente nello strato arboreo, mentre il frassino tende ad occupare tutti gli strati legnosi, compresi quelli arbustivi (tabella 3).

La dinamica sopra descritta trova conferma nell'analisi dei dati raccolti mediante il rilievo delle aree di saggio forestali (tabella 4 e figura 2), relativi ai soli soggetti con diametro superiore a 7,5 cm: anche in questo caso infatti, i popolamenti analizzati presentano una componente arborea generalmente caratterizzata dalla dominanza dell'ontano nero rispetto al frassino, il cui contributo in termini di copertura è fortemente legato all'insediamento, negli anni successivi all'utilizzazione, di una abbondante rinnovazione, che tende però a rimanere relegata negli strati inferiori del popolamento.

Si tratta di boschi caratterizzati da alte densità, con valori compresi tra i 1000 e i 2300 piante/ha. Nei "Test" le densità sono inferiori (in media 1150 piante/ha), con un range di variabilità limitato (1020-1400 piante/ha), mentre tendono ad essere mediamente più elevate nei "TR1" e "TR2" (1850 piante/ha circa) ma con un range di variabilità tra siti piuttosto ampio (da 1420 a 2300 piante/ha), senza che sia possibile evidenziare differenze statisticamente significative.

Confrontando i valori di area basimetrica, diametro medio, altezza e, di riflesso, provvigione, si nota invece un trend nei trattamenti significativamente costante. Come atteso, i "Test" presentano valori di area basimetrica e di diametro medio nettamente più elevati rispetto ai "TR1" e "TR2" (tabella 23). La partecipazione in area basimetrica dell'ontano nero, unica specie rappresentata nelle classi diametriche superiori a 35 cm (peraltro presenti solamente nelle aree "Test", probabilmente a causa dell'intensità delle utilizzazioni pregresse), varia da circa 85 al 95% del totale nei "Test" e nei "TR2" e dal 47 all'89% nei "TR1".

Tabella 3 - Percentuale di copertura media degli strati vegetazionali rilevati e delle due specie arboree dominanti, *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior* (media \pm errore standard). Le differenze significative tra trattamenti (sig. < 0.050) sono evidenziate mediante lettere, risultanti dal *post-hoc test* (Tukey): trattamenti con lettere differenti risultano statisticamente differenti tra loro

Variabili strutturali	Trattamenti						Risultati GLM	
	TR1 (età 10-15 anni)		TR2 (20-25 anni)		Test (>40 anni)		sig.	
Copertura arborea superiore - As (%)	0 \pm 0.0	a	0 \pm 0.0	a	82 \pm 2.3	b	< 0.001	+++
Copertura arborea inferiore - Ai (%)	83 \pm 1.8	b	87 \pm 1.2	b	19 \pm 1.7	a	< 0.001	+++
Copertura arbustiva superiore - as (%)	21 \pm 4.2	b	16 \pm 2.1	ab	10 \pm 1.4	a	0.004	++
Copertura arbustiva inferiore - ai (%)	41 \pm 3.1	c	26 \pm 2.4	b	14 \pm 1.4	a	< 0.001	+++
Copertura erbacea (%)	78 \pm 3.4	a	93 \pm 0.9	b	91 \pm 1.1	b	< 0.001	+++
Suolo nudo (%)	22 \pm 3.4	b	7 \pm 0.9	a	9 \pm 1.1	a	< 0.001	+++
Copertura <i>Alnus glutinosa</i> (%)								
totale	45 \pm 3.0	a	61 \pm 4.5	b	78 \pm 3.3	c	< 0.001	+++
strato arboreo superiore (As)	0 \pm 0.0	a	0 \pm 0.0	a	78 \pm 3.3	b	< 0.001	+++
strato arboreo inferiore (Ai)	45 \pm 3.0	b	61 \pm 4.5	c	0 \pm 0.0	a	< 0.001	+++
strato arbustivo superiore (as)	0 \pm 0.3		0 \pm 0.0		0 \pm 0.0		0.107	ns
strato arbustivo inferiore (ai)	-		-		-		-	-
Copertura <i>Fraxinus excelsior</i> (%)								
totale	66 \pm 5.5	b	55 \pm 6.7	ab	48 \pm 3.7	a	0.053	+
strato arboreo superiore (As)	0 \pm 0.0	a	0 \pm 0.0	a	3 \pm 1.6	b	0.063	+
strato arboreo inferiore (Ai)	44 \pm 4.7	b	30 \pm 5.0	a	21 \pm 2.2	a	0.001	++
strato arbustivo superiore (as)	18 \pm 3.5		16 \pm 2.2		11 \pm 1.4		0.105	ns
strato arbustivo inferiore (ai)	4 \pm 1.2	a	9 \pm 1.6	b	12 \pm 1.3	b	< 0.001	+++

Per quanto riguarda provvigione ed area basimetrica, i valori medi riportati per gli alneti di ontano nero nello studio per il Piano Forestale Territoriale dell'area "Canavese - Eporediese" (AF59), in cui ricadono i siti analizzati, risultano rispettivamente pari a 148,5 m³/ha e a 26,3 m²/ha, intermedi tra quelli calcolati per i "TR2" e i "TR1" ma più vicini a questi ultimi: seppure si tratti di dati generali, verosimilmente rilevati anche in popolamenti di origine secondaria o non riconducibili al *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*, forniscono un'ulteriore indicazione della rarità dei popolamenti "vetusti" riferibili al "Test", a conferma di quanto osservato nel corso dell'analisi preliminare delle foto aeree e dei sopralluoghi in campo per l'individuazione dei siti oggetto di studio.

Tabella 4 - Differenze tra trattamenti delle variabili strutturali estratte dai rilievi forestali (media \pm errore standard). Le differenze significative tra trattamenti sono evidenziate mediante lettere, risultanti dal *post-hoc test* (Tukey): trattamenti con lettere differenti risultano statisticamente differenti tra loro

Variabili strutturali	Trattamenti					
	TR1 (età 10-15 anni)		TR2 (20-25 anni)		Test (>40 anni)	
Area basimetrica (mq/ha)	20,2 \pm 5,9	b	35,3 \pm 6,0	ab	56,6 \pm 3,2	a
Densità (n.ro piante/ha)	1814,0 \pm 253,9	a	1879,2 \pm 66,3	a	1170,5 \pm 117,3	a
Diametro medio (cm)	11,2 \pm 0,8	b	14,6 \pm 1,2	b	22,9 \pm 1,3	a
Altezza media (m)	13,7 \pm 1,0	b	17,7 \pm 1,0	ab	20,1 \pm 0,6	a
Volume (mc/ha)	107,4 \pm 34,0	b	225,3 \pm 50,9	b	449,6 \pm 49,1	a
Copertura ontano nero (% di area basimetrica totale)	69,0 \pm 12,1	a	92,0 \pm 2,3	a	92,0 \pm 2,9	a
Rinnovazione (n.ro pte/ha)	3420,3 \pm 1798,7	a	2285,7 \pm 1280,2	a	1355,3 \pm 803,4	a
Copertura chiome (%)	81,6 \pm 5,2	b	81,1 \pm 4,4	b	72,5 \pm 4,2	a

Il rilievo della rinnovazione di specie forestali ha evidenziato densità molto variabili, comprese tra le 260 e oltre 7 mila piante/ha, senza differenze statisticamente significative tra i diversi trattamenti. Il contributo

specifico del frassino maggiore è sempre predominante, con valori costantemente superiori al 64% del totale. Il tipo di rinnovazione risulta nella quasi totalità dei casi di prevalente origine gamica.

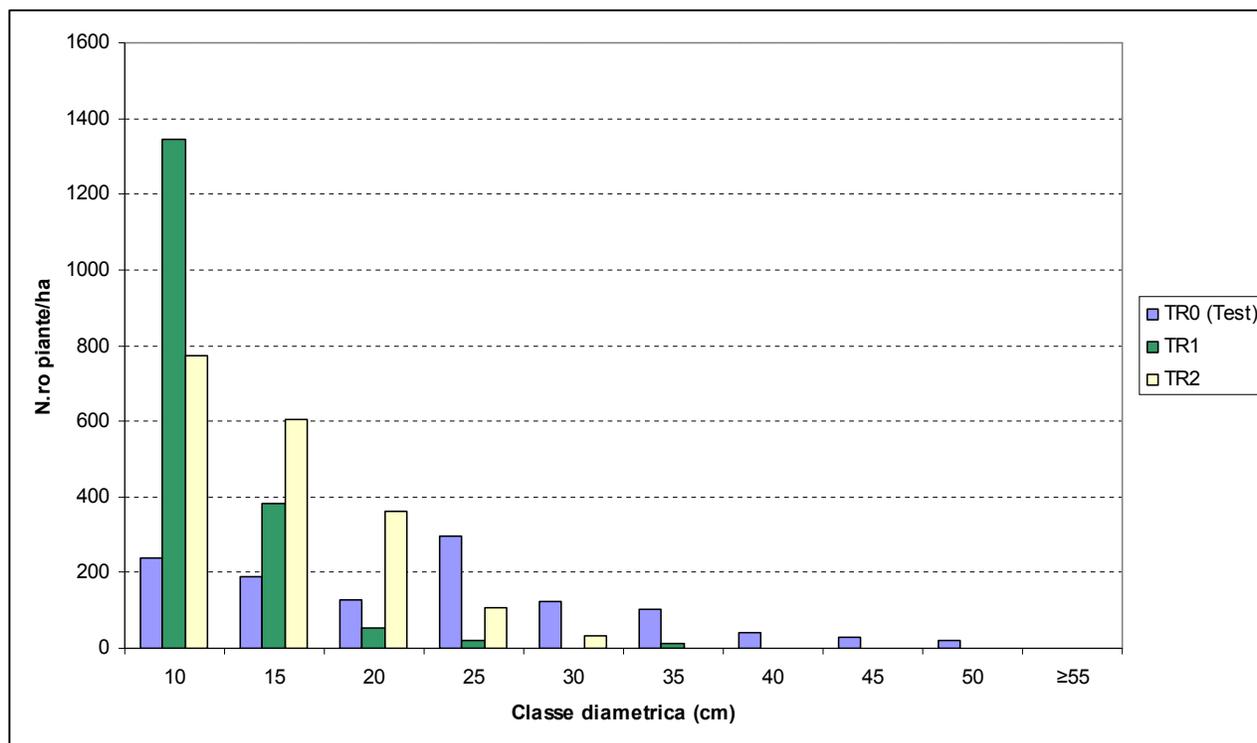


Figura 2 - Distribuzione diametrica nei diversi trattamenti individuati negli alno-frassineti studiati nel SIC "IT1110021".

L'analisi della copertura media delle chiome nei diversi trattamenti evidenzia valori significativamente più bassi nei "Test" rispetto a quanto avviene nei "TR1" e "TR2": questo andamento potrebbe essere correlato alla maggior densità delle chiome dei giovani polloni rispetto a quelle presenti in un popolamento adulto.

2.3.2 Aspetti floristici

Tra le specie in grado di insediarsi dopo l'utilizzazione si osservano numerose specie esotiche (10 specie rilevate nel corso del presente lavoro), presenti esclusivamente all'interno delle aree utilizzate (sia TR1 che TR2) e completamente assenti all'interno degli alneti indisturbati. Tra queste si annoverano entità legnose arbustive/arboree (*Acer negundo*, *Acer palmatum*, *Juglans regia*, *Ligustrum sinensis*, *Paulownia tomentosa*, *Robinia pseudoacacia*), specie legnose lianose (*Lonicera japonica*, *Parthenocissus quinquefolia*) e specie erbacee (*Duchesnea indica*, *Oxalis fontana*), alcune delle quali sono ben note per la loro capacità invasiva (Regione Piemonte, 2015). Alcune tra le specie rilevate sono state oggetto di recenti segnalazioni in Piemonte che ne evidenziano l'ormai dimostrata tendenza alla naturalizzazione e il potenziale comportamento invasivo: tra queste, *Ligustrum sinense* (Lonati *et al.*, 2014; Soldano *et al.*, 2005) e *Paulownia tomentosa* (Selvaggi, 2014).

Sia il numero, sia la percentuale di copertura delle specie esotiche presentano valori significativamente più elevati nelle aree soggette a utilizzazione (tabella 5). Sebbene si osservi nel medio periodo (TR2) una loro riduzione, l'effetto negativo della loro presenza all'interno della cenosi deve essere valutato con grande attenzione. In tal senso alcune delle specie sopraelencate presentano un'enorme capacità di diffusione (anche per via vegetativa) al verificarsi di qualsiasi tipo di disturbo (antropico o naturale); inoltre la presenza, anche occasionale, di entità esotiche può determinare la possibilità che la banca seme naturale sia "inquinata" a seguito della produzione di semi.

Nelle aree soggette a utilizzazioni sono inoltre presenti un discreto numero di specie erbacee ruderali nitrofile (con optimum fitosociologico nelle classi *Artemisietea vulgaris* e *Bidentetetea tripartitae*), tra le quali si possono citare *Urtica dioica*, *Alliaria petiolata*, *Geum urbanum*, *Geranium robertianum*, *Oplismenus undulatifolius*, *Galeopsis pubescens* e *Polygonum hydropiper*. Pur trattandosi di specie autoctone, la loro presenza va considerata negativamente (con un grado di "gravità" probabilmente comparabile a quello delle entità esotiche), trattandosi di specie sinantropiche banali che riducono la naturalità dell'habitat oggetto di studio. La presenza delle suddette specie nelle aree oggetto di utilizzazioni (recenti e non) è sempre significativamente superiore rispetto alle aree non utilizzate e la loro percentuale di copertura si mantiene su valori mediamente elevati (10%) anche a 20-25 anni dopo l'utilizzazione (tabella 5).

Le specie tipiche dei megaforbieti terrestri costituiscono un terzo gruppo interessante per la valutazione della naturalità delle cenosi oggetto di studio, trattandosi di entità estranee al contesto fitosociologico del *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*, tipiche di prati sfalciati e concimati (classe *Molinio-Arrhenathetea*: *Poa trivialis*) o di fossi sfalciati e sponde umide (classe *Filpendulo-Convolvuletea*: *Rubus caesius*, *Humulus lupulus*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*). In particolare il numero di megaforbie si mantiene statisticamente più elevato nelle aree utilizzate (anche se comunque queste sono presenti anche all'interno delle aree non utilizzate), con valori di copertura però nettamente più elevati in TR1 e TR2 (36 e 41%, rispettivamente) rispetto alle aree non utilizzate (5%). Tra le specie che raggiungono elevate percentuali di copertura ricordiamo *Poa trivialis* (optimum nella classe *Molinio-Arrhenathetea*), che spesso anche nei prati sfalciati manifesta un comportamento "ruderales" legato al disturbo antropico, e *Rubus caesius* (optimum nella classe *Filpendulo-Convolvuletea*), che si comporta da nitrofila "ruderales" negli ambiti boschivi (ad esempio nei pioppeti, nei robinieti e nelle cenosi golenali nitrofile).

Le specie tipiche delle cenosi arbustive (riconducibili come optimum fitosociologico sia ai mantelli xerofili della classe *Crataego-Prunetea* che alle cenosi umide della classe *Franguletea* ed a cenosi golenali attribuibili alla classe *Salicetea purpureae*), sono, come atteso, più rappresentate nelle aree oggetto di utilizzazione recente (tabella 5), trattandosi nella totalità dei casi di specie arbustive eliofile che si avvantaggiano nei primi anni dopo l'utilizzazione della luce derivante dalla rimozione dello strato arboreo dominante. Tra queste, *Viburnum opulus*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Euonymus europaeus*, *Ligustrum vulgare*, *Frangula alnus* e *Salix cinerea*. La percentuale di copertura delle suddette specie si mantiene molto elevata anche 20-25 anni dopo l'utilizzazione (copertura media 41%), evidenziando, per confronto con gli alneti non utilizzati, il drastico cambiamento indotto dal taglio sulla struttura verticale.

Tabella 5 - Differenze tra trattamenti delle variabili vegetazionali estratte dai rilievi fitosociologici (media \pm errore standard). Le differenze significative tra trattamenti (sig. < 0.050) sono evidenziate mediante lettere, risultanti dal *post-hoc test* (Tukey): trattamenti con lettere differenti risultano statisticamente differenti tra loro

Variabili vegetazionali	Trattamenti			Risultati GLM	
	TR1 (età 10-15 anni)	TR2 (20-25 anni)	Test (>40 anni)	sig.	
Ricchezza specifica (N. totale di specie)	15.4 \pm 0.50 b	12.7 \pm 0.67 a	11.3 \pm 0.69 a	< 0.001	+++
Indice di Shannon (H)	3.0 \pm 0.06 c	2.7 \pm 0.09 b	2.1 \pm 0.05 a	< 0.001	+++
N. di specie esotiche	1.7 \pm 0.27 c	0.9 \pm 0.19 b	0.0 \pm 0.00 a	< 0.001	+++
N. di specie ruderali	1.3 \pm 0.12 b	1.1 \pm 0.19 b	0.5 \pm 0.13 a	< 0.001	++
N. di specie dei megaforbieti terrestri	2.3 \pm 0.21 b	3.1 \pm 0.22 b	2.1 \pm 0.09 a	< 0.001	+++
N. di specie di cenosi arbustive	2.8 \pm 0.31 b	1.4 \pm 0.21 a	1.9 \pm 0.36 a	0.008	++
N. di specie di <i>Fraxinetalia</i>	3.0 \pm 0.22	2.9 \pm 0.19	3.0 \pm 0.24	0.841	ns
Copertura di specie esotiche (%)	15 \pm 2.0 c	4 \pm 1.2 b	0 \pm 0.0 a	< 0.001	+++
Copertura di specie ruderali (%)	15 \pm 2.4 c	10 \pm 2.4 b	0 \pm 0.2 a	< 0.001	+++
Copertura di specie dei megaforbieti terrestri (%)	36 \pm 4.6 b	41 \pm 4.6 b	5 \pm 1.0 a	< 0.001	+++
Copertura di specie di cenosi arbustive (%)	16 \pm 2.4 b	6 \pm 1.4 a	3 \pm 0.9 a	< 0.001	+++
Copertura di specie di <i>Fraxinetalia</i> (%)	49 \pm 3.4 a	65 \pm 3.3 b	80 \pm 2.9 c	< 0.001	+++

Le cenosi oggetto di utilizzazioni da più breve tempo (TR1) presentano, come effetto del disturbo, un numero di specie più elevato rispetto agli altri trattamenti, come confermato dallo stesso indice di Shannon, che si mantiene significativamente differente anche nel medio periodo (TR2) rispetto all'alneto indisturbato (tabella 5). Gli indici di biodiversità (numero di specie, indice di Shannon) vanno pertanto valutati con cautela (come risaputo peraltro in ambito scientifico, in particolare per l'indice di Shannon), perché a valori elevati (es. in TR1) non corrispondono valori di naturalità altrettanto elevati. A tal proposito, è corretto evidenziare che il numero medio di specie tipiche delle cenosi oggetto di studio (ovvero delle specie con optimum fitosociologico nell'ordine *Fraxinetalia*: *Carex remota*, *Carex brizoides*, *Carex pendula*, *Impatiens noli-tangere*, *Ribes rubrum* ed *Equisetum telmateja*) non varia significativamente tra trattamenti, ma si mantiene su valori costanti prossimi a circa tre specie per rilievo (tabella 24). Tuttavia la loro percentuale di copertura varia sensibilmente tra i diversi trattamenti, con valori medi piuttosto bassi (49%) nelle aree oggetto di utilizzazione recente (TR1), mantenendosi con valori significativamente inferiori anche dopo 20-25 anni (TR2) dall'utilizzazione (65%) rispetto alle aree non utilizzate (80% di copertura nei "Test").

2.3.3. Aspetti pedologici

Secondo la carta dei suoli a scala 1:50000 della Regione Piemonte, i popolamenti oggetto di studio vegetano su Histosuoli di pianura, caratterizzati da accentuata idromorfia e accumuli più o meno potenti di materiali organici poco o non decomposti e limi.

L'analisi statistica non ha rilevato differenze significative nel contenuto di C ed N del suolo tra i diversi trattamenti: in accordo con la letteratura, i tagli non sembrano quindi aver prodotto effetti rilevanti a lungo termine su questi parametri. Anche la lieve diminuzione nel contenuto di carbonio e azoto osservabile passando dal "Test" ai trattamenti successivi, sono coerenti con quanto rilevato in letteratura (Johnson *et al.* 2001; Finér *et al.* 2003).

La riduzione del rapporto C/N, passando dal "Test" ai trattamenti successivi, sebbene non statisticamente significativa, indica che i tagli influenzano i tassi di decomposizione e mineralizzazione della sostanza organica.

Tabella 6 - Differenze tra trattamenti delle variabili pedologiche (media \pm errore standard). Le differenze significative tra trattamenti (sig. < 0.050) sono evidenziate mediante lettere, risultanti dal *post-hoc test* (Tukey): trattamenti con lettere differenti risultano statisticamente differenti tra loro

Variabili chimiche del suolo	Trattamenti			Risultati GLM	
	TR1 (età 10-15 anni)	TR2 (20-25 anni)	Test (>40 anni)	sig.	
Azoto totale (N%)	0.8 \pm 0.08	0.9 \pm 0.07	1.0 \pm 0.07	0,698	ns
Carbonio organico (C%)	10.5 \pm 1.05	11.8 \pm 0.84	13.0 \pm 0.81	0,685	ns
Rapporto Carbonio/Azoto (C/N)	12.6 \pm 0.24	12.8 \pm 0.17	12.9 \pm 0.2	0,420	ns

L'aumento della disponibilità di N nelle foreste sottoposte a tagli intensi è infatti stato ampiamente riportato (Bormann *et al.* 1979; Vitousek *et al.* 1979; Smethurst *et al.* 1990) ed è stato attribuito al maggior tasso di decomposizione e mineralizzazione della sostanza organica residua (Covington, 1981; Kimmins, 1987). Tuttavia la velocità del tasso di decomposizione nelle aree sottoposte al taglio è molto variabile in funzione delle condizioni climatiche regionali (Yin *et al.* 1989) e gli effetti dell'intervento tendono a ridursi col passare del tempo. La mancanza di differenze significative tra i trattamenti potrebbe quindi essere riconducibile più al tempo intercorso tra i tagli e alla resilienza del sistema, piuttosto che all'effettiva mancanza di effetti indotti dai trattamenti. In particolare, il taglio, eliminando l'ombreggiamento fornito dalle chiome, produce un aumento della temperatura del suolo (Carlson *et al.* 1997; Hashimoto *et al.* 2004; Pennock *et al.* 1997), che può causare una sensibile diminuzione del contenuto idrico delle aree tagliate (Ma *et al.* 2013). Considerando le frequenti condizioni di saturazione idrica dei suoli dell'area oggetto di studio, è probabile che i tagli abbiano causato una riduzione dei periodi di saturazione idrica, favorendo quindi una più rapida mineralizzazione della sostanza organica nelle aree ad utilizzazione più recente.

Nonostante non vi siano effetti sulla dotazione di sostanza organica del suolo, i sopralluoghi hanno evidenziato come tracce delle utilizzazioni forestali possano permanere a lungo, con segni anche evidenti di compattamento del suolo riconducibili alle modalità di esbosco del legname.



3. Individuazione degli alneti di ontano nero di maggior pregio naturalistico in relazione ai disposti delle Misure di conservazione sito-specifiche nelle ZSC "IT1110047 Scarmagno - Torre Canavese (morena destra di Ivrea)", ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea" e nella ZPS/ZSC "IT1110020 Lago di Viverone".

L'attività ha riguardato tre siti della Rete "Natura 2000": la ZSC "IT1110047 Scarmagno - Torre Canavese (morena destra di Ivrea)", la ZPS/ZSC "IT1110020 Lago di Viverone" e la ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea" ed è stata finalizzata ad individuare, alla luce degli obblighi e dei divieti previsti dalle loro MdC sito-specifiche, i popolamenti impaludati inquadrabili nell'alleanza fitosociologica *Alnion glutinosae* e quelli più spiccatamente igrofilo dell'alleanza *Alno-Padion* (= *Alnion incanae*), fisionomicamente caratterizzati da tappeti di piccola carici e afferenti all'associazione *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris*.

4.1. ZSC/ZPS "IT1110020 Lago di Viverone"

Analogamente a quanto avvenuto per la ZSC "IT1110047", durante la primavera 2017 è stata verificata la possibilità di includere i popolamenti indicati nella cartografia degli habitat allegata allo studio per i PdG (Ipla, 2011) come "Alno-frassineti con sottobosco a *Carex* spp." (codice CORINE Biotopes "44.311") tra quelli per i quali le MdC sito-specifiche approvate con D.G.R. n. 21-4635 del 06/02/2017 prevedono il divieto di effettuare qualsiasi tipo di intervento selvicolturale ad eccezione di quelli concordati con il soggetto gestore finalizzati a migliorare l'habitat o a mantenerlo in uno stato di conservazione soddisfacente.

Nel settore sud-occidentale del sito, ricadente nel territorio del comune di Azeglio (TO), gli alno-frassineti inquadrati all'interno del codice "44.311" presentano un mosaico di situazioni diverse, in cui, accanto ad aree più o meno estese ben caratterizzate da tappeti di carici, si osservano *facies* meno spiccatamente igrofile. In ogni caso, alla luce della vulnerabilità di questi ambienti e della difficoltà di delimitare le diverse situazioni, sarebbe auspicabile che questi popolamenti venissero inseriti, unitamente agli "alneti paludosi mesoeutrofici" (codice CORINE Biotopes "44.911") indicati nella carta degli habitat, tra quelli per i quali è esclusa la gestione attiva ai sensi dell'art. 4 comma 1 lettera c) delle MdC sito-specifiche sopra menzionate, anche in coerenza con gli indirizzi proposti dalla "Carta degli obiettivi e degli orientamenti gestionali" allegata allo studio per il PdG del sito.

Per contro, i popolamenti che vegetano in comune di Piverone (TO), in gran parte oggetto di recenti intense ceduzioni, dovrebbero essere ascritti alle cenosi per le quali sono ammissibili gli interventi previsti dall'art. 4 comma 2 delle MdC sito-specifiche.

4.2. ZSC "IT1110021 Laghi di Ivrea"

L'attività condotta nel 2017 ha integrato gli studi effettuati nel sito da Arpa Piemonte nel triennio 2014÷16 (cfr. Attività n.1). Sono stati oggetto di indagine tutti i popolamenti inclusi negli "Alno-frassineti planiziali" nella "Carta degli habitat, della copertura e dell'uso del suolo" allegata allo studio per il PdG redatto nel 2005 nell'ambito del progetto, finanziato dal programma comunitario LIFE, "99/NAT/IT/006279 - Verifica della Rete Natura 2000 in Italia e modelli di gestione", per i quali è stata verificata la corretta attribuzione, l'estensione e, operando su base fisionomica, il tipo di popolamento con riferimento alle fattispecie previste dall'art. 4 (rispettivamente ai commi 1 e 2) delle MdC sito-specifiche approvate con D.G.R. n. 53-4420 del 19/12/2016.

Nel corso del 2018, è stato possibile procedere ad una ulteriore integrazione della base dati così realizzata grazie ai dati derivanti dalla cartografia sviluppata su base catastale dalla Comunità Collinare della Serra.

I risultati ottenuti hanno permesso di realizzare una cartografia vettoriale in formato shape di Esri delle formazioni presenti all'interno della ZSC.

Come si può osservare dalla tabella 1 e dalla figura 1, quasi il 30% della superficie attribuita ad alneti di *Alnus glutinosa* o ad alno-frassineti dallo studio per il PdG del sito è risultata occupata da altri ambienti forestali o, in alcuni casi, da usi del suolo differenti.

Tabella 1 -- Confronto tra la superficie (in ettari) occupata da alneti di *Alnus glutinosa* e alno-frassineti nella ZSC "IT1110021" secondo lo studio per il PdG del sito, la Carta Forestale del Piemonte - aggiornamento 2016 (C.F. 2016) e quanto rilevato dall'indagine condotta dall'Agenzia nel corso del 2017-18

Studio per il PdG	C.F. 2016		Indagine 2017-18		
	st. impaludato (AN12X)	st. umido (AN11X)	popolamenti di cui art. 4 comma 1 lett. c) MdC sito-specifiche	popolamenti di cui art. 4 comma 2 MdC sito-specifiche	TOTALE
103,72	0,00	37,91	29,35	47,01	76,36

Inoltre, si osserva come la Carta Forestale del Piemonte - aggiornamento 2016 (Camerano *et al.*, 2017), sottostimi in maniera significativa l'estensione di questo tipo forestale nella ZSC, escludendo peraltro la presenza del suo sottotipo impaludato, inquadrabile nell'alleanza *Alnion glutinosae* e riferibile in toto al caso previsto dall'art. 4 comma 1 lettera c) delle MdC sito-specifiche, per la quale le stesse prevedono il divieto di effettuare qualsiasi tipo di intervento selvicolturale ad eccezione di quelli concordati con il soggetto gestore finalizzati a migliorare l'habitat o a mantenerlo in uno stato di conservazione soddisfacente.

In realtà, tali popolamenti e quelli ascrivibili all'associazione *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* (anch'essi da ricondurre alla fattispecie di cui all'art. 4 comma 1 lettera c), vegetano su quasi il 40% della superficie occupata da alneti di *Alnus glutinosa* o da alno-frassineti all'interno della ZSC.

Dal novero dei popolamenti riconducibili all'habitat "91E0" sono stati esclusi tre impianti di *Alnus glutinosa* in parte naturalizzati (talora con rinnovazione affermata di frassino maggiore) situati nei comuni di Ivrea e Cascinette di Ivrea, per una superficie totale di poco superiore a due ettari; parimenti, sono stati stralciati i popolamenti cartografati sulle sponde del Lago Nero in quanto costituiti da fasce discontinue della larghezza di pochi metri.

L'indagine condotta ha consentito inoltre di individuare alcuni piccoli nuclei non cartografati in precedenza, per una superficie complessiva di poco più di un ettaro, posti prevalentemente in comune di Chiaverano.

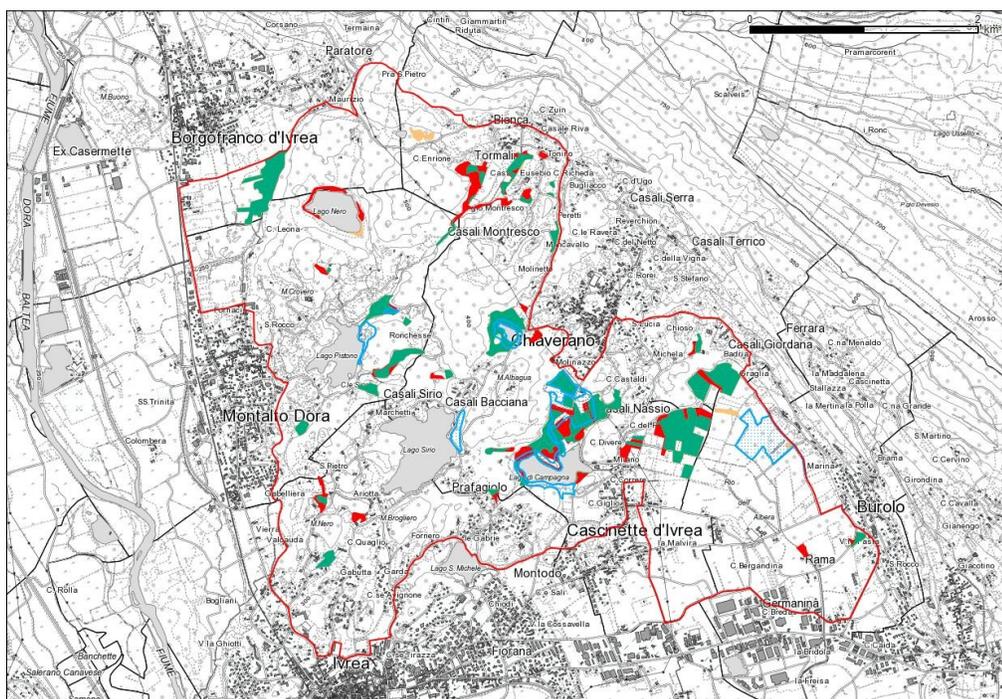


Figura 1 - Localizzazione degli alneti di *Alnus glutinosa* e degli alno-frassineti all'interno della ZSC "IT1110021" (in verde: le aree oca rappresentano le integrazioni del 2018. In rosso il confine del sito). Le aree in colore rosso indicano i popolamenti cartografati dallo studio per il PdG che sono risultate occupate da altri ambienti, mentre quelle con campitura azzurra rappresentano gli alneti riportati nella Carta Forestale del Piemonte - aggiornamento 2016. Base topografica BDRE Regione Piemonte

4.2.1. Aspetti gestionali

La tabella 2 riporta una sintesi delle utilizzazioni a carico di alneti di ontano nero o alno-frassineti all'interno della ZSC nel periodo 2012÷2018, ottenuta elaborando i dati del servizio Primpa della Regione Piemonte.

Limitando l'analisi al solo periodo successivo all'entrata in vigore delle MdC sito-specifiche (approvate con D.G.R. n. 53-4420 del 19/12/2016 pubblicata sul B.U.R. n. 3 del 19/01/2017), si rilevano diverse criticità in ordine al rispetto degli obblighi e dei divieti previsti dall'art. 4 delle stesse, sia per quanto attiene il tipo di intervento, non sempre conforme a quelli ammessi, che in merito alla salvaguardia dei popolamenti impaludati o che vegetano su suoli torbosi con presenza significativa di carici.

Infatti si evidenzia la presentazione, sia nel 2017 che nel 2018, di istanze relative ad utilizzazioni a carico di alneti che, sulla base dello studio descritto nel precedente paragrafo, presentano i requisiti di cui all'art. 4 comma 1 lettera c) delle MdC sito-specifiche e dovrebbero pertanto essere esclusi dalla gestione attiva. Inoltre, nelle comunicazioni semplici manca qualsiasi riferimento al rispetto delle MdC.



Figura 2 – Alno-frassineto dell'associazione *Carici remotae-Fraxinetum excelsioris* in comune di Chiaverano (TO)

Quanto sopra dimostra il perdurare di diverse criticità per quanto attiene il rispetto delle norme previste dalle MdC (sia generali che sito-specifiche) e suggerisce la necessità, non differibile, di sensibilizzare e formare gli operatori forestali locali e, al contempo, anche alla luce dei limiti della Carta Forestale regionale, di dotare gli sportelli forestali di cartografie di dettaglio, come, per esempio, quella sviluppata dalla Comunità Collinare della Serra (che potrebbe essere ulteriormente implementata con i risultati del presente studio), per consentire una verifica in tempo reale di eventuali interferenze con l'habitat e poter fornire all'utilizzatore le indicazioni necessarie, con ricadute positive in termini di efficacia sia per le attività di monitoraggio che, soprattutto, per la conservazione di questi ambienti.

Tabella 2 - Interventi a carico dell'habitat "91E0*" all'interno del ZSC "IT1110021" nel periodo gennaio 2012 - dicembre 2018 (fonte: Prima Regione Piemonte).

Intervento	Pre MdC (da 01/01/2012 a 30/04/2014)		Post MdC (da 01/05/2014 a 31/12/2016)		Post MdC sito-specifiche (da 01/01/2017 a 31/12/2018)	
	N.ro	Sup. (m ²)	N.ro	Sup. (m ²)	N.ro	Sup. (m ²)
Ceduazione	9	13460	6	15528	1	2122
Taglio intercalare/diradamento	3	6429	6	14220	2	5658
Ceduo a sterzo	-	-	1	3519	-	-
Taglio del ceduo e della fustaia (governo misto)	14	38411	9	18386	5	12258
Altro	-	-	-	-	1	1160
TOTALE	26	58300	22	51653	9	21198

4.3 ZSC "IT1110047 Scarmagno - Torre Canavese (morena destra di Ivrea)"

Nel corso della primavera 2017 è stata verificata l'assenza, tra i popolamenti indicati nella cartografia degli habitat allegata allo studio per i PdG (Ipla, 2012) come "Alneti ripari di ontano nero con frassino" (riferiti al codice CORINE Biotopes "44.3"), di formazioni ascrivibili a quelle per cui le MdC sito-specifiche approvate con D.G.R. n. 29-3572 del 04/07/2016 prevedono il divieto di effettuare qualsiasi tipo di intervento selvicolturale ad eccezione di quelli concordati con il soggetto gestore finalizzati a migliorare l'habitat o a mantenerlo in uno stato di conservazione soddisfacente.

L'indagine condotta ha riguardato i 162 poligoni (per una superficie complessiva di circa 151 ettari) caratterizzati dalla presenza, come habitat principale o secondario, di alneti di *Alnus glutinosa* e ha portato all'individuazione, all'interno di un'area attribuita al codice "44.3" posta in comune di Torre C.se, di una cenosi fisionomicamente riconducibile a quelle sopra citate estesa su quasi 4 mila m² e ricadente su parte delle particelle catastali n. 42-43-44-45-46-47-48, 152 e 154 del Foglio 7.

Tale popolamento, i cui limiti sono stati rilevati tramite GPS portatile con precisione di ± 5 m ed archiviati in un file in formato shape di Esri, deve quindi essere incluso, unitamente agli "alneti paludosi a ontano nero" (codice CORINE Biotopes "44.91") indicati nella carta degli habitat allegata allo studio per il PdG, tra quelli per i quali è esclusa la gestione attiva ai sensi dell'art. 3 comma 1 lettera c) delle MdC sito-specifiche sopra menzionate.

ALLEGATO: tabelle su base catastale per l'individuazione dell'habitat cod. Natura 2000 "91E0*" nella ZSC IT1110021 "Laghi d'Ivrea"

In allegato sono riportate le tabelle, suddivise per Comuni, nelle quali è riportato su base catastale il riferimento della tipologia di alneto di ontano nero, riconducibile all'habitat "91E0*", in riferimento ai disposti delle Misure di Conservazione sito-specifiche della ZSC "IT1110021 - Laghi di Ivrea".

Comuni di Borgofranco, Burolo, Cascinette d'Ivrea, Chiaverano, Ivrea, Montaldo Dora.

BIBLIOGRAFIA

- Aeschimann D., Lauber K., Moser M.D., Theurillat J.D., 2004. Flora alpina, Zanichelli Ed. Bologna.
- Bertani R., Quaglia M., Gherardi M.E., Giandrini R., Chiariglione D., Biorcio C., Galante S., Santoro A., Innocenti M., Doglione A., Oradini A., Bazzano V., Longo F., Albery R., Bonaria M., Balangione G.L., 2003. Studio per il Piano Forestale Territoriale dell'Area Forestale "Canavese - Eporediese". Inedito.
- Bormann, F.H., Likens, G.E., 1979. Pattern and Process in a Forested Ecosystem. Springer-Verlag, New York.
- Bouvet D. 2014. Piante esotiche invasive in Piemonte - Riconoscimento, distribuzione, impatti. Museo Reg. Sc. Nat. Torino.
- Braun-Blanquet J., 1932. Plant sociology, 1st edn, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Brun F, Mosso A., Blanc S., 2014. Analisi delle istanze di taglio presentate in Piemonte nelle ultime stagioni silvane - Rapporto di ricerca. Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari.
- Bütler R., Lachat T., Laurent Larrieu L., Paillet Y., 2013. Habitat trees: key elements for forest biodiversity. In Kraus D., Krumm F. (eds), Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute.
- Camerano P., Gottero F., Terzuolo P., Varese P., 2004. I tipi forestali del Piemonte. Blu Edizioni.
- Carlson DW, Groot, A., 1997. Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. *Agr For Meteorol* 87: 313–29.
- Covington, W.W., 1981. Changes in forest floor organic matter and nutrient content following clear cutting in northern hardwoods. *Ecology* 62: 41–48.
- Finér L., Mannerkosky H., Piirainen S., Starr M., 2003. Carbon and nitrogen pools in an old-growth, Norway spruce mixed forest in eastern Finland and changes associated with clear-cutting. *Forest Ecology and Management* 174: 51–63
- Geburek Th., Milasowszky N., Frank G., Konrad H., Schadauer K., 2010. The Austrian Forest Biodiversity Index: All in one. *Ecological Indicators* 10: 753–761.
- Gottero F., Ebone A., Terzuolo P.G., Camerano P., 2007. I boschi del Piemonte, conoscenze e indirizzi gestionali. Blu Edizioni.
- Hashimoto S, Suzuki, M., 2004. The impact of forest clear-cutting on soil temperature: a comparison between before and after cutting, and between clear-cut and control sites. *Journal of Forest Research* 9: 125–32.
- Ipla, 2011. Studio per il Piano di Gestione del sito di importanza comunitaria "IT1110020 - Lago di Viverone". Inedito.
- Johnson D.W., Curtis P.S. 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* 140: 227–238.
- Kimmins, J.P., 1987. *Forest Ecology*. Macmillan, New York.
- Lachat T., Bouget C., Bütler R., Müller J., 2013. Deadwood: quantitative and qualitative requirements for the conservation of saproxylic biodiversity. In Kraus D., Krumm F. (eds), Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity. European Forest Institute.
- Lonati M., 2006. Nota 31 *Prunus serotina* Ehrh (*Rosaceae*). In Selvaggi A., Soldano A., Pascale M. Note Floristiche Piemontesi 13–47. *Riv. Piem. St. Nat.* 27: 429–441.
- Ma Y., Geng Y., Huang Y., Shi Y., Niklaus P. A., Schmid B, Jin-Sheng H., 2013. Effect of clear-cutting silviculture on soil respiration in a subtropical forest of China. *Journal of Plant Ecology* Volume 6, Number 5, Pages 335–348 October 2013 doi:10.1093/jpe/rtt038.
- Nilsson S.G., Niklasson M., Hedin J., Aronsson G., Gutowski J.M., Linder P., Ljungberg H., Mikusiński G., Ranius T., 2003. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests. *Forest Ecology and Management* 178: 355–370.
- Pennock D.J., Kessel, C.V., 1997. Clear-cut forest harvest impacts on soil quality indicators in the mixedwood forest of Saskatchewan, Canada. *Geoderma* 75:13–32.
- Pignatti G., De Natale F., Gasparini P, Paletto A., 2009. Il legno morto nei boschi italiani secondo l'Inventario Forestale Nazionale. *Forest@* 6: 365–375.

- Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna.
- Regione Piemonte, Settore Foreste 2014. Le specie forestali arboree esotiche - Riconoscimento e gestione [online] URL: <http://www.regione.piemonte.it/foreste/images/files/pubblicazioni/esotiche.pdf>
- Sindaco R., Mondino G.P., Selvaggi A., Ebone A., Della Beffa G., 2003. Guida al riconoscimento di ambienti e specie della Direttiva Habitat in Piemonte. Regione Piemonte.
- Selvaggi A., 2005. Nota 606 *Ribes rubrum* L. (Grossulariaceae). In Selvaggi A., Soldano A., Pascale M., Dellavedova R. (eds.), Note floristiche piemontesi 604-705. Riv. Piem. St. Nat. 36: 281.
- Selvaggi A., 2014. Nota 601 *Paulownia tomentosa* (Sprengel) Steudel (Paulowniaceae). In Selvaggi A., Soldano A., Pascale M., Dellavedova R. (eds.), Note floristiche piemontesi 604-705. Riv. piem. St. nat. 36: 404-405.
- Smethurst, P.J., Nambiar, E.K.S., 1990. Distribution of carbon and nutrients and fluxes of mineral nitrogen after clearfelling in a *Pinus radiata* plantation. Canadian Journal of Forest Research 20, 1490–1497.
- SPSS. 2011. IBM SPSS statistics for Windows, release 20.0. SPSS, Chicago.
- Tabacchi G., Di Cosmo L., Gasparini P., Morelli S. 2011. Stima del volume e della fitomassa delle principali specie forestali italiane. Equazioni di previsione, tavole del volume e tavole della fitomassa arborea epigea. Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Unità di ricerca per il monitoraggio e la pianificazione forestale. Trento, 412 pp.
- Tasser E., Tappeiner U., 2005. New model to predict rooting in diverse plant community compositions. Ecol. Model. 185: 195-211.
- Terzuolo P.G., Brenta P., Camerano P., Canavesio A., 2008. Biodiversità forestale in Piemonte: valutazioni sulla necromassa. Atti del Terzo Convegno Nazionale di Selvicoltura (Taormina 16-19 ottobre 2008).
- Vacchiano G., Meloni F., Ferrarato M., Freppaz M., Chiaretta G., Motta R., Lonati M., 2016. Frequent coppicing deteriorates the conservation status of black alder forests in the Po plain (northern Italy). Forest Ecology and Management, 382: 31–38.