

Università politecnica delle Marche – Ancona (Italy)

Dip.to di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali



Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie
Curr. Agraria e Ambiente – (XIV Ciclo)

***Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino centrale:
rimboschimenti e rinaturalizzazione**

di
Cecilia Ottaviani

Coordinatore:
Prof.ssa Adele Finco

Tutor:
Prof.ssa Marina Allegrezza

Gennaio 2017

INDICE

Abstract

Riassunto

Capitolo I

Introduzione generale

1. IL CONTESTO DELLA RICERCA

- 1.1 Distribuzione di *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 1.2 Ecologia di *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 1.3 I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 1.4 Le comunità naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (di origine gamica)
- 1.5 Bibliografia

2. OBIETTIVI GENERALI

3. AREA DI STUDIO

4. COMPOSIZIONE TESI

Capitolo II

Vegetation dynamics in *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra* 100 years after reforestation: two case studies in the central Apennines

Abstract

- 1. Introduction
- 2. Study area
- 3. Materials and methods
- 4. Results
 - 4.1 Mt. Predicatore pine reforestation
 - 4.2 Mt. Tegolaro pine reforestation
 - 4.3 Comparison between the two reforestation areas
 - 4.4 Diachronic analysis
- 5. Conclusion
- 6. References
- 7. Appendix

Capitolo III

I vecchi rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino centrale: ecologia e caratterizzazione floristico-vegetazionale

Riassunto

- 1. Introduzione**
- 2. Area di studio**
- 3. Materiali e metodi**
- 4. Risultati e discussione**
 - 4.1 Definizione dei tipi e composizione floristica**
 - 4.2 Confronto con i boschi autoctoni limitrofi**
 - 4.3 Caratterizzazione sintassonomica**
 - 4.4 Confronto con le pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte in Europa**
- 5. Conclusione**
- 6. Bibliografia**
- 7. Appendice**

Capitolo IV

La rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (di origine gamica): nuovi paesaggi in Appennino centrale

Riassunto

- 1. Introduzione**
- 2. Area di studio**
- 3. Materiali e metodi**
- 4. Risultati**
 - 4.1 Definizione dei tipi e composizione floristica**
 - 4.1.1 CENOSI PREFORESTALI DUREVOLI DI *OSTRYA CARPINIFOLIA* CON *PINUS NIGRA* SUBSP. *NIGRA*
 - 4.1.2 CENOSI DI PRATERIA CON *PINUS NIGRA* SUBSP. *NIGRA* E *GENISTA RADIATA*
 - 4.1.3 CENOSI CON *PINUS NIGRA* SUBSP. *NIGRA*, *JUNIPERUS COMMUNIS* SUBSP. *NANA* E *J. COMMUNIS* SUBSP. *HEMISPHERICA*
 - 4.1.3.1 I RAPPORTI CON LA CLASSE *JUNIPERO-PINETEA*
 - 4.1.3.2 I RAPPORTI CON LA CLASSE *RHAMNO-PRUNETEA*
 - 4.2. Rapporti delle comunità naturali con *Pinus nigra* di origine gamica con i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* dell'Appennino centrale**
- 5. Conclusione**
- 6. Bibliografia**

Capitolo V

Conclusioni generali

ABSTRACT

Pinus nigra subsp. *nigra* was used widely and extensively for reforestation activities in Europe, mainly to curb the hydrogeological instability of degraded areas that had been subjected to intense erosion because of natural and human causes. It often was used even outside its distribution area, as in the central Apennines, where it is not a native species, but where the *Pinus nigra* subsp. *nigra* reforestation areas are widespread. They are most unmanaged and subjected to the natural dynamic processes of the native vegetation. These forest communities often host rare plants or species of biogeographical interest and from these we are observing the *Pinus nigra* subsp. *nigra* gamic colonization, that goes far above the current treeline. This phenomenon shows how we are attending a re-naturalization process of this species starting from the seeds distribution centers of artificial reforestation areas.

The purpose of this research was the floristic-vegetational, sinecologic, sindinamic, biogeographic and syntaxonomic study of the *Pinus nigra* subsp. *nigra* anthropic communities belonging to the central Apennines (old reforestation areas implanted before 1950) and of natural communities where gamic *Pinus nigra* subsp. *nigra* is present and which represent its re-naturalization. For the reforestation areas the objectives were also: i) to analyse the dynamics involved and the restoration state; ii) to evaluate the floristic-vegetation autonomy linked to the effects of the prolonged *Pinus nigra* subsp. *nigra* presence on floristic diversity through comparison with adjacent native woods; iii) to examine floristic-vegetational and biogeographical similarities and differences between the anthropic *Pinus nigra* subsp. *nigra* forests identified and the natural pine forests described in the literature for the Italian Peninsula and adjacent territories.

The study was carried out in Italy along the central portion of the Apennines from the Mt. Carpegna (PU) to Villetta Barrea (AQ) at altitude between 600 m a.s.l. and 1700 m a.s.l.

The results of this research determined that the status of the restoration is a function of the native woods, and thus is a function of the reference site. We emphasize the importance of using the adjacent woods as a control for the restoration evaluation that appears to be site-specific. For *Pinus nigra* subsp. *nigra* reforestation areas found in the central Apennines, from the mesotemperate to upper supratemperate thermotype, this study identified the significant floristic autonomy of these plant communities compared to the native woods that grows under the same ecological conditions. These represents an initial contribution for their syntaxonomic characterization. We proposed two new associations included in the *Querco-Fagetea* class. The autonomy observed can be interpreted as the result of the effects of the prolonged pine presence on species diversity. The comparison between these plant communities with the natural *Pinus nigra* subsp. *nigra* forests described for Italy and the adjacent territories highlighted the separation of plant communities considered which belong to different syntaxonomic classes and it highlighted the biogeographic link between Apennine forest ecosystems and the Balkan ones expressed by the *Carpinion orientalis* alliance.

The investigated *Pinus nigra* subsp. *nigra* reforestation areas can be considered durable stages of a dynamic that deviates from the natural vegetation succession, and this concept must be strongly consider for the planning of future silvicultural actions within the Restoration ecology.

Finally, the phytosociological study on communities characterized by the presence of gamic *Pinus nigra* subsp. *nigra* in central Apennines highlighted the more favorable vegetation habitat for the *Pinus nigra* subsp. *nigra* colonization, that are represented by the edaphoxerophilous pioneer and durable communities of *Junipero-Pinetea* class. For the *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* and *Pinus nigra* subsp. *nigra* plant communities is proposed the new alliance *Sorbo ariae-Juniperion nanae* that contributes to complete the syntaxonomic *Junipero-Pinetea* class context for the central-southern Apennines.

RIASSUNTO

Pinus nigra subsp. *nigra* è stato ampiamente e diffusamente utilizzato per le opere di rimboschimento in tutta Europa, principalmente per frenare il dissesto idrogeologico di zone degradate e soggette ad intensa erosione per cause naturali ed antropiche. E' stato spesso utilizzato per tali opere anche al di fuori del suo areale di distribuzione, come in Appennino centrale, dove non è presente come specie autoctona ma dove i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sono realtà molto diffuse, per lo più non gestite e soggette ai naturali processi dinamici di recupero da parte della vegetazione autoctona. Tali comunità forestali ospitano spesso specie vegetali rare o di interesse biogeografico e a partire da queste si sta osservando la diffusione e colonizzazione per via gamica di *Pinus nigra* subsp. *nigra*, che si spinge fin sopra il limite attuale del bosco. Tale fenomeno testimonia come si stia assistendo ad un processo di rinaturalizzazione di questa specie a partire da centri di diffusione dei semi costituiti principalmente dai rimboschimenti artificiali.

Scopo della presente ricerca era lo studio floristico-vegetazionale, sinecologico, sindinamico, biogeografico e sintassonomico delle comunità vegetali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti lungo l'Appennino centrale di origine antropica (rimboschimenti vecchi di epoca d'impianto precedente il 1950) e di quelle naturali dove *Pinus nigra* subsp. *nigra* si inserisce e che ne rappresentano l'aspetto di rinaturalizzazione. Per i rimboschimenti inoltre gli obiettivi erano: i) l'analisi delle dinamiche in atto e dello stato di rinaturalizzazione; ii) valutare l'autonomia floristico-vegetazionale legata agli effetti della prolungata presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sulla diversità floristica attraverso il confronto con i boschi autoctoni limitrofi; iii) verificare eventuali analogie e differenze floristico-vegetazionali e biogeografiche tra le pinete di origine antropica individuate e le pinete naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte in letteratura per la penisola italiana e territori limitrofi.

Lo studio è stato condotto in Italia lungo la porzione centrale della dorsale appenninica e pre-appenninica dal Mt. Carpegna (PU) a nord a Villetta Barrea (AQ) a sud a quote comprese tra circa 600 m s.l.m. e 1700 m s.l.m.

I risultati della presente ricerca hanno consentito di determinare che lo stato di rinaturalizzazione dei rimboschimenti è in funzione del bosco autoctono e quindi del sito di riferimento. Si sottolinea l'importanza dell'utilizzo dei boschi limitrofi come controllo per la valutazione dello stato di rinaturalizzazione dei rimboschimenti che in base ai risultati ottenuti risulta essere sito-specifica. Per i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti in Appennino centrale dal termotipo mesotemperato superiore al supratemperato superiore il presente studio ha permesso di individuare l'autonomia floristica significativa di queste cenosi rispetto ai boschi autoctoni che si sviluppano nelle medesime condizioni ecologiche e costituisce un primo contributo per la loro caratterizzazione sintassonomica, per le quali vengono proposte due associazioni nell'ambito della classe *Querceto-Fagetea*. L'autonomia riscontrata può essere interpretata come la risultante degli effetti legati alla prolungata presenza del pino sulla diversità specifica. Il confronto di queste cenosi con i dati di letteratura relativi alle pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte per l'Italia e i territori limitrofi ha evidenziato la separazione delle cenosi considerate appartenenti alle diverse classi sintassonomiche e il legame biogeografico tra le cenosi forestali appenniniche e quelle balcaniche espresse dall'alleanza *Carpinion orientalis*. I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati con il presente studio possono essere considerati stadi durevoli di una successione dinamica che devia dalla naturale successione vegetazionale e ciò deve essere tenuto fortemente in considerazione anche per la programmazione degli interventi gestionali nell'ambito della *Restoration ecology*. Infine lo studio fitosociologico condotto sulle comunità caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica in Appennino centrale, ha permesso di evidenziare l'ambito vegetazionale più favorevole alla colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra*, rappresentato dalle comunità edafoxerofile pioniere e durevoli della classe *Junipero-Pinetea*. Per le cenosi di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* si propone la nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* che concorre a completare il quadro sintassonomico della classe *Junipero-Pinetea* per l'Appennino centro-meridionale.

CAPITOLO I

INTRODUZIONE GENERALE

1. IL CONTESTO DELLA RICERCA

1.1 Distribuzione di *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra*

Pinus nigra J. F. Arnold è un'orofita sud-est europea che si estende per più di 3,5 milioni di ettari, con un areale fortemente frazionato e distribuito dal settore nord-occidentale dell'Africa al sud dell'Europa fino all'Asia minore (Fig. 1). A causa di questa ampia diffusione discontinua e della sua variabilità genetica e fenotipica il pino nero è considerata una specie collettiva (Isajev *et al.*, 2004) che riunisce tante sottospecie e la sua suddivisione sistematica presenta diverse problematiche tassonomiche ad oggi ancora irrisolte, come anche già indicato da Pignatti (1982), che definisce *Pinus nigra* come “gruppo di specie con scarsa differenziazione morfologica, ma con forte frammentazione geografica, sulle montagne dell'Europa meridionale, ancora imperfettamente conosciuto”.

La caratterizzazione delle sottospecie si basa oltre che sulla morfologia e sull'ecologia, anche sulla corologia, quindi sull'areale di distribuzione occupato dalle sottospecie. Sulla base sia del corotipo che della lunghezza e rigidità dell'ago, vengono distinte 5 sottospecie (Tutin *et al.*, 1993; Raab-Straube, 2014):

- *Pinus nigra* subsp. *nigra* (sinonimi: *P.n. austriaca*, Hoss, *P.n. nigricans* Host) ha il suo areale di distribuzione incentrato nell'area montuosa balcanica e in Italia è presente nel settore orientale delle Alpi fino al bellunese.
- *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (sinonimi: *P.pyrenaica* sensu Willk.; *P.clusiana*) copre un'area estesa in Spagna dall'Andalusia alla Catalogna e nei versanti esposti a sud della catena montuosa dei Pirenei); è stato inoltre rinvenuta una popolazione isolata nella catena montuosa delle Cevenne nella Francia centro-meridionale.
- *Pinus nigra* subsp. *laricio* (Poiret) Maire in Corsica, Calabria (*P.n.l. calabrica*) e Sicilia.
- *Pinus nigra* subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco si trova su alcune isole al largo della costa della Croazia e nei versanti meridionali delle Alpi Dinariche.
- *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe in Grecia e Turchia si ritrova su vaste superfici.

A queste cinque si aggiunge una sesta sottospecie (Isajev *et al.*, 2004): *Pinus nigra* subsp. *mauretanica* (Mayre *et Peyerimh.*) che è diffusa in un'area limitata (pochi ettari) sulle Montagne del Rif in Marocco e in quelle di Djurdjura in Algeria.

In base alla suddetta classificazione si sottolinea come *Pinus nigra* è presente come specie autoctona nel territorio italiano con due sottospecie: *Pinus nigra* subsp. *laricio* e *Pinus nigra* subsp. *nigra*. Nella Check list della Flora italiana (Conti *et al.*, 2005) *Pinus nigra* subsp. *laricio* viene segnalata come specie autoctona anche in Toscana. Viene indicato infatti un nucleo spontaneo al Monte Pisano già segnalato nel 1920 da Longo (Gellini, 1979), ma di possibile remota introduzione, come afferma anche Arrigoni nella flora vascolare esotica spontaneizzata della Toscana (Arrigoni e Viegi, 2011); potrebbe trattarsi di un probabile esempio di rimboschimento risalente ad epoche passate (si parla di medioevo) (Paci e Romolo, 1992). In Appennino è stata inoltre riconosciuta come specie autoctona *Pinus nigra* subsp. *nigra* var. *italica* comunemente conosciuta come pino nero di Villetta Barrea che presenta caratteri morfologici di transizione fra il pino laricio (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) e il pino austriaco (*Pinus nigra* subsp. *nigra*); con quest'ultimo viene riconosciuta una maggiore affinità per quello che riguarda il substrato, entrambe infatti prediligono terreni calcarei a differenza del pino laricio che preferisce terreni silicei.

Tuttavia la varietà, secondo il regolamento della tassonomia può essere citata ma è priva di valenza sistematica e deve considerarsi esclusa dal sistema rigoroso di classificazione tassonomica. Nell'Appennino centro-settentrionale *Pinus nigra* subsp. *nigra* non è quindi presente come specie autoctona.

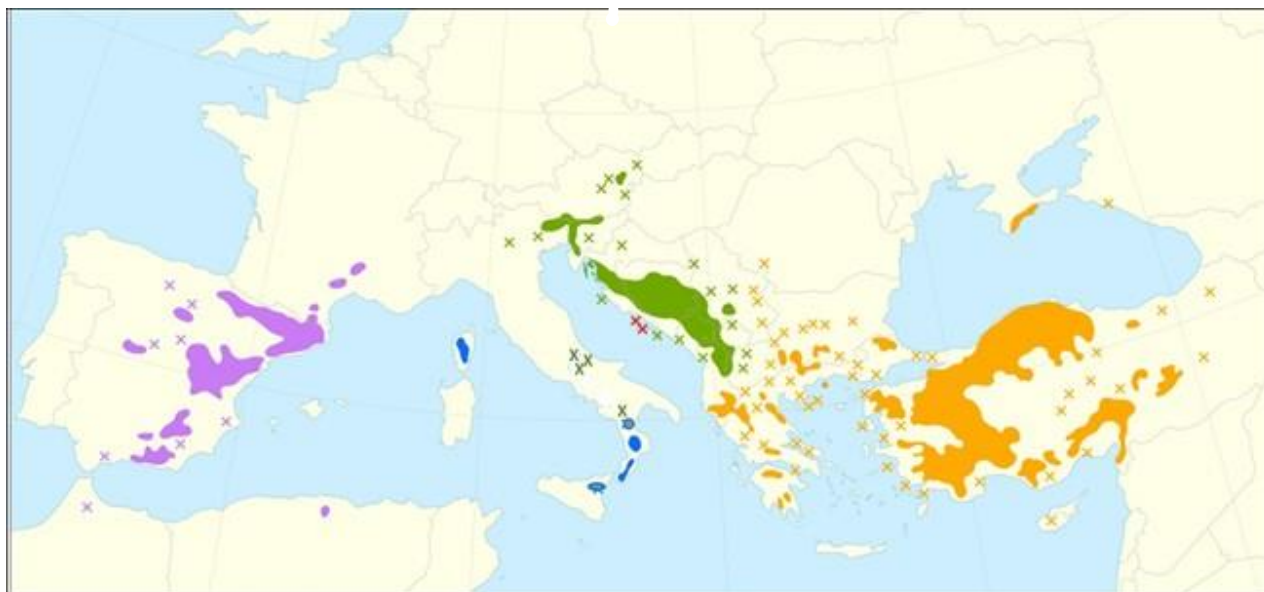


Fig. 1 - Areale di distribuzione di *Pinus nigra* group (da Enescu et al., 2016; mod.).

Legenda: ■ *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*; ■ *Pinus nigra* subsp. *laricio*; ■ *Pinus nigra* subsp. *nigra*; ■ *Pinus nigra* subsp. *dalmatica*; ■ *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*.

1.2 Ecologia di *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra*

Pinus nigra è una specie caratterizzata da elevata eliofilia e frugalità: due aspetti comuni a tutti i *taxa* evidenziati all'interno del complesso tassonomico; ha la capacità di evitare gli stress idrici quindi riesce a crescere e a svilupparsi su suoli con scarse riserve idriche (suoli poco strutturati e con elevate pendenze) e in presenza di regimi a bassa piovosità e a forte illuminazione. Inoltre non risente delle basse temperature invernali ed ha una buona resistenza ai danni da neve.

La maggior parte delle sottospecie di pino nero cresce in un clima tipicamente mediterraneo eccetto *Pinus nigra* subsp. *nigra* che è più tipico di ambiente temperato.

Il range altitudinale ottimale del Pino nero si colloca tra gli 800 e 1500 m, tuttavia si osserva una considerevole variazione altitudinale tra le varie sottospecie: si ritrova da 300 a 1500 m in Italia (*Pinus nigra* subsp. *nigra*), da 350 a 1000 m nella costa croata (*Pinus nigra* subsp. *dalmatica*), dai 500 ai 900m nei Pirenei francesi, da 1600 a 2000m in Spagna (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), da 1000 a 1600m in Corsica (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) da 1000 a 2200m nelle montagne del Tauro (Turchia), da 1400 a 1800m a Cipro (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) e da 1600 a 1800m in nord Africa (*Pinus nigra* subsp. *mauretanica*).

Il pino nero non ha particolari esigenze nei riguardi della tessitura del suolo, adattandosi sia a terreni estremamente sciolti come quelli sabbiosi sia a terreni pesanti come quelli argillosi. Può crescere su substrati di diversa natura chimica: calcare (es. *P.n. nigra*, *P.n. mauretanica*, *P.n. dalmatica*, *P.n. pallasiana* nel centro della Grecia), dolomiti (es. *P.n. nigra* nel nord dell'Italia e in Austria, *P.n. salzmannii* nelle Cevenne in Francia), in suoli acidi granitici o sabbiosi (*P.n. laricio*, *P.n. pallasiana* in Anatolia, *P.n. salzmannii* nei Pirenei) o in suoli vulcanici (*P.n. laricio* in Sicilia).

E' in grado di attecchire e crescere su suoli scadenti sia per qualità chimiche (scarsa presenza di nutrienti, alta concentrazione di ioni calcio e magnesio) che fisiche (assenza di una struttura e di un profilo evoluto), si adatta bene, pertanto, ad essere impiantato sui litosuoli derivanti dalle opere di

gradonamento, come quelle largamente realizzate sui pendii dissestati e/o a forte pendenza dei rilievi dell'Italia peninsulare (Federici 2005).

Considerando nello specifico le due sottospecie presenti in Italia: *Pinus nigra* subsp. *laricio* si ritrova su suoli acidi granitici o sabbiosi, è esigente in umidità atmosferica ma sopporta le estati secche; è dotato di una buona resistenza al freddo (i semenzali sopportano temperature di -20/-25°C) e alla siccità.

Pinus nigra subsp. *nigra* cresce su suoli calcarei e dolomitici (Friuli); tollera anche suoli marnosi e argille compatte; sopporta basse temperature, e grazie all'apparato radicale che è potente anche su suoli superficiali, resiste bene alla siccità anche se è esigente per quanto riguarda la piovosità estiva (300-400 mm). L'ecologia di *Pinus nigra* subsp. *nigra* è caratterizzata dalla capacità di questa specie di utilizzare l'acqua portata dalle correnti umide provenienti dal mare: il tronco elevato e la scarsa ramificazione concentrata nella zona apicale ne fanno una sorta di apparato per la captazione del vapore d'acqua che sugli aghi si condensa formando gocce che poi cadono al suolo come precipitazioni occulte (Pignatti, 1998). Questo adattamento rappresenta la ragione del successo di *Pinus nigra* subsp. *nigra*, ma anche il suo limite; infatti esso grazie a questa condizione, è in grado di colonizzare ambienti nei quali nessuna altra specie arborea potrebbe sopravvivere, d'altra parte però la sua crescita risulta in generale molto lenta (individui centenari presentano a volte tronchi con diametri di appena 20-30 cm) (Pignatti, 1998).

1.3 I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra*

Fin dalla fine del XIX secolo in tutto il territorio europeo sono stati realizzati numerosi rimboschimenti mediante l'impiego di conifere su terreni nudi o in sostituzione delle latifoglie ((Heitz & Rehfuß 1999, Mosandl & Kussner 1999, Malcolm et al. 2001, Kenk & Guehne 2001, Diaci 2002, Zerbe 2002, Page & Cameron 2006, Dekker et al. 2007) e spesso le conifere utilizzate per tali opere si trovano al di fuori del loro areale di distribuzione (Amorini e Fabbio, 1992; Nocentini, 1999).

In particolare *Pinus nigra* è stato diffusamente utilizzato in Europa centrale, nei balcani e nei paesi mediterranei principalmente per scopi protettivi (Bussotti, 2002). Le finalità dei rimboschimenti in passato infatti erano essenzialmente di carattere ecologico e in particolare di protezione e di risanamento idrogeologico di zone degradate e soggette ad intensa erosione. La necessità di attuare in passato una politica forestale, a livello europeo e nazionale, dedicata a tali opere è legata alla scomparsa del bosco (Fig. 2), dovuta a fenomeni naturali quali frane o valanghe, ma soprattutto ad attività antropiche e quindi al disboscamento finalizzato ad attività agricole e produttive come il pascolo, le coltivazioni e la raccolta del legname. Secondariamente i rimboschimenti hanno avuto anche scopi produttivi e sociali, creando occupazione in zone svantaggiate, sviluppando attività imprenditoriali collaterali e qualificando la manodopera. Quindi a partire dal 19° secolo si è assistito ad un'intensa riforestazione (Fig. 2) utilizzando conifere (in particolare *Picea Abies* e *Pinus sylvestris* nel centro Europa e *Pinus nigra* in Italia). Un probabile esempio di rimboschimento risalente ad epoche ancora precedenti (medioevo) è quello di *Pinus nigra* subsp. *laricio* (Paci e Romolo, 1992) che si trova in Toscana nei Monti Pisani.

Nella fascia appenninica primeggia *Pinus nigra* subsp. *nigra*, specie generalmente preferita sia per la facilità di allevamento in vivaio, sia per le sue caratteristiche spiccatamente pioniere (Cantiani et al., 2005).

Buona parte delle pinete ha oggi sostanzialmente raggiunto l'obiettivo originario di stabilità idrogeologica e ad oggi la scelta gestionale prioritaria per questi soprassuoli artificiali è quella di una progressiva "rinaturalizzazione" tramite trattamenti selvicolturali appropriati, volti a creare ed avviare le dinamiche evolutive verso popolamenti misti di specie autoctone. La rinaturalizzazione dei rimboschimenti e delle monoculture di conifere rappresenta attualmente uno dei principali obiettivi della selvicoltura in tutto il territorio europeo (Ashton et al., 1997; Zerbe, 2002; Muscolo et al., 2011) e nazionale; oggi con la conversione di questi rimboschimenti verso boschi di latifoglie più

naturaliformi si è di fronte ad un altro cambiamento epocale (Fig. 2), stimolato da una selvicoltura sostenibile il cui obiettivo è appunto quello della rinaturalizzazione di questi popolamenti, rinaturalizzazione che in parte è cominciata in quei siti in cui la dinamica della vegetazione naturale si è avviata e la vegetazione autoctona si è insediata sotto la copertura delle conifere.

Oggi rispetto al passato si sta assistendo ad un'evoluzione culturale che tende ad una visione ecologica di queste cenosi, che vengono spesso considerate stadi intermedi di una successione che tende al bosco naturale di latifoglie.

In letteratura numerosi sono gli studi scientifici che si sono interessati ai rimboschimenti nell'ambito della rinaturalizzazione e della *Restoration ecology*; si tratta per la maggior parte di studi volti alla rinaturalizzazione di queste cenosi che hanno un approccio di carattere selvicolturale, dendrometrico-strutturale (Nocentini, 1999; Malcom et al., 2001; Cantiani et al., 2005, Gugliotta et al., 2006; Thanasis et al., 2007; Cantiani & Piovosi, 2008; Mercurio et al., 2009) mentre scarsi risultano essere quelli con un approccio più spiccatamente ecologico in generale e fitosociologico in particolare (Biondi & Ballelli, 1973; Allegrezza et al., 2013; Vallauri et al., 2002; Baiocco et al., 1996; Zerbe, 2002; Gomez-Aparicio et al., 2009; Cristaudo et al., 2009) e ad oggi non esistono studi di carattere sintassonomico di queste comunità.

Proprio a causa del suo non indigenato infatti questa specie per molto tempo non ha suscitato l'interesse per studi di carattere ecologico in generale e geobotanico, fitosociologico in particolare. Ci sono pochi studi di questo tipo perché in passato i rimboschimenti erano visti come comunità artificiali considerate per nulla interessanti dal punto di vista del loro aspetto floristico-vegetazionale, mentre oggi i rimboschimenti di conifere in genere, e di pino nero in particolare vengono visti dai botanici con minor avversione: spesso ricadono all'interno di aree protette e studi sulla loro rinaturalizzazione in chiave ecologica risultano in tal senso di fondamentale importanza. Ma al di là dell'aspetto di rinaturalizzazione, fondamentale risulta la conoscenza in chiave ecologica di queste comunità in quanto, seppur di origine antropica, costituiscono nel loro attuale assetto floristico-vegetazionale (comprensivo della presenza del pino nero, specie alloctona che ne caratterizza la fisionomia) habitat preferenziali per numerose specie di uccelli tra cui per esempio *Loxia curvirostra* L. (allegato II Direttiva Habitat 92/10) oltre ad ospitare specie vegetali rare o di interesse biogeografico (Allegrezza et al., 2014). Risulta inoltre importante lo studio vegetazionale di questi popolamenti per comprendere se e come la presenza del pino nero ha avuto effetti sulla naturale dinamica vegetazionale oltre che per avere una base per una loro eventuale caratterizzazione fitosociologica, ad oggi inesistente.

I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino possono essere ricondotti al concetto di "novel ecosystem" o "emerging ecosystem" definito come ecosistema in cui si instaurano nuove combinazioni di specie che non si sono verificate in precedenza all'interno di un determinato bioma e che hanno la potenzialità di cambiare la funzionalità dello stesso ecosistema in cui si stabiliscono (Hobbs et al., 2006). Si tratta di ecosistemi che sono il risultato di una deliberata o involontaria azione umana, ma che non dipendono da un intervento umano continuato per il loro mantenimento. Le nuove combinazioni di specie sono la risposta biotica alle condizioni abiotiche e/o agli elementi biotici nuovi indotti dall'attività antropica, ad esempio il degrado del territorio, l'arricchimento della fertilità del suolo (Hobbs et al., 2006) o, come nel caso dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino, l'introduzione di specie alloctone.

historical period	human impact on the forests	secular woodland changes
Early Historical Times	forest clearing, because woodland is an impediment to settlements	decreasing of woodland area
	⇓	
Middle Ages and early Modern Times	uncontrolled, more or less excessive use of forests and forest sites	overutilisation and devastation
	⇓	
end of the 18th to the 19th century	spatially and temporally controlled forest stands for a most economic timber production	reforestation
	⇓	
since the end of the 20th century	creating natural woodland	conversion and restoration

Fig. 2 - Cambiamenti passati e recenti nelle foreste in Centro-Europa (rappresentazione schematica basata su Thomasius, 1996) (da Zerbe 2002).

1.4 Le comunità naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (di origine gamica)

Pinus nigra subsp. *nigra* costituisce cenosi naturali che si localizzano principalmente nel suo areale di distribuzione. In letteratura numerose sono le formazioni naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte; esse riguardano esclusivamente l'arco alpino orientale e l'Europa balcanica dove questa conifera ha incentrato il suo areale di distribuzione: *Orno-Pinetum nigrae* Martin, 1961; *Carici sempervirentis-Pinetum nigrae* Accetto, 1999; *Daphno alpinae-Pinetum nigrae* Accetto, 2002, *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić, 1999, *Laserpitio-Pinetum nigrae* Fukarek, 1970. Queste associazioni vengono inquadrare nella classe *Erico-Pinetea*, che raggruppa le pinete illiriche a *Pinus nigra* o a *Pinus sylvestris* e *Ostrya carpinifolia*, legate a litotipi massivi di origine carbonatica. Si tratta di comunità a gravitazione esalpica, con penetrazioni mesalpiche, delle Alpi orientali, dalla Slovenia e dalla Carinzia fino al Friuli, al Veneto e alla Lombardia. In termini ecologici si tratta di boschi xerofili piuttosto aperti, che si sviluppano in stazioni rupestri o su pendii acclivi esposti a sud (Biondi et al., 2014). L'*Ostryo-Pinetum nigrae* Trinajstić, 1999 è stato invece descritto nell'ambito della classe *Quercu-Fagetea*, ordine *Quercetalia-Pubescentis petraeae* e alleanza *Ostryo-Carpinion*.

In Italia le formazioni naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* si rinvencono sulle Alpi orientali riferibili all'*Orno-Pinetum* Martini, 1961. In ambito appenninico le pinete a pino nero dei substrati carbonatici sono state individuate nella parte settentrionale della Calabria e descritte da Bonin & Pennacchini (1975) e da Bonin (1978) e riferite al *Genisto sericeae-Pinetum nigrae* Bonin 1978. Nei rilievi silicei della Calabria, *Pinus nigra* subsp. *nigra* viene sostituito da *Pinus nigra* subsp. *laricio*, dove forma comunità riferite all'*Hypochaerido-Pinetum calabricae* Bonin 1978 ex Brullo, Scelsi & Spampinato 2001. Quelle presenti sull'Etna sono state riferite, in parte, all'*Hypochaerido-Pinetum laricionis* e in parte allo *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabricae* Brullo & Siracusa in Brullo et al. 2001.

In Appennino centro-settentrionale dove si ricorda che *Pinus nigra* subsp. *nigra* non è presente come specie autoctona, questa conifera non caratterizza soltanto popolamenti di origine artificiale rappresentati dai rimboschimenti, ma si sta osservando la sua diffusione e colonizzazione per via gamica, che si spinge fin sopra il limite attuale del bosco, dove il pino nero, insieme alle specie arbustive tipiche della fascia degli arbusti prostrati, colonizza su substrati calcarei le praterie sub-primarie e quelle secondarie abbandonate e/o sotto utilizzate. Il processo di colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* è il risultato della sinergia di diversi fattori concomitanti quali l'abbondanza dei semi legata ad anni di eccezionale produzione (mast year) degli individui adulti, che da letteratura si verifica ogni 2-4 anni (Isajev et al., 2004), la loro dispersione ed efficienza germinativa (è una specie eliofila a disseminazione anemòcora) unitamente a fattori antropici (riduzione del pascolo ed aumento della disponibilità di seme di pino nero per la presenza di rimboschimenti) (Piermattei et al., 2012).

Tale fenomeno testimonia come si stia assistendo ad un processo di rinaturalizzazione di questa specie a partire da centri di diffusione dei semi costituiti principalmente dai rimboschimenti artificiali; fenomeno che alle più elevate altitudini è stato favorito negli ultimi decenni dal declino delle attività pascolive e sembrerebbe anche dall'aumento delle temperature come testimoniano alcuni studi scientifici (Piermattei et al., 2012, Piermattei et al., 2014).

Il pino nero di origine naturale va a costituire quindi delle nuove comunità. Si può parlare anche in questo caso di "emerging ecosystem"; anche qui ci si trova infatti di fronte all'instaurarsi di nuove combinazioni di specie che non si sono verificate in precedenza (Hobbs et al., 2006).

Proprio a causa dell'espansione e della colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* per via gamica a partire dai centri di disseminazione costituiti dai rimboschimenti, si stanno formando nuovi paesaggi e questo processo è particolarmente evidente sopra il limite attuale del bosco, nella fascia caratterizzata dalla vegetazione ad arbusti prostrati, dove il pino nero si associa ad arbusti come *Juniperus communis* subsp. *nana* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*.

In letteratura la presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* unitamente a *Juniperus communis* subsp. *nana* viene indicata nel versante meridionale del Mt. Vettore (Allegrezza et al., 2013); ad oggi tuttavia non si ha alcun riferimento di studi floristico-vegetazionali specifici che interessano questo tipo di vegetazione in Appennino, né tantomeno è stata inquadrata a livello fitosociologico.

Approfondimento: *Pinus nigra* vs latifoglie nelle ere passate

Pinus nigra è una delle più antiche specie del genere *Pinus*, discendente da un gruppo che già esisteva nel Cretaceo (100 milioni di anni fa) (Gernandt et al., 2008) e può considerarsi una specie relitta che ha culminato l'espansione più recente al termine dell'ultima glaciazione grazie alle sue caratteristiche pioniere; in seguito questa specie ha subito una forte contrazione a causa dei cambiamenti climatici che hanno favorito numerose altre specie (latifoglie) dotate di maggiori adattamenti ecologici, costringendolo a spostarsi nel tempo dalle zone costiere a quelle più interne nei rilievi montuosi, dove il clima freddo secco di queste aree assomiglia a quello dei periodi glaciali passati (Naydenov et al., 2006).

La distribuzione passata di *Pinus nigra* in Europa è difficile da ricostruire in maniera precisa, questo perché gli avvenimenti passati basati su studi pollinici (analisi della disposizione stratificata del polline fossile delle piante arboree nei sedimenti accumulati sul fondo dei bacini lacustri per ricostruire la composizione della vegetazione di epoche passate) non arrivano facilmente al riconoscimento a livello di specie. Tuttavia, diversi studi locali principalmente basati sui macrofossili suggeriscono che vasti popolamenti di pino nero erano già presenti durante il tardo Pleistocene e l'Olocene nell'area nord-occidentale del bacino mediterraneo (Roiron et al., 2013). Queste popolazioni hanno subito un forte decremento durante l'Olocene come conseguenza del riscaldamento climatico e dell'aumento delle attività antropiche durante l'ultimo millennio. Ciò ha

portato all'attuale frammentata distribuzione del pino nero, che si estende dal Nord-Ovest dell'Africa attraverso il sud dell'Europa fino all'Asia Minore (Enescu et al., 2016).

Per quello che riguarda la penisola italiana e in particolare l'Appennino centrale, attraverso gli studi pollinici (Paganelli 1956, Marchesoni 1957) è stata ricostruita la storia climatico-forestale dell'Appennino umbro-marchigiano, dalla quale emerge che “la dominanza del Pino nero nel piano basale durante tutte le fasi del periodo anatermico e nel piano montano fino all'avvento della fase del Querceto è stato l'evento che ha caratterizzato maggiormente l'Appennino Umbro-Marchigiano” (Marchesoni, 1957). In particolare in Fig. 3 vengono riassunte le principali vicende subite dalla vegetazione forestale dell'App. Umbro-Marchigiano durante il periodo continentale anatermico (20000 a.C.-2500 a. C.) e oceanico catatermico (2500-1500 a.C.) dal quale emerge come nel periodo anatermico continentale il genere *Pinus* dominava sulle latifoglie, mentre durante il periodo catatermico oceanico si assiste al suo declino a favore di una vegetazione più complessa fino alla costituzione di boschi misti attuali di latifoglie.

	Periodo continentale anatermico			Periodo oceanico catatermico		
Piano di Colforito (m 750) Climax del Querceto	Consorzio misto di Pino nero con e Cerro e Mugo (piccole percentuali di Picea, Abete e tracce di Faggio)	Consorzio misto di Pino nero con qualche traccia ancora di Picea e Abete	Consorzio quasi puro di Pino nero con infiltrazioni di <i>Pinus pinea</i> e <i>Quercus</i> (Leccio?)	Declino del Pino nero e affermazione del Querceto (Cerreto misto a Roverella?) con comparsa di Tiglio, Acero, Castagno, Faggio, ecc.	Continua il declino del Pino nero mentre si affermano Castagno, Carpinella e Faggio	Riespansione del Querceto termofilo con <i>Fraxinus ornus</i> e <i>Corylus</i>
Laghetto Piano Piccolo (m 1323) Climax del Faggio	(mancante)	(mancante)	Declino del Pino nero e optimum del Querceto (Cerreto?) con piccole percentuali di Abete, Picea, Faggio discontinuo, Tiglio, ecc.	Espansione del <i>Fageto-Abietum</i> con piccole percentuali di Picea	Culminazione del <i>Fageto-Abietum</i> con piccole percentuali di Cerro, Picea, Pino nero	Declino del <i>Fageto-Abietum</i> (estinzione dell'Abete e riduzione del Faggio) Lieve incremento del Cerro e del Pino nero
Conca dei Pantani (m 1589) Climax del Faggio	(mancante)	Supremazia del Pino nero con Mugo, Cerro e piccole percentuali di Abete e Picea	Declino del Pino nero. Affermazione del Querceto (Cerreto?) con piccole percentuali di Faggio, Picea e Abete.	Manifesto declino del Pino nero e del Querceto e affermazione del <i>Fageto-Abietum</i>	Culminazione del <i>Fageto-Abietum</i> con tracce di Picea e con Pino nero in lenta estinzione	(mancante)

Fig. 3 - Prospetto delle vicende subite dalla vegetazione forestale dell'App. Umbro-Marchigiano durante il periodo continentale anatermico e oceanico catatermico (Marchesoni, 1957)

Bibliografia

- Allegrezza M., Ballelli S., Mentoni M., Olivieri M., Ottaviani C., Pesaresi S., Tesei G., 2013. Biodiversity in the Sibillini Mountain range (Sibillini National Park, central Apennines): the example of Piè Vettore. *Plant Sociology*, Vol. 50 (1): 157-89.
- Allegrezza M., Ballelli S., Ottaviani C. & Tesei G., 2014. R. Br. Notulae alla Checklist della flora vascolare italiana. *Notula (2079) *Goodyera repens* (L.)*. *Informatore Botanico* 46 (2): 270-271.
- Amorini E., Fabbio G., 1992. La gestione dei rimboschimenti con pino nero. *Monti e Boschi*, 4: 27-29.
- Arrigoni V. & Viegi L., 2011. La flora vascolare esotica spontaneizzata della Toscana. Regione Toscana.
- Ashton, P. M. S., Gamage S., Gunatillek I. A. U. N. & Gunatillek C. V. S., 1997. Restoration of a Sri Lanka rainforest: using Caribbean pine *Pinus caribaea* as a nurse for establishing late successional tree species. *Journal of Applied Ecology* 34: 915-925.
- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E., & Pietracaprina A., 1996a. L'analisi floristico-vegetazionale e dinamico-strutturale nel recupero dei Rimboschimenti. *Giorn. Bot. Ital.* 130 (1): 427.
- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E. & Pietracaprina A., 1996b. Indagini geobotaniche per il recupero del rimboschimento del Monte Conero (Italia centrale). *Doc. Phytosoc.* XVI: 387-425.
- Biondi E. & Ballelli S., 1973. Osservazioni su due rimboschimenti a *Pinus nigra* subsp. *nigra* nella zona di Fabriano (Marche). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.*, Forlì, ser. 4, XVIII (III-IV): 163-171.
- Biondi E., Blasi C., Allegrezza M., Anzellotti I., Az-zella M.M., Carli E., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Galdenzi D., Gasparri R., Lasen C., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Taffetani F., Vagge I., Zitti S. & Zivkovic L., 2014a. Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome. *Plant Biosystem* 148: 728-814.
- Cantiani P., Iorio G. & Pelleri F., 2005. Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia). *Forest@ 2* (2): 207-216.
- Cantiani P. & Piovosi M., 2008. La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione. *Ann. CRA - Centro Ric. Selv.* (35): 35 - 42.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005. An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. Palombi e Partner S.r.l., Roma: 13-420.
- Critchfield, William B., and Elbert L. Little, Jr. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U.S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication 991. Washington, DC. 97 p.
- Cristaudo A., Bevilacqua G. & Maugeri G., 2009. Studio della vegetazione in popolamenti boschivi artificiali della Sicilia. *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura*. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. *Accad. Ital. Sci. Forest.*: 169-176. Firenze.
- Enescu C.M., de Rigo D., Caudullo G., Mauri A., Houston Durrant T., 2016. *Pinus nigra* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A., (Eds), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publication Office of European Union, Luxembourg.
- Gellini R. & Grossoni P., 1997. *Botanica forestale I Gimnosperme*, Cedam.
- Gernandt, D.S., Magallón S., López G.G., Flores O.Z., Willyard A., Liston A., 2008. Use of simultaneous analyses to guide fossil-based calibrations of pinaceae phylogeny. *Int. J. Plant Sci.* 169, 1086-1099.
- Gómez-Aparicio L., Zavala M., Francisco J. Bonet & Zamora R., 2009. Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications* 19: 2124-2141.
- Gugliotta O.I., Mercurio R. & Albanesi E., 2006. Dynamics of natural regeneration in *Pinus laricio* stands from southern Apennines (Italy). *Forest@ 3*: 380-386.
- Heitz R. & Rehfuß KE., 1999. Reconversion of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands into mixed forests: effects on soil properties and nutrient fluxes. *Management of mixed-species forest: silviculture and economics* (Olsthoorn AFM et al. eds). IBN-DLO, Wageningen: 46- 57.

- Hobbs J. R., Arico S., Aronson J., Baron S. J., Bridgewater P., Cramer V.A, Epstein P. R., Ewel J.J., Klink C. A., Lugo A. E., Norton D., Ojima D., Richardson D. M., Sanderson E. W., Valladares F., Vilà M., Zamora R. & Zobel M., 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.)15: 1–7.
- Kenk G, Guehne S., 2001. Management of transformation in central Europe. *Forest Ecology and Management* 151: 107-119.
- Isajev, V., Fady B., Semerci H., Andonovski V., 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Malcom D.C., Mason W.L. & Clarke G.C., 2001. The transformation of conifer forests in Britain – regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management* 151: 7-23.
- Marchesoni V., 1957. Storia climatico forestale dell'Appennino Umbro- Marchigiano.
- Mercurio R., Mallamaci C., Muscolo A. & Sidari M., 2009. Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero. *Forest@* 6: 312-319.
- Mosandl R., Küssner R., 1999. Conversion of pure pine and spruce forests into mixed forests in eastern Germany: some aspects of silvicultural strategy. In: "Management of mixed-species forest: silviculture and economics" (Olsthoorn AFM et al. eds). IBN-DLO, Wageningen, pp. 208-218.
- Muscolo, A., Mallamaci, C., Sidari, M., & Mercurio, R., 2011. Effects of gap size and soil chemical properties on the natural regeneration in black pine (*Pinus nigra*, Arn.) stands. *Tree Forest Science Biotechnology*, 5, 65-71.
- Naydenov K.D., Tremblay F.M., Fenton N.J., Alexandrov A., 2006. Structure of *Pinus nigra* Arn. populations in Bulgaria revealed by chloroplast microsatellites and terpenes analysis: Provenance tests. *Biochem. Syst. Ecol*, 34, 562–574.
- Nocentini S., 1999. La gestione dei rimboschimenti tra selvicoltura e arboricoltura da legno. Nuove frontiere nella gestione forestale" (a cura di O. Ciancio). Accademia italiana di scienze forestali, Firenze: p. 117-129.
- Piermattei A., Renzaglia F., Urbinati C., 2012. Recent expansion of *Pinus nigra* Arn. Above the timberline in the central Apennines, Italy. *Annals of Forest Science* 69: 509-517.
- Piermattei A., Garbarino M., Urbinati C., 2014. Structural attributes, tree-ring growth and climate sensitivity of *Pinus nigra* Arn. At high altitude: common patterns of a possible treeline shift in the central Apennines (Italy). *Dendrochronologia* 32: 210-219.
- Pignatti S., 1982. Flora d'Italia" Edagricole 1982.
- Roiron P., Chabal L., Figueiral I., Terral J.-F., Ali A. A., 2013. Review of Palaeobotany and Palynology 194, 1.
- Thanasis G., Zagas T., Tsitsoni T., Ganatsas P. & Papapetrou P., 2007. Stand development and structural analysis of planted *Pinus nigra* stands in northern Greece.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A., 1993. *Flora Europaea*. Vol. 1, 2nd ed., Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. 1964- 1980. *Flora Europaea*. Voll. 1-5. 1st ed., Cambridge University Press.
- Vallauri D., Aronson J. & Barbero M., 2002. An analysis of Forest Restoration 120 years after Reforestation on Badlands in the southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10: 16-26.
- Zerbe S., 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *Forest Ecology and Management* 167: 27-42.

2. OBIETTIVI GENERALI

Scopo della presente ricerca era lo studio floristico-vegetazionale, sinecologico, sindinamico, biogeografico e sintassonomico delle comunità vegetali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti lungo l'Appennino centrale di origine antropica (rimboschimenti più vecchi di epoca d'impianto precedente al 1950) e di quelle naturali dove *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica si inserisce e che rappresentano l'aspetto di rinaturalizzazione di questa specie a partire dai centri di disseminazione costituiti dai rimboschimenti. Per i rimboschimenti inoltre lo scopo era di i) valutare le dinamiche in atto e il loro stato di rinaturalizzazione; ii) indagare gli eventuali effetti sulla diversità specifica, legati alla prolungata presenza del pino e quindi la loro eventuale autonomia floristico-vegetazionale rispetto ai boschi naturali limitrofi che si sviluppano nelle stesse condizioni ecologiche.

3. AREA DI STUDIO

I territori indagati con la presente ricerca (Fig. 4) sono ubicati lungo la porzione centrale della dorsale appenninica e pre-appenninica dal Mt. Carpegna (PU) a nord a Villetta Barrea (AQ) a sud a quote comprese tra circa 600 m s.l.m. e 1700 m s.l.m. Si collocano all'interno di 4 Parchi Nazionali (Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, Parco Nazionale della Majella, Parco Nazionale di Abruzzo, Lazio e Molise) e 3 Parchi Naturali Regionali (Parco Naturale Regionale del Sasso Simone e Simoncello, Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi, Parco Naturale Regionale Sirente-Velino).

La classificazione bioclimatica sensu Rivas-Martinez et al. (2011) indica un macroclima temperato, un bioclina oceanico e un termotipo che va dal mesotemperato superiore a quello orotemperato. Dal punto di vista geologico tutti i territori indagati ricadono nel dominio calcareo.

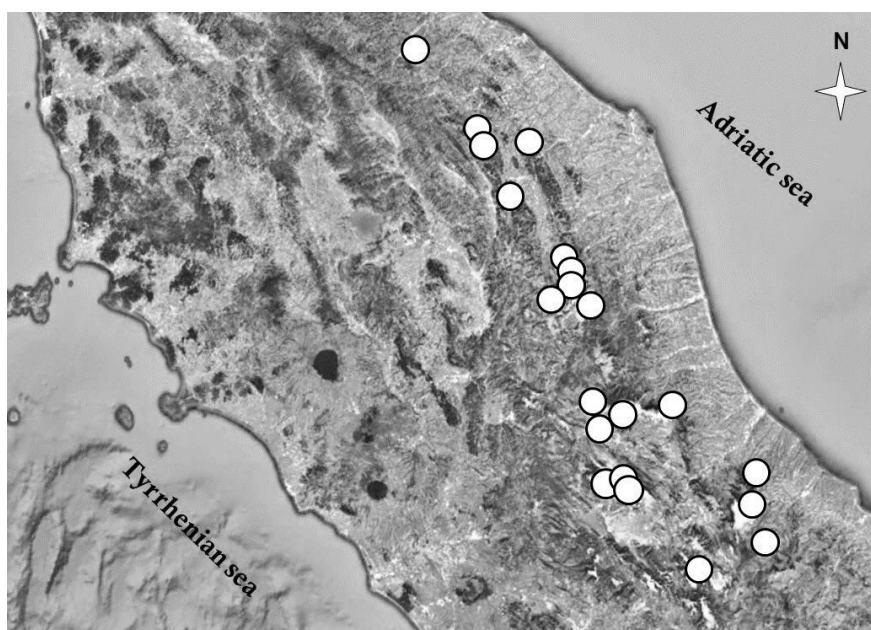


Fig. 4 - Ubicazione delle aree di studio

4. COMPOSIZIONE DELLA TESI

Questa tesi si compone di 3 articoli scientifici: di cui 1 pubblicato su rivista (SCOPUS) e 2 che devono essere sottoposti ad altrettante riviste scientifiche. I titoli dei capitoli corrispondono ai titoli degli articoli, completi dei riferimenti bibliografici. Il capitolo V conclusivo, riassume i principali risultati ottenuti.

Capitolo II

Vegetation dynamics in *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra* 100 years after reforestation: two case studies in the central Apennines

C. Ottaviani¹, G. Tesei¹, S. Ballelli², G. Iorio³, S. Montecchiari¹, M. Allegrezza¹

¹*Department of Agricultural, Food and Environmental Sciences, Marche Polytechnic University, Via Breccia Bianche, I-60131 Ancona, Italy.*

²*School of Biosciences and Veterinary Medicine, University of Camerino, Via Pontoni 5, I-62032 Camerino (MC), Italy.*

³*Valnerina Mountain Community, Via A. Manzoni, 06046 Norcia (PG), Italy.*

Abstract

We present here an integrated structural and floristic-vegetational study performed in two representative *Pinus nigra* subsp. *nigra* reforestation areas located within Natura 2000 protected areas in the central Apennines, as a mesotemperate thermotype. The aim was to determine the restoration state a century from the reforestation, in terms of a vegetation dynamics study. A diachronic analysis was also performed using data from the literature from a previous phytosociological study in 1973 in the same areas, and considering the adjacent native woods as the control. Although these two reforestation areas had similar ecology and vegetation, this comparison revealed modest structural and flora differences that are mainly related to geographical and topographical factors. This diachronic analysis highlights the structural and flora changes in the reforestation areas considered, and thus the structural and floristic-vegetation stages of the succession that was represented by the plant communities towards *Ostrya carpinifolia* forests (association, *Scutellario-Ostryetum carpinifoliae*) in 1973 and 2012. The minor coverage of conifers that was recorded for the two investigated sites corresponds to an increase in the nemoral species of the class *Quercio-Fagetea* and to a widespread decline in ecotone and grassland species. Although the same trend is seen for the structural and floristic-vegetation dynamics, the differences that emerged from the comparison between these two reforestation areas are confirmed by the diachronic analysis. The status of the restoration is a function of the native woods, and thus is a function of the reference site. In this sense, we can consider that for the two sites the restoration status was similar, but not the same, because only within each site can the coenoses in 1973 and 2012 be considered as the developmental stages of the same dynamic process. However, if we consider the situation before reforestation, as derived from the historical documents, it can be seen that the natural vegetation dynamics was favoured, or at least accelerated, in the topographic positions that guaranteed greater edaphic humidity conditions. On the basis of the data obtained, we can say that 100 years after reforestation these two areas produced ecological conditions that guaranteed ingression of the nemoral species that were present in the surrounding woods, with their more than adequate regeneration. As well as representing an essential knowledge base for planning of future silvicultural actions, the knowledge acquired can provide useful indications of auto-ecological features of the species involved in dynamic restoration processes.

Key words: central Apennines, diachronic analysis, dynamism, *Pinus nigra* subsp. *nigra*, restoration ecology, secular reforestation, vegetation.

1. Introduction

Since the beginning of the last century, widespread reforestation has been carried out throughout Italy using conifers, which were often planted outside their distribution area. Among these, in the Apennines, *Pinus nigra* subsp. *nigra* stands out; this species is generally preferred both for the ease of its nursery propagation and its distinctly pioneering features (Cantiani *et al.*, 2005). The aims of this reforestation were essentially the protection and geological restoration of areas that had been

subjected to intense erosion and that were degraded because of previous over-exploitation associated with deforestation that was carried out to create areas for agricultural and production activities (e.g., pasture, crops, timber harvesting). More than 100 years have now passed since the start of this reforestation, and in most cases the reforestation was not followed by adequate agricultural management. Thus, although the reforestation has fulfilled its purpose, in terms of reduced erosion processes, today these reforestation areas have problems of efficiency and stability, to varying degrees. In general, the management objective identified for these coenoses is seen as their restoration, with their natural evolution through the entrance of native species. This represents the process required to guide the system towards the structural and vegetational organization necessary for their support and maintenance with time. In the literature, there have been numerous studies into conifer reforestation and restoration throughout Italy and in the Apennines. Today, more so than ever before, we are witnessing a cultural evolution that tends to a more ecological view that is more focused on biodiversity conservation and protection of these populations, especially for those that are within protected areas such as Natural Parks and areas of the Natura 2000 Network, where the primary objective is indeed biodiversity conservation. However, these studies have mostly been silvicultural and dendrometric- structural searches (e.g., Amorini & Fabbio, 1992; Nocentini, 1995, 1999; Mercurio *et al.*, 2009; Cantiani *et al.*, 2005; Gugliotta *et al.*, 2006; Nocentini & Puletti, 2009; Barbati *et al.*, 2008), and there have been few studies at both the national and European levels that have been based on more distinctly ecological and/or vegetational and phytosociological approaches (Biondi & Ballelli, 1973; Biondi, 1996; Baiocco *et al.*, 1996a, 1996b; Vallauri *et al.*, 2002; Cristaudo *et al.*, 2009, Zerbe, 2002; Gomez-Aparicio *et al.*, 2009; Allegrezza *et al.*, 2013)

In the present study, we present the results of an integrated structural and floristic-vegetational study of two representative *Pinus nigra* subsp. *nigra* secular reforestation areas in the central Apennines. These fall into the Mesotemperate thermotype, and are located in two Natura 2000 areas: the reforestation of Mt. Predicatore, and of Mt. Tegolaro. These areas were also investigated from a phytosociological point of view in the 1970s (Biondi & Ballelli, 1973). The aims of the present study are: (i) to analyse the structure, vegetation cover, and restoration state of the two reforestation areas 100 years after their planting, through an integrated structural and floristic-vegetation study; (ii) to identify any differences in their restoration states in relation to their environmental and management features; (iii) to define the vegetation succession stages in these two reforestation areas through a diachronic analysis, based on the data in the literature from a previous phytosociological study in 1973 in the same areas, and considering the adjacent native forestation as the control.

2. Study area

The two areas analysed are located in the central Apennines (Fig. 1). In particular, the reforestation of Mt. Predicatore was along the Marche Apennines in the "Gola della Rossa and Frasassi" Regional Park, while that of Mt. Tegolaro was along the Umbria-Marche Apennines near the Site of Community Importance (SCI) IT5330009 "Monte Gioco del Pallone e Monte Cafaggio" and the Special Protection Zone (Zone di Protezione Speciale; ZPS) IT5330026 "Monte Gioco del Pallone". From the geological-geomorphological point of view, both Mt. Predicatore and Mt. Tegolaro belong to the lithotype of the "Scaglia Rosata" Formation of the Cretaceous (AA.vv., 1991). The bioclimatic classification sensu Rivas-Martínez *et al.* (2011) indicates that both areas are considered as Temperate macrobioclimate and oceanic bioclimate, with the bioclimatic belt for Mt. Predicatore as upper Mesotemperate upper humid, and for Mt. Tegolaro as lower Supratemperate to the limits of upper Mesotemperate and upper humid (Pesaresi *et al.*, 2014).

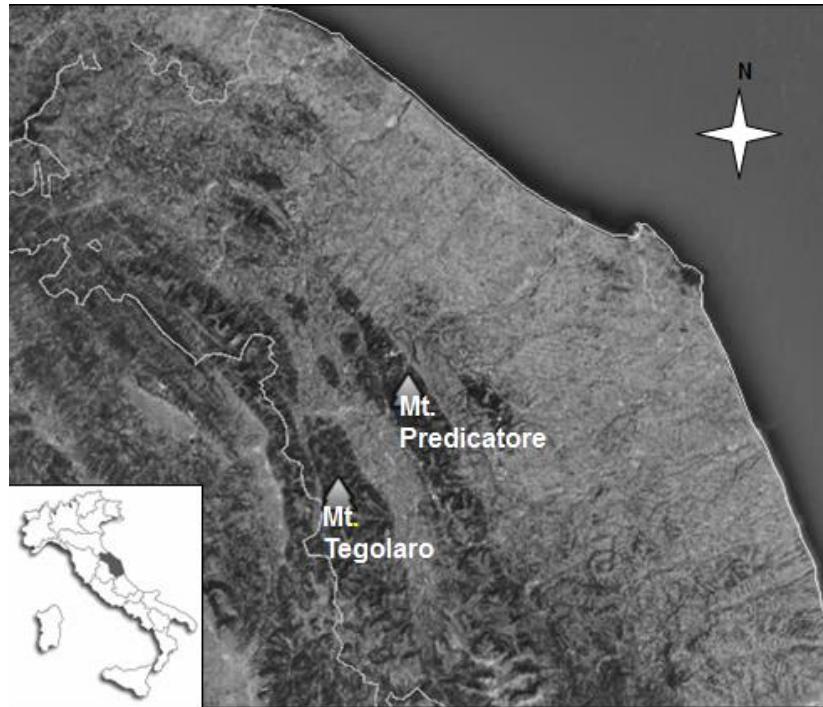


Figure 1. Study area location.

The reforestation in both of these areas dates back to 1914-1915, with a tree spacing of 1.5×1.5 m. According to the available documents, no subsequent silvicultural actions of particular note were recorded. Thus in both cases, these were coenoses left to evolve freely. The Mt. Predicatore reforestation was mainly along the western slopes, and extended over 51 ha, from a minimum of 358 m a.s.l. to a maximum of 736 m a.s.l., which corresponded to the summit of the ridge. At the time of reforestation, the character of these slopes were defined as: “a herbaceous vegetation cover with oak, hornbeam and flowering ash shrubs” (Mannozi-Torini, 1962). The Mt. Tegolaro reforestation covered 49 ha on the north-western slopes, from a minimum of 550 m a.s.l. to a maximum of 1100 m a.s.l.. The soil at the time of reforestation was extremely degraded and was completely devoid of trees (Mannozi-Torini, 1962).

The present natural forest vegetation of the adjacent areas to these two reforestation areas (www.ambiente.marche.it) is of mixed autochthonous woods dominated by *Ostrya carpinifolia* with *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, and others from the association *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae* Pedrotti, Ballelli & Biondi ex Pedrotti *et al.* 1980.

This forest coenosis represents the most mature vegetation of the Mesotemperate thermotype, and it is widespread in the central Apennines up to about 1000 m a.s.l. and it corresponds, in these areas, to the “current potential vegetation”, in accordance with modern concepts of Synphytosociology (Biondi, 2011).

3. Materials and Methods

The structural and floristic-vegetational relevés in these two reforestation areas were carried out in the same areas mentioned in Biondi & Ballelli (1973). From the locational data they reported, these were from 650 m to 725 m a.s.l. for Mt. Predicatore, and from 710 m to 755 m a.s.l. for Mt. Tegolaro, and considered homogeneous areas of 400 m². For each area, a structural analysis was performed according to classical dendrometric-structural methodologies, with the floristic-vegetation analysis carried out following the phytosociological method of the Zurich-Montpellier

Sigmatist school (Br-Bl., 1928), as successively integrated (Tüxen 1978; Géhu & Rivas-Martínez, 1981; Miyawaki, 1986; Géhu, 1991, 2006; Theurillat, 1992; Biondi et al., 2004; Rivas-Martínez, 2005; Allegranza et al., 2008; Biondi, 2011; Blasi & Frondoni, 2011; Pott, 2011). Here, 38 phytosociological relevés were considered: n. 13 in the present study carried out in 2012; n. 17 from the previous study of Biondi & Ballelli (1973); and n. 8 published (Ballelli *et al.* 1982; Allegranza, 2003) and unpublished relevés from the adjacent woods outside the reforestation areas and/or with the same locational features. The species were ordered according to their morphologies, considering five structural classes: a, treedominated layer; a1, tree-dominated layer as >7 m in height; b, high shrubs layer as 5-7 m in height; b1, low shrubs layer as <3 m in height; c, herbaceous layer, which also included the seedlings of tree species. They were also grouped into syntaxonomic categories according to the phytosociological literature. In particular, these included introduced conifers, nemoral species, ecotonal forest-edge species, and grassland species. The nemoral species were considered as all of those species that according to the phytosociological literature were characterised by the forest classes *Querco-Fagetea* and *Quercetea ilicis*, with the shrubs and herbaceous species of the forest edges included in the classes *Rhamno-Prunetea* and *Trifolio-Geranietea*, respectively. Finally, the grassland species were classified in the ‘others’ group, along with other species that did not belong specifically to any of the above groups. For each syntaxonomic category, the percentage of coverage was calculated by summing the individual values for each relevé (as the weighted coverage) and then they were transformed into percentages. For the diachronic analysis, the comparison was based on the weighted means of each group of relevés. The taxonomic nomenclature follows the “Checklist of the Italian Vascular Flora” (Conti et al., 2005, 2007) and the “Flora d’Italia” (Pignatti, 1982). For species from relevés published in the 1970s and 1980s, it was necessary to update the nomenclature for the timely verification of the taxa indicated. The floristic-vegetational relevés were then subjected to multivariate analysis using the R software (R Core Team, 2012), and in particular the ‘vegan’ (Oksanen et al., 2012) and ‘vegclust’ (De Cáceres *et al.*, 2010) packages. Using the vegclust package, it was possible to analyse the data through a method that is based not only on the specific composition, but also on the structure, with the calculation of the Cumulative Abundance Profile (CAP) (De Cáceres *et al.*, 2013).

4. Results

4.1 Mt. Predicatore pine reforestation

Structural analysis

The Mt. Predicatore pinewoods reforestation showed a dominant tree layer that consisted essentially of *Pinus nigra* subsp. *nigra*, occasionally with the sporadic presence of other introduced conifers, such as *Picea abies* and *Abies cephalonica*. The trees were the same age, with a mean height of about 20 m. The plant community structure was primarily determined by the depth and integrity of the black pine canopy, which influenced their coverage too. It was possible to detect the four main structures, as summarised in Figure 2. For the first (Fig. 2A; Table 1, rels. 1, 2), the pine coverage was about 40%, the crowns were not deep (in the upper quarter), with broken treetops for 30% of the plants. The dominated layer was structured and well represented in the different strata (arboreal, high and low shrubs). For the second structure (Fig. 2B; Table 1, rels. 3, 4) the pine coverage was about 50% to 60%, the crowns were mostly not very deep (in the upper quarter), with broken treetops in 30% to 50% of the plants. This structure was two layered with the dominated tree layer poorly represented. For the third structure (Fig. 2C; Table 1, rels. 5, 6) the pine coverage reached 70% to 80%, the crowns were about 5 m to 7m deep, with broken treetops in 30% of the plants. The tree-dominated and high-shrub layers were absent, with a sporadic low-shrub layer that did not exceed 2 m to 3 m in height, and with a well-represented herbaceous layer. Finally, the fourth structure (Fig. 2D; Table 1, rel. 7)

was characterised by a pine coverage of 80%, deep crowns, and damaged treetops in 10% of the plants. The high and low shrub layers were poorly represented, with a well-represented herbaceous layer.

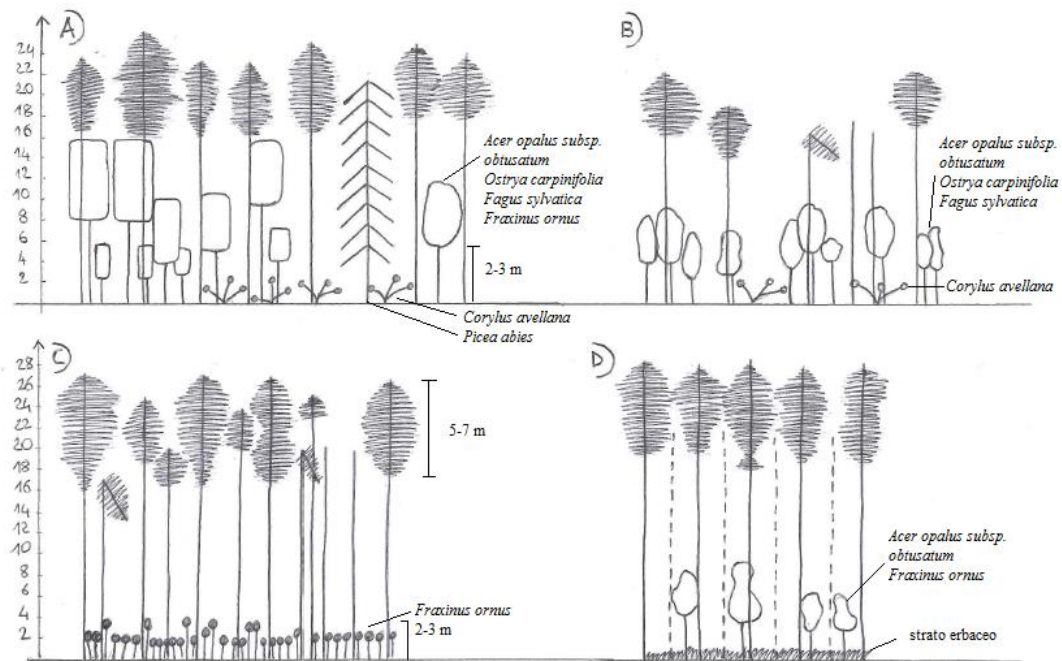


Fig. 2 - Scheme of the main structure for the Mt. Predicatore reforestation.

Examination of the phytosociological Table (Table 1, rels. 1-7) revealed that the number of species per relevé varied from 18 to 33. As expected, the relevés that were richest in species were those carried out for the low and medium *Pinus nigra* subsp. *nigra* coverage conditions that did not exceed 50% to 60% (Table 1, rels. 1-4), while the poorest relevés were those for the closed reforestation, with close to 80% coverage (Table 1, rels. 5-7). This was also reflected in the weight of the considered syntaxonomic categories. In particular, under medium and low pine coverage conditions (Table 1, rels. 1, 2, corresponding to structures A and B in Fig. 2), there was an increase in the tree and shrub coverage of the class *Quercio-Fagetea*, represented by: *Ostrya carpinifolia*, *Quercus cerris*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, and others, which were very active in the restoration processes of these areas. Indeed, occasionally these species showed high coverage in the tree-dominated layer and/or in the high and low shrub layers, and they also showed good regeneration in the herbaceous layer. Under these conditions, the contribution of the nemoral species was also important, with *Viola alba* subsp. *dehnhardtii*, *Ruscus aculeatus*, *Galium odoratum*, *Cephalanthera damasonium*, *Sanicula europea*, *Melica uniflora*, and others, while the forest-edge species and the grassland species were poorly represented. The forest species of the class *Quercio-Fagetea* were joined sporadically with those of the class *Quercetea ilicis*, with *Quercus ilex* subsp. *ilex* and *Asparagus acutifolius*, the presence of which highlight the sub-Mediterranean character of the area. Where the pine coverage exceeded 70%, and where *Pinus nigra* subsp. *nigra* was also in the dominated layer, there was the most pioneer feature of these coenoses (Table 1, rels. 5-7): trees and shrubs of the class *Quercio-Fagetea*, present almost exclusively in the low shrub layer and mainly represented by *Fraxinus ornus* subsp. *ornus* and a few nemoral herbaceous species. On the other hand, forestedge shrub species and grassland species (included in the 'other species' category) were more frequent, and included *Brachypodium rupestre*, which is currently considered as a differential heliophilous edge species (Allegrezza et al., 2015).

4.2 Mount Tegolaro pine reforestation

Structural analysis

The Mt. Tegolaro reforestation structural aspect (Fig. 3, Table 1, rels. 20-25) showed a dominant tree layer that consisted exclusively of *Pinus nigra* subsp. *nigra*. These plants were the same age, and were 18 m to 20m high, with coverage that never exceeded 70%. Some *Pinus nigra* exemplars had broken treetops and broken lower branches, with shallow crowns that were in the last quarter. Although the black pine coverage varied from a minimum of 40% to a maximum of 70%, it allowed an almost undifferentiated vegetation development in the tree-dominated and high and low shrubs layers, in all of the investigated areas (Fig. 3).

Floristic-vegetational analysis

As the phytosociological Table shows (Table 1, rels. 20-25), in all of the relevés, the native forest vegetation coverage exceeded that of the introduced conifers. The restoration process was advanced in all of these studied areas which were relatively homogeneous, at both the structural and floristic vegetational levels. Among the spontaneous vegetation, widespread diffusion was seen for species of the class *Querco-Fagetea*, which included *Ostrya carpinifolia*, the species that reached the highest coverage in all the relevés carried out. This was accompanied by: *Quercus cerris*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Quercus pubescens* subsp. *pubescens*, *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, *Sorbus aria*, *Lonicera xylosteum*, *Cornus mas*, and others, which were present in all of the structural classes considered, and the vegetation showed good regeneration in the herbaceous layer.

The contributions of the herbaceous nemoral species of the class *Querco-Fagetea* were also important, some of which are linked to the more mesophilous *Ostrya carpinifolia* forests, such as: *Sanicula europaea*, *Luzula sylvatica* subsp. *sylvatica*, *Festuca heterophylla*, *Epipactis helleborine* subsp. *helleborine*, *Melica uniflora*, and others. It can also be underlined that the nemoral herbaceous species represent the most consistent syntaxonomic category for the sites investigated, both in terms of the species numbers and the coverage. The forest-edge species of the class *Rhamno-Prunetea* with *Lonicera etrusca*, *Crataegus monogyna*, *Prunus mahaleb*, *Rosa canina*, *Rubus ulmifolius*, and others, and the species of the class *Trifolio-Geranietea*, which was mainly represented by *Digitalis lutea* subsp. *australis* and *Helleborus bocconeii* subsp. *bocconeii*, were less frequent. Finally, among the typical grassland species, there was mainly *Brachypodium rupestre*, a species of the heliophilous edges that was present in all of the relevés, sometimes with 30% coverage.

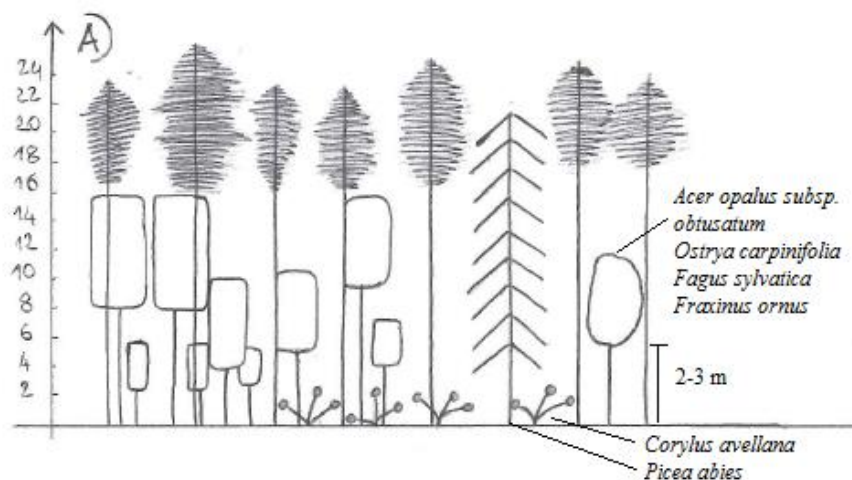


Fig. 3 - Scheme of the main structure for the Mt. Tegolaro reforestation.

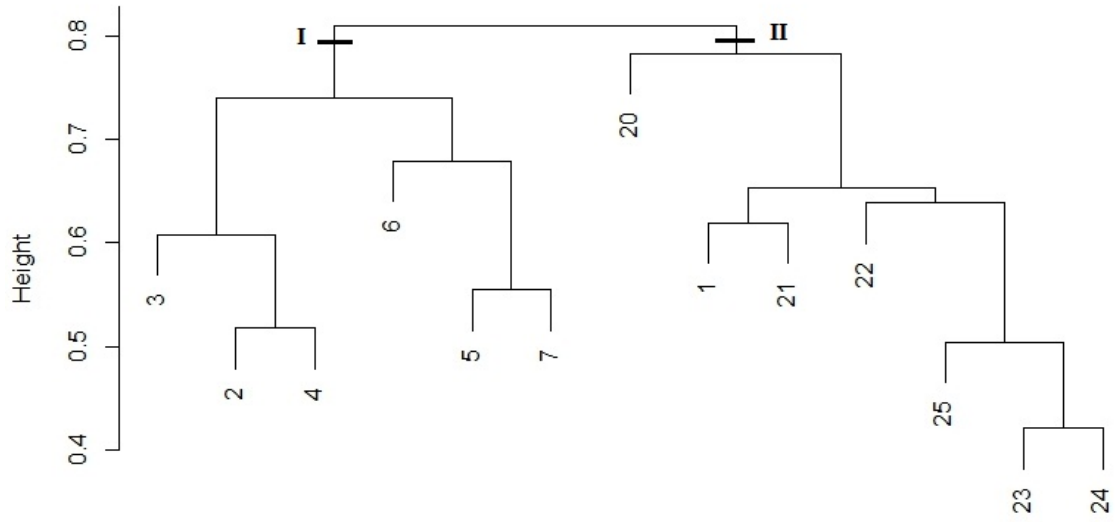


Fig. 4 - Dendrogram of the relevés in the two study areas (Cluster I, Mt. Predatore; Cluster II, Mt. Tegolaro).

Tab. 1 - Predicatore's *Pinus nigra* reforestation (rel 1-7) and Tegolaro's *Pinus nigra* reforestation (rel. 20-25)
(Legend layer: a) dominant tree; a1) tree dominated; b1) high shrub; b) low shrub; c) herbaceous)

N. rels.		1	2	3	4	5	6	7	20	21	22	23	24	25			
Altitude (m s.l.m.)		680	725	660	700	700	650	655	700	775	745	735	720	710			
Aspect		ONCOSO	O	O	O	O	O	O	ONCONCONCONCONCONCONO								
Biological form	Slope (°)	15	15	25	30	35	40	35	20	28	20	20	25	30			
	Surface (m2)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400		
Coverage %		95	95	85	85	75	85	85	90	67	92	90	85	80			
n. species x rel.		32	27	33	25	24	18	25	39	28	36	38	32	38	Pres.		
Conifers introduced																	
P scap	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. nigra	a	2.3	1.2	2.2	2.3	3.3	4.4	4.4	2.2	2.3	3.3	3.4	3.3	2.3	13	
		b1	.	.	.	.	+	+	+2	.	.	.	.	.	.	3
		c	+	+	2
P scap	<i>Abies alba</i> Mill.	b1	.	.	+2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
P scap	<i>Abies cephalonica</i> Loud.	a	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		b1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	4
		c	+	+	2
P scap	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	a	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Quercus-Fagetea</i> class (trees and shrubs species)																	
P scap	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	a1	3.3	3.3	1.2	.	.	.	.	1.2	2.2	3.4	3.4	2.3	2.3	9
		b	1.2	+2	+2	3.4	.	.	.	1.2	+2	1.2	+2	.	1.2	9	
		b1	.	.	.	+2	.	+	.	.	.	+2	1.2	.	.	.	4
P scap	<i>Fraxinus ornus</i> L. subsp. ornus	a1	.	1.2	.	1.2	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	4
		b	.	+2	2.2	1.2	.	+2	+2	2.3	.	2.3	1.2	.	.	8	
		b1	+2	.	3.3	+2	1.1	1.1	2.2	2.3	+2	2.3	1.2	1.1	1.2	12	
P scap	<i>Quercus cerris</i> L.	c	+	.	+	.	+	.	+	1.1	+	1.1	.	1.1	.	8	
		a1	1.2	1.2	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
		b	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
P scap	<i>Acer opalus</i> Mill. subsp. obtusatum (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams	b1	.	+2	1.2	1.2	+	+2	+	+2	+	+2	+2	.	.	10	
		c	1.1	.	+	.	+	.	+	1.1	.	.	.	.	.	5
		a1	.	1.2	1.2	1.2	4
P scap	<i>Quercus pubescens</i> s.l.	b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		b1	+2	+2	+2	+2	+	.	.	+2	+	+2	.	+	+	10	
		c	1.1	.	+	+	3
P scap	<i>Acer campestre</i> L.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	1
		b	.	.	1.2	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	2
		b1	.	.	1.2	+2	.	.	.	+	+2	4
P scap	<i>Acer campestre</i> L.	c	.	.	+	+	.	+	.	.	+	+	.	1.1	+	7	
		b	.	.	.	.	.	.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	2
		b1	+	+2	.	.	+	+	+	+	+	+2	8
P caesp	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	c	.	.	+2	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	3
		b1	+2	1.1	1.1	1.2	.	+2	.	.	1.2	2.3	+2	+	1.1	10	
		a	+2	1.2	2.2	+2	4
P caesp	<i>Cornus mas</i> L.	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.2	.	1
		c	1.2	1.1	1.1	+2	.	+	1.1	.	1.2	+	+	2.2	1.2	11	
		b	+2	1
P caesp	<i>Corylus avellana</i> L.	b1	.	.	.	+	.	+	.	+2	+2	+2	+	+	+	8	
		c	+	1
		b	2.3	1
NP	<i>Daphne laureola</i> L.	b1	1.2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	5
		c	+	1
		c	+	+	+	+2	.	+2	+	+	+	+2	+	+	+	+	12
P caesp	<i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. monspessulanum	b1	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	+	4
P scap	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	.	2
		c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	3
		b1	1
P caesp	<i>Carpinus orientalis</i> Mill. subsp. orientalis	b1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
P scap	<i>Castanea sativa</i> Mill.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	1
P caesp	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill.	b1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2
P scap	<i>Fagus sylvatica</i> L. subsp. sylvatica	b	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		b1	.	+2	+2	+	+2	4
		a1	+2	.	.	.	1
P scap	<i>Populus nigra</i> L.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1
P scap	<i>Pyrus pyraaster</i> Burgsd.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+	.	.	2
P scap	<i>Prunus avium</i> L. subsp. avium	b	+2	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	2
		b1	5
		b	2
P caesp	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz subsp. aria	b1	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+	+2	+	+	1.2	6
		b	.	+	+2	2
		b1	1
P scap	<i>Sorbus domestica</i> L.	b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	1

		b1	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		c	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1
P caesp	Sorbus torminalis (L.) Crantz	b1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
		c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
	<i>Quercus-Fagetea</i> class (herbaceous species)															
H ros	Viola alba Besser subsp. dehnhardtii (Ten.) W. Becker	c	1.1	1.1	+2	1.1	+	+	+	1.2	+	1.2	1.1	+2	+2	13
H scap	Sanicula europaea L.	c	1.1	+	.	.	.	.	+	+3	+2	2.3	2.3	+2	+2	9
G rhiz	Cephalanthera damasonium (Mill.) Druce	c	+	+	.	.	.	.	+	1.1	.	.	+	+	+	7
G rhiz	Galium odoratum (L.) Scop.	c	+3	+	+	+	.	.	.	.	.	+	+3	+	.	7
G rhiz	Hepatica nobilis Schreb.	c	+2	.	.	.	.	.	.	+	+2	+2	+2	.	.	5
H caesp	Melica uniflora Retz.	c	1.1	+2	.	+	.	.	.	.	.	+2	+2	.	.	5
H caesp	Luzula forsteri (Sm.) DC.	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	1.1	+2	4
G rhiz	Ruscus aculeatus L.	c	+	.	+	.	.	.	+2	.	.	.	.	+	.	4
H caesp	Festuca heterophylla Lam.	c	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	3
H scap	Lactuca muralis (L.) Gaertn.	c	+3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	3
H caesp	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin subsp. sylvatica	c	.	.	.	.	.	.	.	+3	.	.	+2	+2	.	3
H scap	Viola reichenbachiana Jord. ex Boreau	c	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1.1	3
H scap	Buglossoides purpureoaeerulea (L.) I.M. Johnst.	c	.	+	.	.	.	.	.	+3	.	.	.	.	.	2
G rhiz	Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	2
G rhiz	Epipactis helleborine (L.) Crantz subsp. helleborine	c	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	+	.	.	.	2
H scap	Hieracium murorum L. (s.l.)	c	.	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	2
H caesp	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	c	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	1
H caesp	Bromopsis ramosa (Huds.) Holub subsp. ramosa	c	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
H caesp	Carex digitata L.	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	1
G bulb	Cyclamen repandum Sm. subsp. repandum	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
Ch suffr	Euphorbia amygdaloides L. subsp. amygdaloides	c	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
G rhiz	Lathyrus venetus (Mill.) Wohlf.	c	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
G bulb	Lilium bulbiferum L. subsp. croceum (Chaix) Jan	c	.	.	.	.	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	1
G rhiz	Neottia nidus-avis (L.) Rich.	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1
G rad	Tamus communis L.	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1
	<i>Quercetea-ilicis</i> class															
G rhiz	Asparagus acutifolius L.	b1	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	6
P scap	Quercus ilex L. subsp. ilex	b	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
		b1	.	+2	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	3
		c	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	<i>Rhamno-Prunetea</i> class															
NP	Rubus ulmifolius Schott	b1	+	1.1	+2	+2	+	+	1.1	.	1.2	1.1	.	+	+2	11
NP	Rubus hirtus (group)	b1	+	1.1	.	+2	.	+	+1	.	.	.	+2	+	+	8
P lian	Lonicera etrusca Santi	b1	+	+	1.1	.	1.1	.	.	.	1.2	1.1	.	.	+2	7
		c	.	.	.	1.1	1.1	.	1.1	1.1	.	.	.	.	+2	5
P lian	Clematis vitalba L.	b1	.	+	1.1	.	+	+	+2	+2	.	.	+	.	.	7
		c	.	+	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	+2	.	3
P caesp	Crataegus monogyna Jacq.	b1	.	+	+2	.	.	.	.	.	+	.	+2	+	.	5
NP	Rosa canina L. (s.l.)	b1	.	.	.	.	.	.	.	+	+3	.	+	+	+	5
NP	Cotinus coggygria Scop.	b1	.	.	.	+	+	4.4	+	.	.	.	.	.	.	4
P caesp	Prunus mahaleb L.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+	+	3
		c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1
P caesp	Prunus spinosa L. subsp. spinosa	b1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	3
P caesp	Juniperus oxycedrus L. ssp. oxycedrus	b1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	3
P caesp	Juniperus communis L. subsp. communis	b1	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	2
		c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1
	<i>Trifolio-Geranietea</i> class															
H scap	Digitalis lutea L. subsp. australis (Ten.) Arcang.	c	+3	.	.	.	+3	.	+	.	+	.	+	+	+	7
G rhiz	Helleborus bocconeii Ten. subsp. bocconeii	c	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+2	+	+	+	5
H rept	Fragaria vesca L. subsp. vesca	c	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	+2	4
H scap	Clinopodium vulgare L. subsp. vulgare	c	.	.	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
G rhiz	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. aquilinum	c	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2
	Other species															
H caesp	Brachypodium rupestre (Host) Roem. et Schult.	c	+2	+2	1.2	1.2	1.1	+2	2.3	2.2	2.3	1.2	+2	+2	1.2	13
H scap	Dactylis glomerata L. subsp. glomerata	c	.	.	+2	+2	+2	.	.	+	.	.	.	.	+2	5
Ch suff	Teucrium chamaedrys L. subsp. chamaedrys	c	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	4
H caesp	Bromopsis erecta (Huds.) Fourr. subsp. erecta	c	.	.	.	.	+2	.	+2	.	.	.	.	.	.	2
G rhiz	Carex flacca Schreb. subsp. flacca	c	.	.	.	.	+2	.	.	+	.	.	.	.	.	2
H bienn	Inula conyzae (Griess.) Meikle	c	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2
T scap	Trifolium incarnatum L. (s.l.)	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	2
	mosses	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	3
	Sporadics species		1	1	1	1	3	0	0	5	1	2	0	1	4	

4.3 Comparison between the two reforestation areas

The dendrogram shown in Figure 4 was obtained from the relevé classification, and it clearly separates the Mt. Tegolaro relevés from those of Mt. Predicatore, therefore highlighting differences at both the structural and floristic-vegetational levels. From a structural point of view, the Mt. Tegolaro reforestation was better stratified. All of the structural classes were well represented in all of the relevés, and they formed part of a complex vertical stratification, that indicated the natural nature of the plant communities (Fig. 5A). On the other hand, the Mt. Predicatore reforestation showed a more simplified vertical stratification (Fig. 5B), and some areas were totally lacking in structural classes. From the comparison of the floristic-vegetational relevés, as more easily seen in the histogram of Figure 6, the Mt. Tegolaro reforestation was in a more advanced restoration state than that of Mt. Predicatore. This can be seen to the lower conifer coverage that was generally recorded in all of the area, which corresponds to a greater presence also in terms of the coverage of the nemoral species of the class *Quercio-Fagetea*, and in particular of those herbaceous, with a general decline in ecotonal shrub species and grassland species. The analysis of the floristic vegetational Table emphasises the more mesophilous character due to the presence of a contingent of species typically linked to the cooler woods, such as: *Cornus mas*, *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Luzula sylvatica* subsp. *sylvatica*, *L. forsteri*, *Festuca heterophylla* and *Epipactis helleborine* subsp. *helleborine*. On the other hand, the Mt. Predicatore reforestation was differentiated by the presence, although sporadic, of Mediterranean and subMediterranean species of the class *Quercetea ilicis*: *Asparagus acutifolius* and *Quercus ilex*. In an examination of the plant regeneration (Table 2), in both of the reforestation areas hardwood regeneration was seen for all of the relevés, while that of the conifers was extremely sporadic. The regeneration of the native forest species was mainly for saplings of *Quercus pubescens* subsp. *pubescens*, *Q. cerris*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, and *Acer opalus* subsp. *obtusatum*. For Mt. Tegolaro, the presence of *Acer pseudoplatanus* in the regeneration confirms the higher edaphic humidity conditions than for Mt. Predicatore. Although the two reforestation areas indicated the same vegetation potential according to the *Ostrya carpinifolia* forest, the floristic-structural differences, and therefore the state of restoration that can occur was linked to the local differences in locational features. However, these were modest, and included: exposure and altitude (further north and a mean of a further 50 m in altitude for Mt. Tegolaro), and the geographic location of the sites.

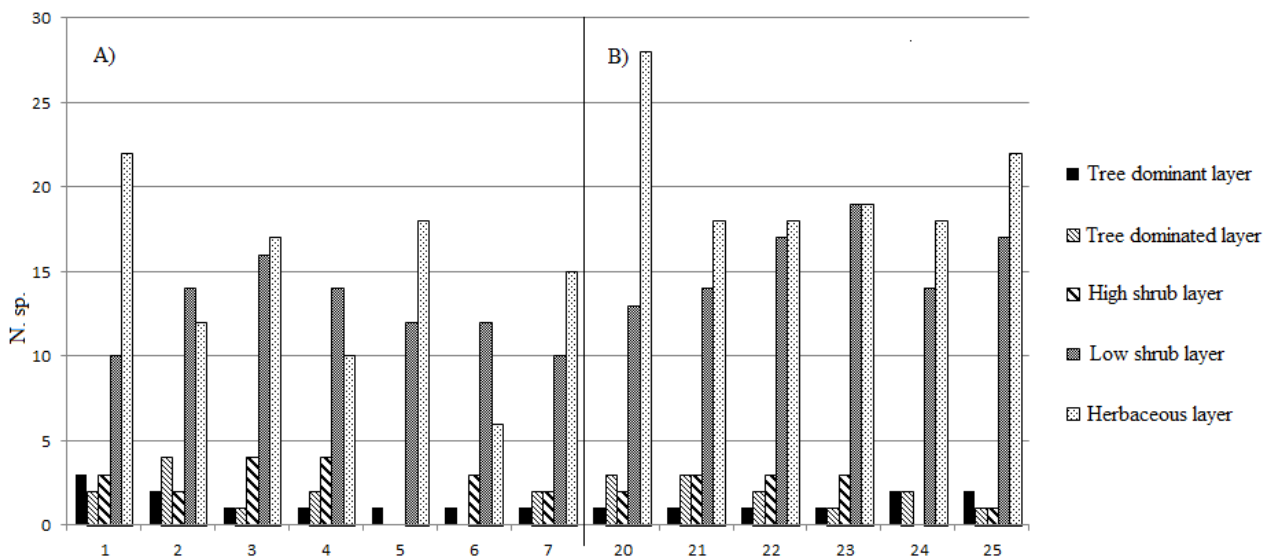


Fig. 5 - Structural classes comparison: (A) Mt. Predicatore; (B) Mt. Tegolaro.

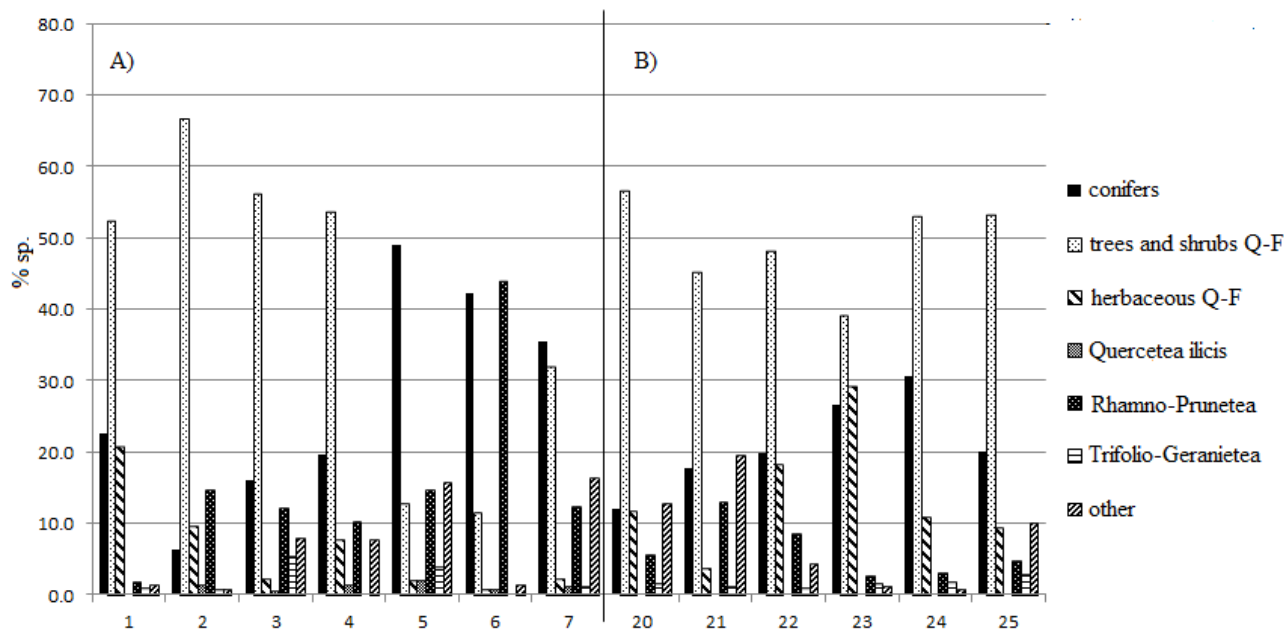


Fig. 6 - Syntaxonomic categories comparison: (A) Mt. Predicatore; (B) Mt. Tegolaro.

Tab. 2 - Conifers and hardwoods sapling regeneration in the two reforestation areas.

N. rel.	MT. PREDICATORE							MT. TEGOLARO					
	1	2	3	4	5	6	7	20	21	22	23	24	25
n. conifers	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Pinus nigra Arnold subsp. nigra													
Abies cephalonica Loud.													
n. species of <i>Quercus-Fagetea</i> class	4	1	4	1	2	1	3	5	3	2	2	2	3
Quercus pubescens Willd. subsp. pubescens													
Quercus cerris L.													
Fraxinus ornus L. subsp. ornus													
Acer opalus Mill. subsp. obtusatum (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams													
Corylus avellana L.													
Acer campestre L.													
Sorbus domestica L.													
Cornus mas L.													
Sorbus torminalis (L.) Crantz													
Acer pseudoplatanus L.													

4.4 Diachronic analysis

The dendrogram obtained identified three main clusters (Fig. 7) that brought together the relevés published in 1973 (cluster I), those of the present study in 2012 (cluster II), and finally, those from the native woodlands of the association *Scutellario-Ostryetum carpinifoliae*, which were adjacent to the two reforestation areas, and which will experience the same site conditions (cluster III).

Only a group of relevés from the reforestation of Mt. Predicatore revealed in 2012 (Table 1, rels. 5-7) can be linked to the cluster of 1973 (Cluster I), and these correspond to the conditions where the

Pinus nigra subsp. *nigra* coverage was higher. Non-metric multidimensional scaling (NMDS; Fig. 8) confirms the separation of the three groups. In particular the ordering highlights two floristic gradients: the first (axis NMDS1) primarily relates to time, and then to the vegetation dynamism; the second (NMDS2) is less important in terms of the floristic variance, and is linked to the two sites considered (Mt. Predicatore, Mt. Tegolaro). This shows that the floristic turnover is linked to both the time and the reference sites of the relevés.

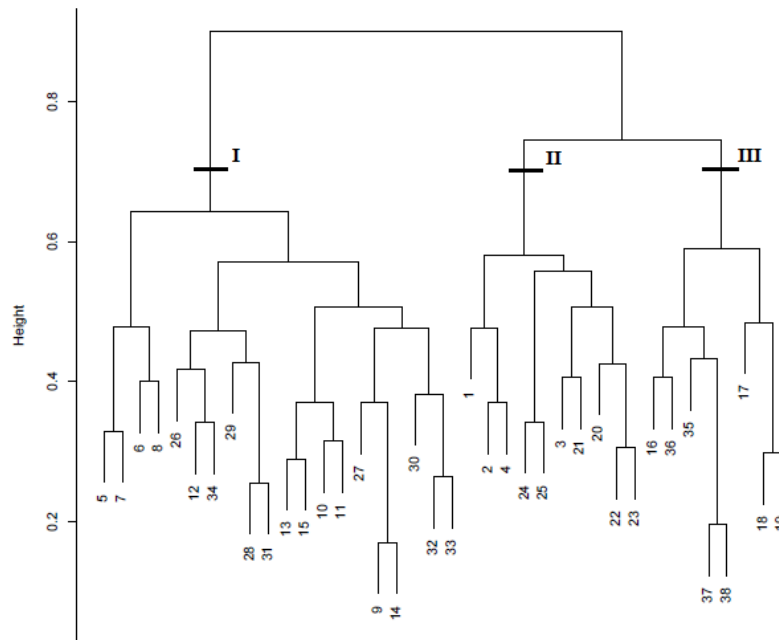


Fig. 7 - Dendrogram from the relevés from the Mt. Predicatore and Mt. Tegolaro reforestation areas and from the native adjacent woods of the association *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae* as comparison. Cluster I, reforestation areas in 1973; cluster II, reforestation areas in 2012; cluster III- native woods. (Cap profile – Bray Curtis dissimilarity coefficient – complete linkage).

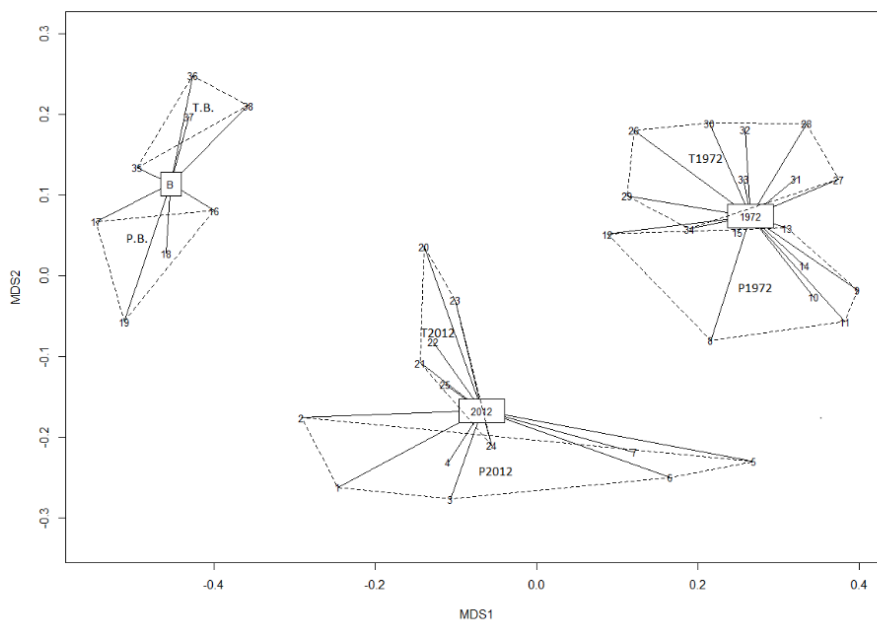


Fig. 8 - NMDS plot of the stratified vegetation data from the Mt. Predicatore and Mt. Tegolaro reforestation areas (1973, 2012) and from the native adjacent woods of the association *Scutellario columnae-Ostryetum carpinifoliae* as comparison. P1973, P2012, Mt. Predicatore's reforestation; T1973, T2012, Mt. Tegolaro reforestation; BP, Mt. Predicatore; BT, Mt. Tegolaro native adjacent wood (Cap profile – Bray Curtis dissimilarity coefficient).

At the structural level, the trend from 1973 to 2012 was similar for both reforestation areas (Table 3, Fig. 9), with an increase in species richness in the tree layer and a decrease in the shrub and herbaceous layers, where the fall was particularly sharp. This is in line with the reference woods, except for the herbaceous layer, where in the surrounding forest coenosis, the diversity was high (especially for Mt. Tegolaro). Despite the general decrease in the pine coverage (natural lightening), we noted an increase in the mean heights: in 1973 this was 13.6 m in both reforestation areas, and in 2012 it was about 20 m for Mt. Predicatore and about 15 m for Mt. Tegolaro. Also, both of the pine forests would have finished their growth in 2012 in terms of their height, because 100 years from reforestation, they will be in their maturity/ senescence phase. For the mean species numbers, there was a clear decrease compared to 1973 (22.2% for Mt. Predicatore, 17.1% for Mt. Tegolaro), although these were clearly lower than the adjacent woods. This was mainly for Mt. Tegolaro, where the highest species richness was recorded for the adjacent woods. As more easily seen in the histogram of the phytosociological category weights in Figure 10, the synthetic Table (Table 3) shows the change in the floristic composition of the reforestation since 1973, which was linked to natural dynamic processes. Due to the reduced conifer coverage in both areas, the nemoral species of the class *Quercus-Fagetea* that were spread through the surrounding woods penetrated the reforestation areas effectively (increased by about 30%). In particular, the herbaceous nemoral species entered, and they reached their highest levels for Mt. Tegolaro, in step, however, with its surrounding woods. A net decline in the grassland species (30%) corresponded to the increase in nemoral species. In particular, in 1973, *Brachypodium rupestre* was the grass species with the highest coverage. Despite the same trend in the structural and floristic-vegetational dynamics, differences emerged from the comparisons between the two reforestation areas, although they were modest, and these were also confirmed by the diachronic analysis. The restoration status is a function of the native woods, and then of the reference site. In this sense, we can consider that in the two sites, the restoration status was similar but not the same, because only within each site can the coenoses of 1973 and 2012 be considered the evolutionary stages of the same dynamic process.

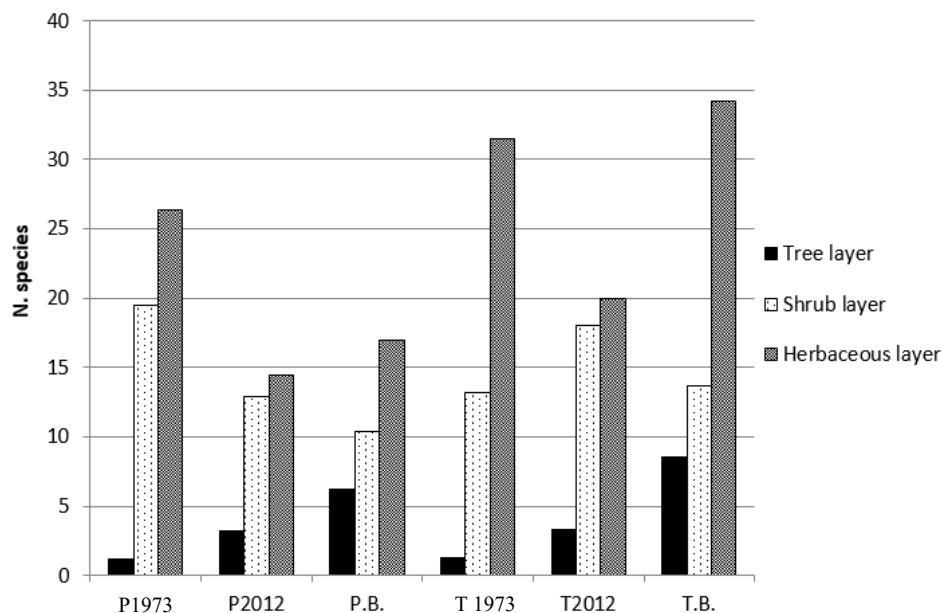


Fig. 9 - Diachronic analysis of the structural classes. P1973, P2012, Mt. Predicatore reforestation; BP, Mt. Predicatore native adjacent wood; T1973, T2012, Mt. Tegolaro reforestation areas; BT, Mt. Tegolaro native adjacent wood.

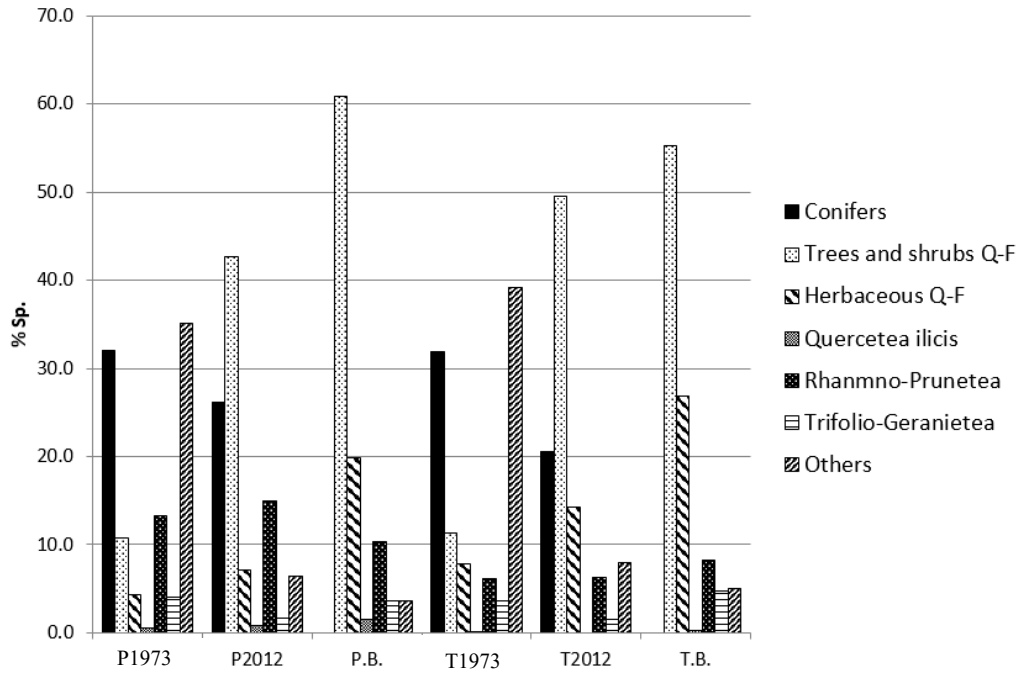


Fig. 10 - Diachronic analysis of the syntaxonomic categories. P1973, P2012, Mt. Predicatore reforestation; BP, Mt. Predicatore native adjacent wood; T1973, T2012, Mt. Tegolaro reforestation. BT, Mt. Tegolaro native adjacent wood.

5. Conclusion

This integrated detailed study allowed the analysis of the structural and floristic-vegetational setting of two representative *Pinus nigra* subsp. *nigra* reforestation areas 100 years from their planting. Despite the two reforestation areas being in similar ecological and vegetational areas, their comparisons show that structural and floristic differences emerge, and even topographical and geographical factors (i.e., altitude, exposure), and so to the bioclimatic factors. The diachronic analysis highlighted the structural and floristic changes in the reforestation areas considered, and then it highlighted the structural and floristic-vegetational stages of the succession. These were represented by the plant communities in 1973 and 2012, for the *Ostrya carpinifolia* forest of the association *Scutellario-Ostryetum carpinifoliae*. The lower conifer coverage that was recorded in general for the two investigated sites corresponded to increases in the numbers and coverage of the nemoral species of the class *Querceto-Fagetea*, and particularly for the herbaceous species, with a widespread decline in the ecotone and grassland species. These modest differences were also confirmed by the diachronic analysis. The status of the restoration was a function of the native woods, and then a function of the reference site. In this sense, we can consider that for the two investigated sites the restoration status was similar but not the same, because only within each site can the 1973 and 2012 coenoses be considered as developmental stages of the same dynamic process. However, if we consider the situation before the reforestation, as derived from historical documents, it can be assumed that the natural vegetation dynamics was favoured and accelerated in topographic positions that guaranteed greater edaphic humidity conditions (i.e., altitude, exposure). On the basis of the results obtained, we can say that 100 years after the reforestation, these two areas produced ecological conditions that guaranteed the ingress of the nemoral species that were present in the adjacent woods, which was more than adequate for their regeneration. As well as significant floristic turnover, the vegetation

Tab. 3 -Synoptic table of the groups of relevés from the Mt. Predicatore and Mt. Tegolaro reforestation (1973 and 2012) and the native woods of the association Scutellario-Ostryetum carpinifoliae for comparison.

(Legend Tab. 3: col. 1. 1973 Mt. Predicatore reforestation; col. 2. 2012 Mt. Predicatore reforestation, col. 3. Mt. Predicatore native adjacent wood; col. 4. 1973 Mt. Tegolaro reforestation; col. 5. 2012 Mt. Tegolaro reforestation; col. 6. Mt. Tegolaro native adjacent wood; Layer: a. tree; b. shrub; c. herbaceous)

N. column		1	2	3	4	5	6	
Biological form	Group rel. sites/year from NMDS (Fig. 8)	Layer	P1973	P2012	P.B.	T1973	T2012	T.B.
	N. rels x column.		8	7	4	9	6	4
	Average n. species x group of rels.		48,4	26,2	34,2	52,7	35,1	58,8
Conifers introduced								
P scap	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. nigra	a	V	V	.	V	V	.
		b	V	II	.	IV	.	I
		c	III	.	.	IV	II	.
P scap	<i>Abies alba</i> Mill.	b	I	II	.	.	.	I
P scap	<i>Abies cephalonica</i> Loud.	a	I	I	.	I	.	.
		b	.	I	.	.	III	.
		c	.	I	.	.	I	.
Quercus-Fagetea class (trees and shrubs species)								
P scap	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	a	.	II	4	.	V	4
		b	I	III	.	IV	IV	.
P scap	<i>Acer campestre</i> L.	b	I	III	2	II	III	3
		c	.	I	.	.	II	.
P scap	<i>Fraxinus ornus</i> L. subsp. ornus	a	.	II	3	.	I	3
		b	V	IV	1	IV	III	3
		c	.	III	.	.	III	.
P scap	<i>Acer opalus</i> Mill. subsp. obtusatum (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams	a	.	II	2	.	II	4
		b	II	IV	.	II	IV	2
		c	.	II	1	.	I	.
P caesp	<i>Corylus avellana</i> L.	b	I	II	3	I	II	3
		c	.	I	.	.	.	.
P caesp	<i>Cornus mas</i> L.	b	II	II	1	I	V	4
		c	.	.	.	.	I	.
P scap	<i>Quercus cerris</i> L.	a	.	II	3	.	.	3
		b	III	IV	.	II	III	.
		c	.	III	1	.	I	.
P scap	<i>Quercus pubescens</i> s.l.	a	.	.	4	.	I	3
		b	V	I	.	V	III	2
		c	.	II	.	.	III	.
P caesp	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz subsp. aria	b	III	I	3	IV	V	3
P scap	<i>Prunus avium</i> L. subsp. avium	b	IV	II	1	II	IV	1
P caesp	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	b	V	IV	4	V	IV	4
NP	<i>Daphne laureola</i> L.	c	IV	IV	2	IV	V	4
P caesp	<i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. monspessulanum	b	II	.	.	II	III	3
P scap	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	b	.	.	.	I	II	1
		c	.	.	.	.	II	.
P caesp	<i>Carpinus orientalis</i> Mill. subsp. orientalis	b	.	I	2	.	.	2
P scap	<i>Castanea sativa</i> Mill.	b	.	.	.	I	I	.
P caesp	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill.	b	.	I	3	.	I	3
P lian	<i>Hedera helix</i> L. subsp. helix	a	.	II	1	.	II	.
		b	I	.	.	.	.	.
		c	II	IV	3	II	IV	4
P caesp	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik. subsp. anagyroides	b	.	.	1	.	.	2
P scap	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	b	I	.	.	I	.	2
P scap	<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	b	.	.	1	.	II	.
P scap	<i>Sorbus aucuparia</i> L. subsp. aucuparia	b	I	.	.	I	.	.
P scap	<i>Sorbus domestica</i> L.	b	.	I	.	.	I	3
		c	.	I	.	.	.	.
P caesp	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	b	.	I	1	.	I	2
		c	.	.	.	.	I	.
Quercus-Fagetea class (herbaceous species)								
G rhiz	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	c	I	II	1	II	III	1
G rhiz	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	c	I	I	4	I	III	4
H caesp	<i>Melica uniflora</i> Retz.	c	I	II	2	I	II	3
H scap	<i>Sanicula europaea</i> L.	c	I	II	1	I	V	2
H ros	<i>Viola alba</i> Besser subsp. dehnhardtii (Ten.) W. Becker	c	V	V	4	IV	V	4
G rhiz	<i>Ruscus aculeatus</i> L.	c	I	II	3	I	I	4
H caesp	<i>Bromopsis ramosa</i> (Huds.) Holub subsp. ramosa	c	I	I	1	I	.	1
Ch suffr	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L. subsp. amygdaloides	c	I	I	2	I	.	3
H caesp	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	c	I	.	3	II	III	4
H scap	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau	c	I	.	1	I	II	2
H scap	<i>Buglossoides purpureoaeerulea</i> (L.) I.M. Johnst.	c	I	II	3	.	.	3
G rhiz	<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	c	I	.	1	I	II	.
G rhiz	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz subsp. helleborine	c	II	.	.	II	II	1
G rhiz	<i>Euphorbia dulcis</i> L.	c	I	.	2	I	.	4
G rhiz	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	c	.	III	1	I	III	.

G rhiz	Lathyrus venetus (Mill.) Wohlf.	c	I	I	.	I	.	4
H caesp	Luzula forsteri (Sm.) DC.	c	II	.	.	IV	III	3
H caesp	Carex digitata L.	c	.	.	2	.	I	1
H caesp	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin subsp. sylvatica	c	.	.	.	I	III	1
H scap	Solidago virgaurea L. subsp. virgaurea	c	II	.	1	.	.	1
G rhiz	Arum italicum Mill. subsp. italicum	c	.	.	1	.	.	1
H caesp	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv. subsp. sylvaticum	c	.	.	.	.	I	3
H scap	Campanula trachelium L. subsp. trachelium	c	.	.	2	.	.	2
G bulb	Cyclamen repandum Sm. subsp. repandum	c	.	.	.	.	I	3
H scap	Hieracium murorum L. (s.l.)	c	.	II	.	.	.	1
H scap	Lactuca muralis (L.) Gaertn.	c	.	I	.	.	II	.
G bulb	Lilium bulbiferum L. subsp. croceum (Chaix) Jan	c	.	.	.	.	I	2
H scap	Melittis melissophyllum L. subsp. melissophyllum	c	.	.	1	.	.	4
G par	Monotropa hypopitys L.	c	I	.	.	I	.	.
G rhiz	Neottia nidus-avis (L.) Rich.	c	.	.	.	.	I	1
G bulb	Orchis purpurea Huds.	c	I	.	.	I	.	.
G rad	Tamus communis L.	c	I	.	.	I	I	4
Quercetea-ilicis class								
G rhiz	Asparagus acutifolius L.	c	V	IV	2	II	.	2
P scap	Quercus ilex L. subsp. ilex	b	I	I	1	.	.	1
		c	.	I	1	.	.	.
Rhamno-Prunetea class								
P lian	Clematis vitalba L.	b	V	IV	3	II	II	1
		c	.	II	.	.	I	.
P caesp	Cornus sanguinea L. (s.l.)	b	.	.	2	.	.	2
NP	Cotinus coggygria Scop.	b	III	III	.	.	.	1
P caesp	Crataegus laevigata (Poir.) DC.	b	.	.	1	.	.	1
P caesp	Crataegus monogyna Jacq.	b	III	II	4	II	III	4
P caesp	Cytisophyllum sessilifolium (L.) O. Lange	b	I	.	.	III	I	3
NP	Emerus majus Mill. subsp. emeroides (Boiss. et Spruner) Soldano et F. C	b	II	.	1	II	.	4
		c	.	.	.	.	I	.
P caesp	Juniperus communis L. subsp. communis	b	V	II	.	III	.	2
		c	.	I	.	.	.	.
P caesp	Juniperus oxycedrus L. ssp. oxycedrus	b	.	II	.	.	I	.
P lian	Lonicera caprifolium L.	b	II	.	1	II	.	2
P lian	Lonicera etrusca Santi	b	III	III	.	.	III	.
		c	.	II	.	.	II	.
P caesp	Prunus mahaleb L.	b	II	.	.	IV	III	1
		c	.	.	.	.	I	.
P caesp	Prunus spinosa L. subsp. spinosa	b	I	II	3	.	I	3
NP	Rosa canina L. (s.l.)	b	III	.	2	IV	IV	3
NP	Rubus caesius L.	b	V	.	1	V	I	.
NP	Rubus hirtus (group)	b	.	IV	.	.	III	2
NP	Rubus ulmifolius Schott	b	.	V	3	.	III	.
NP	Osyris alba L.	b	I	I	.	.	.	.
Trifolio-Geranietea class								
H scap	Digitalis lutea L. subsp. australis (Ten.) Arcang.	c	III	II	.	V	III	1
H rept	Fragaria vesca L. subsp. vesca	c	II	II	4	II	II	3
H scap	Cruciata glabra (L.) Ehrend. subsp. glabra	c	I	.	2	III	I	3
H scap	Geum urbanum L.	c	I	.	2	IV	I	3
H scap	Calamintha nepeta (L.) Savi subsp. nepeta	c	IV	.	.	I	I	.
G rhiz	Helleborus bocconeii Ten. subsp. bocconeii	c	.	.	1	IV	IV	.
Ch suffr	Helleborus foetidus L. subsp. foetidus	c	I	.	2	.	.	3
H scand	Lathyrus sylvestris L. subsp. sylvestris	c	II	.	.	IV	I	.
H ros	Primula vulgaris Huds. subsp. vulgaris	c	.	.	1	II	.	3
G rhiz	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. aquilinum	c	III	II	.	.	.	2
H scap	Ptilostemon strictus (Ten.) Greuter	c	II	.	.	II	I	.
H bienn	Arabis turrita L.	c	.	.	.	.	I	1
H scap	Prunella vulgaris L. subsp. vulgaris	c	I	.	.	II	.	.
H scap	Trifolium rubens L.	c	.	.	.	.	I	1
H scap	Tanacetum corymbosum (L.) Sch. Bip. subsp. achilleae (L.) Greuter	c	.	.	.	I	I	.
Other species								
H scap	Dactylis glomerata L. subsp. glomerata	c	V	II	1	V	II	3
Ch suff	Teucrium chamaedrys L. subsp. chamaedrys	c	V	II	.	IV	I	1
H caesp	Brachypodium rupestre (Host) Roem. et Schult.	c	V	V	3	V	V	.
G rhiz	Carex flacca Schreb. subsp. flacca	c	III	I	.	I	I	1
H bienn	Inula conyzae (Griess.) Meikle	c	III	I	.	I	I	.
H caesp	Bromopsis erecta (Huds.) Fourr. subsp. erecta	c	IV	II	.	V	.	.
H scap	Eryngium amethystinum L.	c	III	I	.	IV	.	.
H scap	Galium corrudifolium Vill.	c	V	I	.	IV	.	.
H scap	Lotus corniculatus L. subsp. corniculatus	c	III	I	.	IV	.	.
H scap	Vicia grandiflora Scop.	c	I	.	1	III	.	.
Sporadics species			29	5	6	30	7	30

dynamics established under the pine coverage led to a plant community structuring that was typical of the native reference wood. The knowledge gained here represents an essential knowledge base to plan future silvicultural actions, and it has helped to provide useful indications about the autoecological features of the species involved in the dynamic process of restoration ecology. The present study may contribute to the setting of methodologies for assessing reforestation as part of ecological restoration, a term that includes actions aimed at creating self-supporting and resilient ecosystems (SER, 2002). The effectiveness of these actions has been recognized also by the Convention to Combat Desertification of the United Nations (UNCCD, 1997), within the wider framework of all proposed actions to control desertification, which is one of the main environmental problems related to the impact on the land by human activities and where vegetation is a key control factor (Scotti *et al.*, 2004). In addition this study emphasizes the importance of a synergic approach by specialists of different disciplines and the need to integrate within the methods of ecological restoration assessment the synphytosociological concepts such as that of "current potential vegetation" and "vegetation series". This is useful to define the specific dynamic, biogeographical and landscape context of each evaluated project.

6. References

- AA.VV., 1991. L'ambiente fisico delle Marche. Geologia – Geomorfologia – Idrogeologia. Regione Marche - Giunta Regionale - Assessorato Urbanistica e Ambiente.
- Allegrezza M., 2003. Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale del Monte San Vicino (Appennino centrale). *Fitosociologia* 40 (1) - Suppl. 1: 1-118.
- Allegrezza M., Ballelli S., Mentoni M., Olivieri M., Ottaviani C., Pesaresi S., & Tesei G., 2013. Biodiversity in the Sibillini Mountain range (Sibillini National Park, central Apennines): the example of Piè Vettore. *Plant Sociology* 50 (1): 57-89.
- Allegrezza, M., Biondi, E., Ballelli, S., Tesei, G., Ottaviani, C., 2015. The edge communities of *Asphodelus macrocarpus* subsp. *macrocarpus*: the different ecological aspects and a new case study in the central Apennines. *Plant Sociology* 52: 19-40.
- Allegrezza M., Biondi E. & Mentoni M., 2008. Isoorogeosigma e iso-orogeoserie nella dorsale calcarea del Monte San Vicino (Appennino centrale). *Fitosociologia* 45 (1): 29-37.
- Amorini E. & Fabbio G., 1992. La gestione dei rimboschimenti con pino nero. *Monti e Boschi XLIII* (4): 27-29.
- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E., & Pietracaprina A., 1996a. L'analisi floristico-vegetazionale e dinamico-strutturale nel recupero dei Rimboschimenti. *Giorn. Bot. Ital.* 130 (1): 427.
- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E. & Pietracaprina A., 1996b. Indagini geobotaniche per il recupero del rimboschimento del Monte Conero (Italia centrale). *Doc. Phytosoc.* XVI: 387-425.
- Ballelli S., Biondi E. & Pedrotti F., 1982. L'associazione *Scutellario-Ostryetum* dell'Appennino centrale. In: Pedrotti, Guide-Itinéraire. Excursion Internationale de Phytosociologie en Italie centrale (2-11 juillet 1982). Univ. Camerino: 565-569.
- Barbati A., Lamonaca A., Melini D., Nocentini S. & Corona P., 2008. Valutazione multicriteriale della suscettività a interventi di rinaturalizzazione dei rimboschimenti di Pino nero e dei soprassuoli di cerro in Toscana. *L'Italia Forestale e Montana* 63 (4): 307-319.
- Biondi E., 1996. La geobotanica nello studio ecologico del paesaggio. *Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali XLV*: 3-39.
- Biondi E., 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 19-29.
- Biondi E. & Ballelli S., 1973. Osservazioni su due rimboschimenti a *Pinus nigra* subsp. *nigra* nella zona di Fabriano (Marche). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.*, Forlì, ser. 4, XVIII (III-IV): 163-171.

- Biondi E., Feoli E. & Zuccarello V., 2004. Modelling Environmental Responses of Plant Associations: A Review of Some Critical Concepts in Vegetation Study. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23 (2): 149-156.
- Blasi C. & Frondoni R., 2011. Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 30-37.
- Braun-Blanquet J., 1928. *Pflanzensoziologie*, 330 p., Berlin.
- Cantiani P., Iorio G. & Pelleri F., 2005. Effetti di diradamenti in soprassuoli di pino nero (Pettenaio, Perugia). *Forest@ 2* (2): 207-216.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora: 13-420. Palombi ed., Roma.
- Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007. Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina* 10: 5-74.
- Cristaudo A., Bevilacqua G. & Maugeri G., 2009. Studio della vegetazione in popolamenti boschivi artificiali della Sicilia. *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accad. Ital. Sci. Forest.: 169-176. Firenze.*
- De Cáceres, M., Font X. & Oliva F., 2010. The management of vegetation classifications with fuzzy clustering. *Journal of Vegetation Science* 21 (6): 1138-1151.
- De Cáceres M., Legendre P. & He F., 2013. Dissimilarity measurements and size structure of ecological communities. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 1167-1177.
- Géhu J.M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. *Théorie et méthodologie. Coll. Phytosoc. 17: 11-46. Géhu J.M., 2006. Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.*
- Géhu J.M., 2006. *Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.*
- Géhu J.M. & Rivas-Martínez S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. In: *Syntaxonomie. H. Dierschke (ed.), Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk: 5-33. J. Cramer, Vaduz.*
- Gómez-Aparicio L., Zavala M., Francisco J. Bonet & Zamora R., 2009. Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications* 19: 2124-2141.
- Gugliotta O.I., Mercurio R. & Albanesi E., 2006. Dynamics of natural regeneration in *Pinus laricio* stands from southern Apennines (Italy). *Forest@ 3: 380-386.*
- Mannozi-Torini L., 1962. Il rimboschimento dei calcari bianchi e rossi del Cretaceo nelle Marche. In: *Atti del Congresso Nazionale sui rimboschimenti e sulla ricostruzione dei boschi degradati. Firenze 1961. Vol. II. Comunicazioni e interventi. Accad. Ital. Sci. Forest.: 1-66. Firenze.*
- Mercurio R., Mallamaci C., Muscolo A. & Sidari M., 2009. Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero. *Forest@ 6: 312-319.*
- Miyawaki A., 1986. Vegetationsökologische Betrachtung mittel-Japans unter den Aspekt der geomorphologie. *Coll. Phytosoc. 13: 27-40.*
- Nocentini S., 1995. La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova sperimentale su Pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze). *L'Italia Forestale e Montana* 50 (4): 425-435.
- Nocentini S., 1999. La gestione dei rimboschimenti tra selvicoltura e arboricoltura da legno. In: O. Ciancio (a cura di) "Nuove frontiere nella gestione forestale". *Accad. Ital. Sci. Forest.: 117-129. Firenze.*
- Nocentini S. & Puletti N., 2009. La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Prova sperimentale su un popolamento di Pino nero e laricio. *Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Accad. Ital. Sci. Forest.: 217- 227. Firenze.*

- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L, Solymos P., Stevens M.H. & Wagner H., 2015. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-0.
- Pesaresi S., Galdenzi D., Biondi E. & Casavecchia S., 2014. Bioclimate of Italy: application of the worldwide bioclimatic classification system. *Journal of Maps* 10 (4): 538-553.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. 1-3. Edagricole, Bologna.
- Pott R., 2011. *Phytosociology: A modern geobotanical method*. *Plant Biosystem* 145 - Suppl. 1: 9-18.
- Regione Marche, 2012. *Sezione ambiente* (www.ambiente.marche.it).
- Rivas-Martínez S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139 (2): 135-144.
- Rivas-Martínez S., Sáenz S.R. & Penas A., 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.
- Scotti R., D'Angelo M. & Marongiu M., 2004. REACTION: recupero e valorizzazione delle "buone pratiche" tecniche di restauro ecologico dall'esperienza dei forestali. 14th Meeting of the Italian Society of Ecology, 4-6 ottobre 2004, Siena. pp. 1-10.
- SER 2002. *The SER primer on ecological restoration*. Society of Ecological Restoration. Science and policy working group. April 2002 (First edition).
- Theurillat J.P., 1992. *Etude ed cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la Région d'Aletsch (Valais, Suisse)*. Centre Alpin del Phytocoenographie, Champex et Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, Krypto, Teufen.
- Tüxen R., 1978. Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundtagen der Synsoziologie. In: *Assoziationskomplexe (Rinteln)*. Ber. Intern. Symposium 1997 in Rinteln: 3-12.
- UNCCD 1997. *United Nations Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa*. Interim Secretariat for the Convention to Combat Desertification, Genève.
- Vallauri D., Aronson J. & Barbero M., 2002. An analysis of Forest Restoration 120 years after Reforestation on Badlands in the southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10: 16-26.
- Zerbe S., 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *Forest Ecology and Management* 167: 27-42.

7. Appendix

Appendix I: Sporadic species

Tab. 1 - Rel. 1: T scap *Cardamine graeca* L. (c) +. Rel. 2: H scap *Galega officinalis* L. (c) +. Rel. 3: *Silene vulgaris* (c) +. Rel. 4: NP *Osyris alba* L. (b1) +.3. Rel. 5: H scap *Eryngium amethystinum* L. (c) +, H scap *Galium corrudifolium* Vill. (c) +, H scap *Lotus corniculatus* L. subsp. *corniculatus* (c) +. Rel. 20: H scap *Geum urbanum* L. H scap (c) +, H scap *Ptilostemon strictus* (Ten.) Greuter (c) +.2, H scap *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch. Bip. subsp. *achilleae* (L.) Greuter (c) +.2, H scap *Trifolium rubens* L. (c) +, NP *Rubus caesius* L. (b1) +. Rel. 21: H scap *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *nepeta* (c) +, H scap *Cruciata glabra* (L.) Ehrend. subsp. *glabra* (c) +, H scap *Cruciata laevipes* Opiz (c) +. Rel. 24: H bienn *Arabis turrata* L. (c) +. Rel. 25: H rept *Astragalus glycyphyllos* L. (c) +.2, H scand *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *sylvestris* (c) +, P scap *Juglans regia* L. (b1) +, H ros *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* (c) +.

Tab. 3 - Col. 1: Ch suffr *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) III, G bulb *Bunium bulbocastanum* L. (c) II, H scap *Carlina corymbosa* L. (c) III, H scap *Crepis leontodontoides* All. (c) III, H bienn *Daucus carota* L. subsp. *carota* (c) I, H scap *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Syme (c) I, Ch suffr *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. subsp. *apenninum* (c) I, Ch suffr *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* (c) I, H caesp *Hypericum montanum* L. (c) I, H scap *Leucanthemum vulgare* Lam. subsp. *vulgare* (c) I, Ch suffr *Ononis spinosa* L. subsp. *spinosa* (c) I, H scap *Ononis pusilla* L. subsp. *pusilla* (c) I, H ros *Pilosella officinarum* Vaill. (c) IV, H scap *Ranunculus bulbosus* L. (C) I, H scap *Sanguisorba minor* Scop. subsp. *balearica* (Bourg. Ex Nyman) Muñoz Garm. & C. Navarro (c) III, H scap *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* (c) III, *Thymus* sp. (c) IV, *Tragopogon* sp. (c) II, T scap *Trifolium campestre* Schreb. (c) I, T scap *Vicia tetrasperma* (L.)

Schreb. (c) I, P caesp *Phillyrea latifolia* L. (c) I, P caesp *Pistacia terebinthus* L. subsp. *terebinthus* (b) III, P scap *Pinus sylvestris* L. (a) I, P scap *Pinus sylvestris* L. (b) I, P caesp *Colutea arborescens* L. (b) II, G rhiz *Anemone apennina* L. subsp. *apennina* (c) I, P caesp *Spartium junceum* L. (b) III, Ch suffr *Dorycnium hirsutum* (L.) Ser. (c) IV, H scap *Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmidt (c) III. Col. 2: P scap *Picea abies* (L.) H. Karst. (a) I, H scap *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* (c) II, H scap *Galega officinalis* L. (c) I, T scap *Cardamine graeca* L. (c) I, H scap *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris* (c) I. Col. 3: H scap *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (c) 1, H ros *Asplenium adiantum-nigrum* L. subsp. *adiantum-nigrum* (c) 1, H ros *Polypodium vulgare* L. (c) 1, G bulb *Cyclamen hederifolium* Aiton subsp. *hederifolium* (c) 1, G bulb *Lilium martagon* L. (c) 1, H scap *Lamium album* L. subsp. *album* (c) 1. Col. 4: Ch suffr *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) IV, G bulb *Bunium bulbocastanum* L. (c) IV, H scap *Carlina corymbosa* L. (c) II, H scap *Crepis leontodontoides* All. (c) V, H bienn *Daucus carota* L. subsp. *carota* (c) IV, H scap *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Syme (c) V, Ch suffr *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. subsp. *apenninum* (c) V, Ch suffr *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* (c) I, H scap *Leucanthemum vulgare* Lam. subsp. *vulgare* (c) II, Ch suffr *Ononis spinosa* L. subsp. *spinosa* (c) II, H scap *Ononis pusilla* L. subsp. *pusilla* (c) I, H ros *Pilosella officinarum* Vaill. (c) III, H scap *Ranunculus bulbosus* L. (C) II, H scap *Sanguisorba minor* Scop. subsp. *balearica* (Bourg. ex Nyman) Muñoz Garm. & C. Navarro (c) IV, H scap *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* (c) III, *Thymus* sp. (c) IV, *Tragopogon* sp. (c) I, T scap *Trifolium campestre* Schreb. (c) II, T scap *Vicia tetrasperma* (L.) Schreb. (c) II, P scap *Cedrus atlantica* (a) I, P scap *Cedrus atlantica* (b) I, P scap *Pinus pinaster* Aiton subsp. *pinaster* (a) I, H scap *Bupleurum falcatum* L. subsp. *cernuum* (Ten.) Arcang. (c) I, T scap *Geranium robertianum* L. (c) I, H caesp *Festuca inops* De Not. (c) IV, *Luzula* sp. (c) I, T scap *Medicago lupulina* L. (c) II, H scap *Polygala vulgaris* L. subsp. *vulgaris* (c) II, H bienn *Tragopogon dubius* Scop. (c) II, H scap *Trifolium pratense* L. subsp. *pratense* (c) II. Col 5: H ros *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* (c) I, P scap *Populus nigra* L. (b) I, P scap *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (a) I, H rept *Astragalus glycyphyllos* L. (c) I, H scap *Cruciata laevipes* Opiz (c) I, Pscap *Juglans regia* L. (c) I, T scap *Trifolium incarnatum* L. (s.l.) (c) II. Col. 6: H scap *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (c) 2, H ros *Asplenium adiantum-nigrum* L. subsp. *adiantum-nigrum* (c) 1, H caesp *Hypericum montanum* L. (c) 1, H ros *Polypodium vulgare* L. (c) 1, H ros *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* (c) 2, P lian *Rubia peregrina* L. subsp. *peregrina* (c) 1, NP *Rosa arvensis* Huds. (b) 1, P scap *Tilia platyphyllos* Scop. subsp. *platyphyllos* (c) 1, P scap *Carpinus betulus* L. (b) 1, P caesp *Euonymus europaeus* L. (b) 4, G rhiz *Cardamine bulbifera* (L.) Crantz (c) 1, G rhiz *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott (c) 1, G rhiz *Mercurialis perennis* L. (c) 1, G bulb *Dactylorhiza maculate* (L.) Soó (c) 1, H ros *Potentilla micrantha* Ramond ex DC. (c) 3, H scap *Vicia sepium* L. (c) 1, NP *Rubus canescens* DC. (b) 2, NP *Ligustrum vulgare* L. (c) 1, H rept *Ajuga reptans* L. (c) 1, H scap *Campanula persicifolia* L. subsp. *persicifolia* (c) 1, Ch suffr *Genista tinctoria* L. (c) 1, H rept *Glechoma hirsuta* Waldst. et Kit. (c) 1, H scap *Calamintha ascendens* Jord. (c) 2, H ros *Ceterach officinarum* DC. (c) 1, H scap *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonk. subsp. *silaifolium* (c) 1, T scap *Galium aparine* L. (c) 1, G bulb *Ornithogalum umbellatum* L. (c) 2, H caesp *Poa pratensis* L. (c) 1, Ch frut *Urtica dioica* L. subsp. *dioica* (c) 1, T scap *Veronica chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* (c) 2.

Appendix II: Localities and dates of relevés

Tab. 1 - Rels. 1, 3, 5. Predicatore's *Pinus nigra* reforestation 20/06/2012; rels. 2, 4, 6, 7. Predicatore's *Pinus nigra* reforestation 02/07/2012; Rels. 20, 21, 25. Tegolaro's *Pinus nigra* reforestation 25/06/2012; Rels. 22, 24. Tegolaro's *Pinus nigra* reforestation 10/07/2012.

Tab. 3: Col 1. Predicatore's *Pinus nigra* reforestation 1973 (rels. 10-17 from Tab. 1 in Biondi & Ballelli, 1973); Col 2. Predicatore's *Pinus nigra* reforestation 2012 (rels. 1-7 of Tab. 1 in this paper); Col. 3. Mt. Predicatore native adjacent wood (rel. 1: Allegrezza & Tesei, Mt. Predicatore 08/06/2012 unpublished; rels. 2-4: Biondi, Allegrezza & Pettinari, Mt. Murano 9/06/1995 unpublished); Col. 4: Tegolaro's *Pinus nigra* reforestation 1973 (rels. 1-9 from Tab. 1 in Biondi & Ballelli, 1973); Col. 5: Tegolaro's *Pinus nigra* reforestation 2012 (rels. 20-25 of Tab. 1 in this paper). Col. 6: Mt. Tegolaro native adjacent wood [(rel. 1 of Tab. 1 in Allegrezza, 2003 (Mt. San Vicino); rels. 22, 25, 26 of Tab. 1 in Ballelli, Biondi & Pedrotti, 1982 (Mts. around Valleremita)].

Articolo pubblicato: (C. Ottaviani, G. Tesei, S. Ballelli, G. Iorio, S. Montecchiarri, M. Allegrezza, 2015. Vegetation dynamics in *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra* 100 years after reforestation: two case studies in the central Apennines. *Plant Sociology* 52 (2):79-94).

Capitolo III

I vecchi rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino centrale: ecologia e caratterizzazione floristico-vegetazionale

C. Ottaviani¹, G. Tesei¹, S. Ballelli², Pesaresi S.¹, M. Allegrezza¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

² Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Università di Camerino, Via Pontoni 5, 62032 Camerino (MC), Italia

Riassunto

Il presente studio costituisce il primo contributo per la caratterizzazione floristico-vegetazionale e sintassonomica dei vecchi rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (epoca d'impianto precedente al 1950) presenti nell'Appennino centrale dal termotipo mesotemperato superiore al supratemperato superiore. È stata valutata la significativa autonomia floristico-vegetazionale di queste cenosi attraverso il confronto tra i rimboschimenti e i boschi autoctoni limitrofi che si sviluppano nelle medesime caratteristiche ecologiche e che rappresentano la potenzialità vegetazionale attuale. L'autonomia riscontrata può essere interpretata come la risultante degli effetti della prolungata presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sulla diversità floristica e ciò è risultato essere particolarmente evidente nel piano supratemperato dove si instaura una combinazione specifica autonoma significativa caratterizzata da specie nemorali rare e di interesse biogeografico. L'autonomia floristica che contraddistingue i rimboschimenti indagati può essere la base per la loro caratterizzazione sintassonomica. Vengono proposte due associazioni: *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* per i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si sviluppano nel termotipo supratemperato e *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* per i rimboschimenti del termotipo mesotemperato. Per entrambe viene proposto l'inserimento all'interno della classe *Quercio-Fagetea*, la prima nell'ambito dell'ordine *Fagetalia*, alleanza *Aremonio-Fagion*, mentre la seconda nell'ambito dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*, alleanza *Carpinion orientalis*. Il confronto con i dati di letteratura relativi alle pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte per l'Italia e i territori limitrofi ha evidenziato la separazione delle cenosi considerate appartenenti alle diverse classi sintassonomiche e il legame biogeografico tra le cenosi forestali appenniniche e quelle balcaniche espresse dall'alleanza *Carpinion orientalis*. I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati con il presente studio possono essere considerati stadi durevoli di una successione dinamica che devia dalla naturale successione vegetazionale; ciò ha implicazioni nell'ambito della *Restoration ecology* e deve quindi essere tenuto fortemente in considerazione nella programmazione degli interventi selvicolturali.

Parole chiave: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, rimboschimenti, vegetazione, sintassonomia, Appennino centrale.

1. INTRODUZIONE

Fin dalla fine del XIX secolo in tutto il territorio europeo sono stati realizzati numerosi rimboschimenti mediante l'impiego di conifere, su terreni nudi o in sostituzione delle latifoglie (Heitz & Rehfuß 1999, Mosandl & Kussner 1999, Malcolm et al. 2001, Kenk & Guehne 2001, Diaci 2002, Zerbe 2002, Page & Cameron 2006, Dekker et al. 2007). Le finalità di tali opere erano essenzialmente di protezione e di risanamento idrogeologico di zone degradate e soggette ad intensa erosione per cause naturali (frane, valanghe, ecc.) o antropiche (disboscamento finalizzato ad attività agricole e produttive come il pascolo, le coltivazioni e la raccolta del legname). Secondariamente, hanno avuto

anche scopi produttivi e sociali, creando occupazione in zone svantaggiate, sviluppando attività imprenditoriali collaterali e qualificando la manodopera.

Tra le conifere, *Pinus nigra s.l.* è stato intensamente e diffusamente utilizzato in tali programmi di rimboschimento, principalmente per scopi protettivi, in Europa centrale, nei Balcani e nei paesi mediterranei (Bussotti, 2002) e spesso al di fuori del suo areale di distribuzione (Amorini e Fabbio, 1992; Nocentini, 1999). Anche in Italia, fin dagli inizi del '900, sono stati realizzati rimboschimenti mediante l'impiego di conifere al fine di contrastare il dissesto idrogeologico nelle aree montuose; queste opere rappresentano l'impegno più importante e problematico assunto dall'Amministrazione Forestale italiana, dall'Unità ad oggi (Agnoletti, 2002) costituendo storicamente il principale strumento della politica forestale e montana italiana (Romano 1986, Lazzarini 2002). Molti provvedimenti legislativi, dall'unità d'Italia ad oggi (Legge n.277/1910; Legge n.774/1911; Legge n.3267/1923, Legge n.215/1933, Legge 264/1949, Legge 991/1952; Legge 910/1966) unitamente alla normativa in ambito Europeo (Reg. (CEE) 269/79 e 288/85 - Piani integrati mediterranei) hanno assicurato i finanziamenti e dettato le norme per le principali opere di rimboschimento su tutto il territorio nazionale.

Tra l'impiego di conifere per queste opere, la scelta preferenziale nella fascia appenninica è ricaduta su *Pinus nigra* subsp. *nigra*, specie non autoctona (è stata riconosciuta autoctona in Appennino centro-meridionale la var. *italica*, che tuttavia non presenta valore tassonomico), ma preferita per queste opere di impianto, sia per la facilità di allevamento in vivaio che per le sue caratteristiche spiccatamente pioniere (Cantiani *et al.*, 2005).

Buona parte delle pinete ha oggi sostanzialmente raggiunto l'obiettivo originario di stabilità idrogeologica e attualmente la scelta gestionale prioritaria per questi soprassuoli artificiali è quella di una progressiva "rinaturalizzazione", che rappresenta uno dei principali obiettivi della selvicoltura in tutto il territorio europeo (Ashton *et al.*, 1997; Zerbe, 2002; Muscolo *et al.*, 2011) e nazionale. Tale situazione ha dato vita a una serie di studi sperimentali sulla rinaturalizzazione di queste cenosi nell'ambito della *Restoration ecology*, studi che nascono anche da una recente visione più ecologica di tali popolamenti, considerati stadi intermedi di una successione che tende al bosco naturale di latifoglie.

Numerosi sono gli studi di carattere selvicolturale e dendrometrico-strutturale volti alla rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero e di conifere in generale, sia in Europa (Mosandl & Küssner 1999, Malcom *et al.* 2001, Diaci 2002, Thanasis *et al.* 2007) che in Italia (Amorini & Fabbio 1992, Nocentini 1995, Cantiani *et al.* 2002, Cantiani *et al.* 2005, Cantiani & Piovosi 2008, Plutino *et al.* 2009, Mercurio *et al.* 2009, Bianchi *et al.* 2010, Muscolo *et al.* 2011), mentre scarsi risultano essere gli studi con un approccio prettamente floristico-vegetazionale (Biondi & Ballelli, 1973; Baiocco *et al.*, 1996a; Baiocco *et al.*, 1996b; Vallauri *et al.*, 2002; Cristaudo *et al.*, 2009, Zerbe, 2002; Gomez-Aparicio *et al.*, 2009; Allegrezza *et al.*, 2013, Royer, 2010). Escludendo i lavori di Biondi & Ballelli del '73 e Allegrezza *et al.*, 2013, i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti lungo l'Appennino, non sono mai stati indagati sotto il profilo floristico-vegetazionale in quanto sono sempre stati considerati "non interessanti" dal punto di vista della flora e della vegetazione, perché appunto cenosi artificiali di origine antropica. Nè tantomeno esistono studi di carattere sintassonomico di queste comunità; studi sintassonomici relativi a fitocenosi di conifere di origine antropica si hanno invece per la Francia, dove è stata descritta l'alleanza *Epipactido muelleri-Pinion sylvestris* Royer in Royer *et al.*, 2006 nell'ambito della classe *Erico-Pinetea*, che riunisce le cenosi di origine antropica e le pinete secondarie a dominanza di *Pinus sylvestris* per distinguerle da quelle di origine naturale.

I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sono realtà molto diffuse nel territorio appenninico, si tratta di comunità forestali per lo più non gestite e soggette ai naturali processi dinamici di recupero da parte della vegetazione autoctona che si verifica sotto la copertura del pino stesso. Ciò è particolarmente evidente nei rimboschimenti di vecchio impianto (Capitolo 1 della presente tesi), tali comunità forestali oltre ad ospitare specie vegetali rare o di interesse biogeografico (Allegrezza *et al.*, 2014), costituiscono nel loro attuale assetto floristico-vegetazionale habitat preferenziali per

numerose specie di uccelli tra cui, ad esempio, *Loxia curvirostra* L. inserita nell'allegato II della Direttiva Habitat 92/10. Queste cenosi forestali di origine antropica potrebbero essere ricondotte al concetto di "novel ecosystem" o "emerging ecosystem", definito come un ecosistema in cui si instaurano nuove combinazioni di specie che non si sono verificate in precedenza all'interno di un determinato bioma e che hanno la potenzialità di cambiare la funzionalità dello stesso ecosistema in cui si stabiliscono (Hobbs *et al.*, 2006). E' quindi fondamentale la conoscenza in chiave ecologica e la caratterizzazione floristico-vegetazionale di questi popolamenti al di là dell'aspetto di rinaturalizzazione, come fondamentale è la comprensione dei dinamismi in atto al loro interno, in riferimento al territorio in cui ricadono, e in particolare in relazione alla potenzialità vegetazionale. I risultati di questi studi possono costituire una base conoscitiva essenziale per la programmazione di futuri interventi selvicolturali nell'ambito della *Restoration ecology*.

Gli obiettivi del presente studio sono: i) l'analisi floristico-vegetazionale dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine antropica più vecchi (epoca d'impianto precedente il 1950) presenti lungo l'Appennino centrale; ii) verificare l'eventuale autonomia floristico-vegetazionale di queste cenosi attraverso il confronto con i boschi autoctoni limitrofi; iii) evidenziare eventuali analogie e differenze floristico-vegetazionali e biogeografiche tra le pinete di origine antropica individuate con il presente studio e le pinete naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte in letteratura per la penisola italiana e territori limitrofi. L'ipotesi era quella di testare gli eventuali effetti della prolungata presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sulla diversità floristica e sulla naturale dinamica vegetazionale.

2. AREA DI STUDIO

I territori indagati (Fig. 1) sono ubicati lungo la dorsale appenninica e preappenninica dell'Italia centrale a quote comprese da circa 600 m s.l.m. a 1670 m s.l.m. Le aree ricadono quasi interamente all'interno di 4 Parchi Nazionali (Parco Nazionale dei Monti Sibillini, Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, Parco Nazionale della Majella, Parco Nazionale di Abruzzo, Lazio e Molise) e 3 Parchi Naturali Regionali (Parco Naturale Regionale del Sasso Simone e Simoncello, Parco Naturale Regionale della Gola della Rossa e di Frasassi, Parco Naturale Regionale Sirente-Velino). La classificazione bioclimatica sensu Rivas-Martinez *et al.* (2011) indica un macrobioclima temperato, bioclima oceanico e termotipo dal mesotemperato superiore al supratemperato superiore (Pesaresi *et al.*, 2014). Dal punto di vista geologico i territori indagati ricadono tutti all'interno del dominio calcareo.

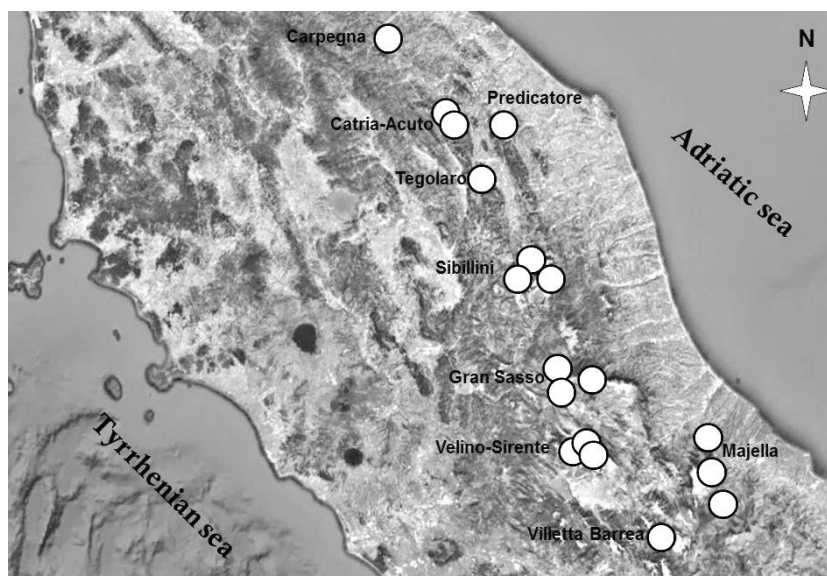


Fig. 1 Ubicazione area di studio

3. MATERIALI E METODI

Scelta delle aree campione e analisi vegetazionale

L'individuazione e la scelta delle aree è avvenuta su base cartografica, selezionando i rimboschimenti più vecchi (epoca d'impianto precedente al 1950) documentati tramite cartografia IGM, archivi forestali e foto storiche. Successivamente sono stati selezionati i rimboschimenti puri di *Pinus nigra* subsp. *nigra* mediante analisi esplorativa in campo.

Lo studio della vegetazione è stato condotto secondo il metodo fitosociologico della scuola Sigmatisa di Zurigo-Montpellier e successive integrazioni (Tüxen 1978; Géhu & Rivas-Martínez, 1981; Géhu, 1991; Theurillat, 1992; Rivas-Martínez, 2005; Géhu, 2006; Allegrezza *et al.* 2008; Biondi, 2011; Pott, 2011; Blasi & Frondoni, 2011). Sono state considerate 5 classi strutturali: a - arboreo dominante; a1 - arboreo dominato ($h > 7m$); b - alto-arbustivo ($5m < h < 7m$); b1 - basso-arbustivo ($h < 3m$); c - erbaceo (comprensivo della rinnovazione delle specie forestali). I rilievi floristico-vegetazionali sono stati effettuati all'interno dei rimboschimenti puri di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e nei boschi autoctoni limitrofi. I boschi di riferimento considerati sono stati rilevati dove presenti a contatto con gli stessi rimboschimenti; in altre condizioni dove non erano presenti nelle immediate vicinanze sono stati comunque rilevati in condizioni ecologiche simili. Sono stati utilizzati n.87 rilievi fitosociologici (70 relativi ai rimboschimenti e 17 ai boschi esterni autoctoni limitrofi) di cui n. 81 inediti e n.6 pubblicati provenienti dalle medesime aree dell'Appennino (Allegrezza *et al.*, 2013). Per il confronto con i dati di letteratura relativi alle cenosi naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* sono state utilizzate le colonne sintetiche relative ai sintaxa descritti per la penisola italiana (Poldini 1969; Bonin 1978) e territori limitrofi (Trinajstić, 1999).

La nomenclatura delle specie e la loro caratterizzazione biologica e corologica seguono Conti *et al.* (2005, 2007); sono stati consultati inoltre: Aeschmann *et al.* (2004), Tutin *et al.* (1964-80, 1993), Jalas *et al.* (1972-1994), Pignatti (1982), Ballelli *et al.* (2005). La nomenclatura sintassomica a livello di alleanza, di ordine e classe segue il Prodromo della vegetazione italiana (Biondi *et al.* 2014), le successive integrazioni (Biondi *et al.*, 2014a, 2014b, 2015), e le variazioni e le integrazioni di sintaxa indicati nel sito specifico interattivo della Società Botanica Italiana recentemente aggiornato (<http://www.prodromo.vegetazioneitalia.org/>).

Analisi statistica

I valori dei rilievi fitosociologici sono stati trasformati secondo la scala di Van der Maarel (1979) e quindi sottoposti ad analisi multivariata attraverso l'utilizzo di "VEGAN community ecology package" (Oksanen *et al.* 2015) e "VEGCLUST Fuzzy Clustering of Vegetation Data" per R (De Caceres, 2010; 2013) attraverso il quale è stato possibile elaborare i dati raccolti sulla base della diversità floristica all'interno delle diverse classi strutturali considerate, con il calcolo del *Cumulative Abundance Profile* (CAP 'total') (De Caceres *et al.*, 2013).

La classificazione dei rilievi inediti ottenuta dalla cluster analysis è stata effettuata applicando l'algoritmo del legame completo (Orloci, 1978) alla matrice di somiglianza, calcolata applicando l'indice *Bray-Curtis*. L'ordinamento dell'analisi delle coordinate principali (PCoA) e l'ordinamento del non-metric multidimensional scaling (NMDS), adatti per l'analisi dei dati ordinali come quelli di Van der Maarel (Podani, 2007), è stato usato per descrivere l'andamento principale della variazione floristica. Per determinare le specie statisticamente legate ai rimboschimenti rispetto ai relativi boschi autoctoni è stata utilizzata un'estensione dell'indice 'indicator value' (IndVal) (Dufrière & Legendre 1997), in accordo con la funzione 'multipatt' del pacchetto 'indicspecies' (De Caceres & Jansen 2015).

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Definizione dei tipi e composizione floristica

Il dendrogramma ottenuto dalla classificazione su base floristico-strutturale dei rilievi effettuati all'interno dei rimboschimenti (Fig. 2A) separa quelli del termotipo supratemperato superiore (cluster I) da quelli del termotipo mesotemperato superiore e supratemperato inferiore (cluster II). La quota è risultata essere il fattore ecologico incidente più significativo (Fig. 2B). I rimboschimenti alto-montani del termotipo supratemperato superiore (cluster I) si differenziano dalle analoghe cenosi del termotipo mesotemperato superiore e supratemperato inferiore (Cluster II) per il contingente di specie dell'ordine *Fagetalia sylvaticae* (Fig. 2B) presente nei diversi strati strutturali (anche in termini di rinnovazione). I rimboschimenti basso-montani e alto-collinari (cluster II) per contro sono contraddistinti da specie dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae* e localmente dall'ingressione di specie della classe *Quercetea ilicis* (Fig. 2B).

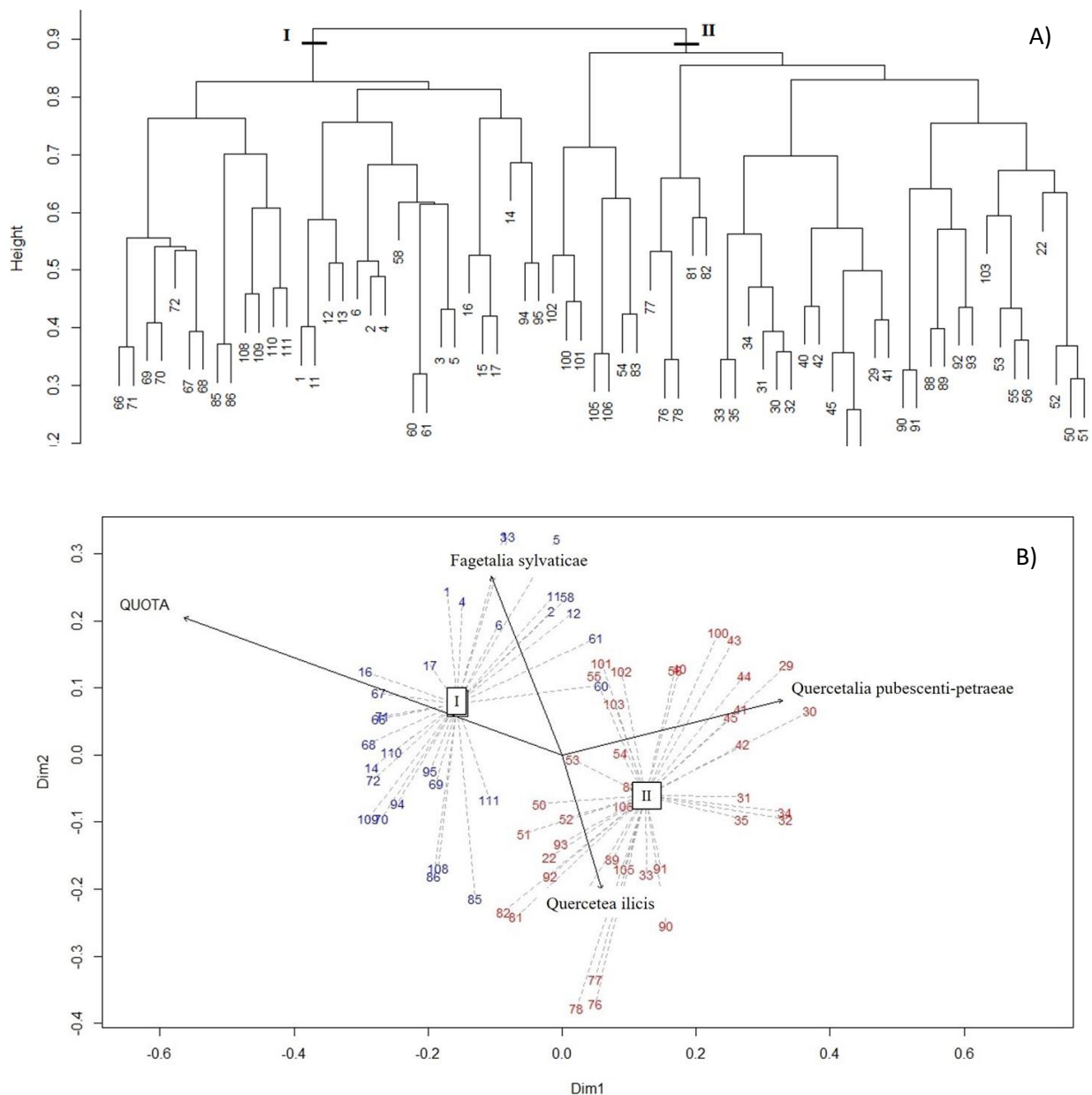


Fig. 2 – Dendrogramma (A) e ordinamento PCoA (B) dei rilievi fitosociologici effettuati nei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino centrale: rimboschimenti del termotipo supratemperato superiore (cluster I in Fig. 2A; gruppo I in Fig. 2B) e rimboschimenti del termotipo mesotemperato superiore e supratemperato inferiore (cluster II in Fig. 2A; gruppo II in Fig. 2B).

4.2 Confronto con i boschi autoctoni limitrofi

Per valutare l'autonomia floristico-vegetazionale dei rimboschimenti indagati, e quindi gli effetti della prolungata presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sulla diversità floristica è stato effettuato il confronto (anche in questo caso su base floristico e strutturale) tra i rimboschimenti e i boschi autoctoni limitrofi che rappresentano la potenzialità vegetazionale attuale dei territori in cui ricadono queste cenosi di origine antropica.

L'ordinamento PCoA dei rilievi (Fig. 3) evidenzia la presenza di un gradiente termico legato alla quota (asse Dim1 di Fig. 3); si passa dai boschi autoctoni di *Fagus sylvatica* (*Fagetalia sylvaticae*) del piano supratemperato a quelli di *Ostrya carpinifolia* e *Quercus* (*Quercus pubescens* s.l., *Quercus cerris*) dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae* del termotipo mesotemperato superiore dagli aspetti più mesofili a quelli più termofili; si nota inoltre, che, mentre la composizione floristico-strutturale delle faggete è abbastanza omogenea e quindi sito-indipendente, i boschi autoctoni alto-collinari e basso-montani risultano naturalmente più diversificati e dipendenti dalle condizioni ecologiche del sito di ubicazione (asse Dim2 di Fig. 3).

Per quello che riguarda la posizione dei rilievi dei rimboschimenti occupata nell'ordinamento (Fig. 3) rispetto ai relativi boschi autoctoni di riferimento si osserva in generale che nel termotipo supratemperato superiore i rimboschimenti si distaccano nettamente dai boschi autoctoni limitrofi mentre ciò non avviene nel termotipo mesotemperato superiore. Ciò viene confermato anche dall'analisi 'IndVal' ottenuta dal confronto con i boschi autoctoni di riferimento.

Due specie: *Pinus nigra* subsp. *nigra* nello strato arboreo dominante e *Fraxinus ornus* subsp. *ornus* in quello arboreo dominato sono risultate essere specie significativamente legate ai rimboschimenti basso-montani e alto-collinari (Tab. 1b).

Più consistente è il pacchetto di specie significativamente legate ai rimboschimenti alto-montani (Tab. 1a) caratterizzato da: *Pinus nigra* subsp. *nigra* nello strato arboreo dominante; *Sorbus aria* subsp. *aria*, nello strato basso arbustivo e da *Sesleria nitida* e *Orthilia secunda* in quello erbaceo.

Da sottolineare la presenza di *Orthilia secunda*, specie nemorale legata alle faggete microterme acidofile esposte a nord, che non risulta mai presente nei boschi autoctoni limitrofi ai rimboschimenti rilevati con il presente studio.

Gli effetti della prolungata presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* sulla diversità floristica e fitocenotica delle cenosi forestali di origine antropica è quindi particolarmente evidente nei rimboschimenti alto-montani, dove la presenza di un pacchetto di specie significative statisticamente ripetitiva indica l'autonomia floristica e strutturale di queste cenosi forestali di origine antropica.

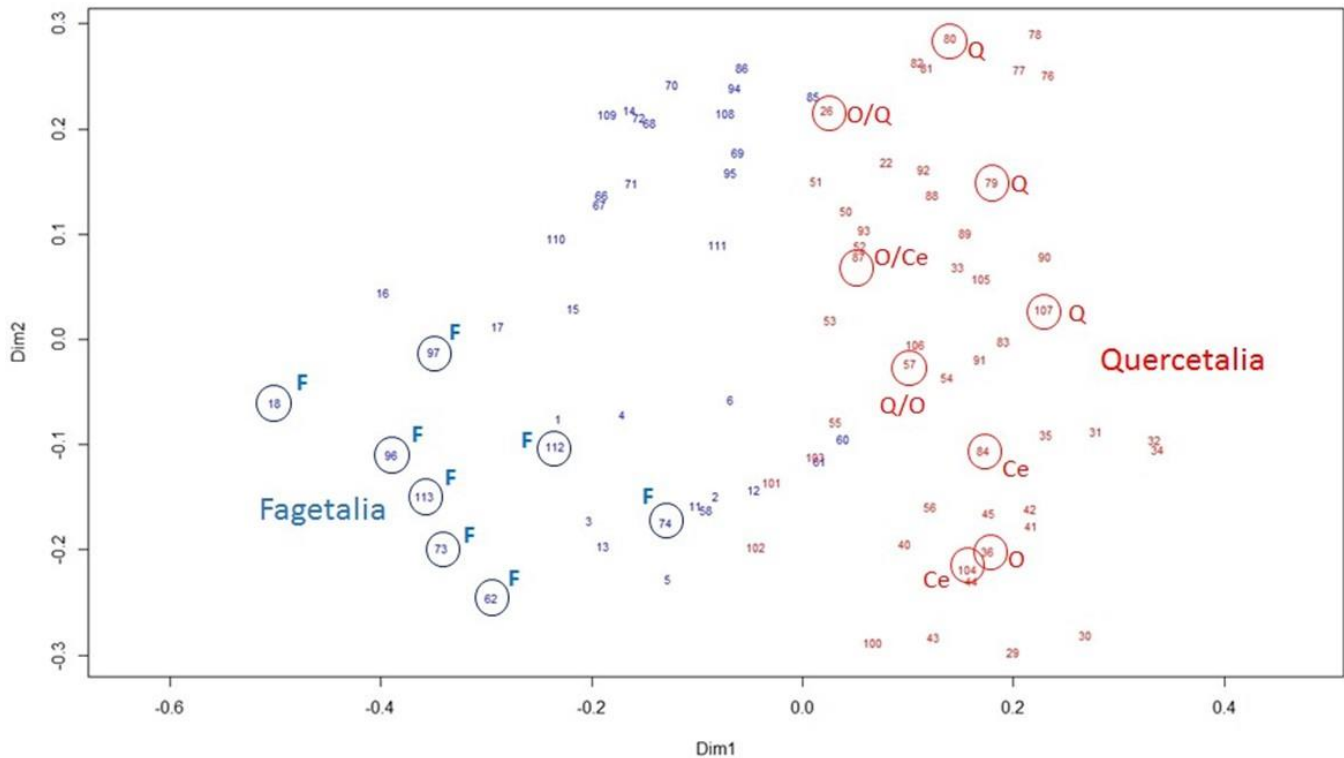


Fig. 3 – Ordinamento (PCoA) dei rilievi floristico-vegetazionali dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati (in rosso i numeri dei rilievi riferiti ai rimboschimenti del termotipo mesotemperato, in blu quelli del termotipo supratemperato) e dei relativi boschi autoctoni limitrofi (F: faggeta; O: ostrieto; Q: querceto a *Quercus pubescens* s.l.; Ce: cerreta).

a) Sp. significativamente legate ai rimboschimenti alto-montani			
	stat.	p.value	signif. code
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i> (a)	0.982	0.001	***
<i>Sesleria nitida</i> Ten (c)	0.866	0.001	***
<i>Sorbus aria</i> L. Crantz subsp. <i>aria</i> (b1)	0.805	0.009	**
<i>Orthilia secunda</i> L. House (c)	0.783	0.009	**
b) Sp. significativamente legate ai rimboschimenti basso-montani e alto-collinari			
	stat.	p.value	signif. code
<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i> (a)	0.984	0.001	***
<i>Fraxinus ornus</i> L. subsp. <i>ornus</i> (a1)	0.734	0.010	**

Tab. 1 – Specie differenziali dei rimboschimenti alto montani (a) dei rimboschimenti basso-montani, alto-collinari (b) rispetto ai relativi boschi autoctoni di riferimento. Association function: IndVal.g. Livello di significatività (alpha): 0.05. Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**'.

4.3 Caratterizzazione sintassonomica

L'autonomia floristico-vegetazionale che contraddistingue i rimboschimenti indagati potrebbe essere la base per la loro caratterizzazione sintassonomica in linea con le recenti evoluzioni concettuali e metodologiche in ambito fitosociologico (Biondi, 2011). In letteratura esempi di caratterizzazioni sintassonomiche relative a fitocenosi di conifere di origine antropica si hanno per la Francia dove viene descritta l'alleanza dell'*Epipactido muelleri-Pinion sylvestris* Royer in Royer *et al.* 2006 (classe *Erico-Pinetea*) che riunisce le cenosi di origine antropica e le pinete secondarie a dominanza di *Pinus sylvestris* (Royer 2010) per distinguerle da quelle di origine naturale.

Sulla base dei risultati ottenuti, per i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* dell'Appennino centrale indagati con il presente studio, vengono proposte due nuove associazioni nell'ambito della classe *Querco-Fagetea: Orthilio secundae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco per i rimboschimenti che si sviluppano tipicamente nel termotipo supratemperato superiore e *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco per le analoghe cenosi del termotipo mesotemperato superiore.

Per entrambe le comunità indagate si propone l'afferenza all'Habitat 9530* "*Pinete (sub)mediterraneae di pini neri endemici*", che raggruppa le foreste mediterraneo-montane e alpine caratterizzate dalla dominanza di pini del gruppo *Pinus nigra* (Direttiva Habitat 92/CEE).

Orthilio secundae-Pinetum nigrae ass. nova hoc loco (Tab. 2: rill. 1-31; typus ril. 30)

pinetosum nigrae subass. nova hoc loco subass. typus (rill. 29-31; typus ril. 30)

amelanchieretosum ovalis subass. nova hoc loco (rill.1-16; typus ril. 2)

aceretosum obtusati subass. nova hoc loco (rill. 17-28; typus ril. 20)

La nuova associazione riunisce le cenosi a dominanza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine antropica ubicate al di sopra dei 1200 m s.l.m sui versanti dei rilievi calcarei dell'Appennino centrale con esposizione prevalente sud e l'optimum nel termotipo supratemperato superiore nell'ambito della potenzialità delle faggete dell'alleanza *Aremonio-Fagion sylvaticae*. I collegamenti dinamici preferenziali sono con i mantelli di vegetazione dell'alleanza *Berberidion vulgaris* e con le praterie secondarie dell'alleanza *Phleo ambigu-Bromion erecti*. Talora, in condizioni rupestri, al limite superiore del bosco, le pinete della nuova associazione *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* entrano in contatto con le cenosi arbustive a *Juniperus communis* subsp. *nana* della classe *Junipero-Pinetea*.

Si tratta di cenosi durevoli fisionomicamente dominate da *Pinus nigra* con struttura irregolare in cui tutti gli strati risultano ben rappresentati e contraddistinti da specie forestali ed erbacee nemorali dell'ordine *Fagetalia sylvaticae* e dell'alleanza *Aremonio-Fagion* a cui si accompagnano un buon contingente di specie dell'ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*.

Vengono considerate specie caratteristiche e differenziali della nuova associazione: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Sorbus aria* subsp. *aria*, *Sesleria nitida*, *Orthilia secunda*, *Neottia nidus-avis*, *Cephalanthera rubra*, *Luzula sylvatica* subsp. *sieberi*, *Polygala chamaebuxus* e *Goodyera repens*. La nuova associazione *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* si inquadra nell'alleanza *Aremonio Fagion sylvaticae* ordine *Fagetalia sylvaticae* e classe *Querco-Fagetea*.

Nell'ambito della nuova associazione *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* oltre alla nuova subass. *pinetosum nigrae* (rill. 29-31 di Tab. 2) subass. typus; vengono riconosciute 2 nuove subassociazioni: *aceretosum obtusati* (rill. 17-28 di Tab. 2) e *amelanchieretosum ovalis* (rill.1-16 di Tab. 2).

La nuova subass. *amelanchieretosum ovalis* differenziata da: *Amelanchier ovalis* subsp. *ovalis*, *Chamaecytisus spinescens* e *Cotoneaster tomentosus* che si riferisce all'aspetto più rupestre e continentale dell'associazione si rinviene al limite meridionale dell'areale dell'alleanza *Aremonio-Fagion* di transizione verso le cenosi forestali dell'alleanza *Geranio versicoloris-Fagion sylvaticae* endemica dell'Appennino meridionale. Talora le pinete dell'ass. *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* subass. *amelanchieretosum ovalis*, al limite superiore del bosco, entrano in contatto con le formazioni arbustive della classe *Junipero-Pinetea*.

Infine la nuova subassociazione *aceretosum obtusati* si riferisce alle cenosi a *Pinus nigra* che si collocano nell'ambito della potenzialità delle faggete macroterme tipiche della suballeanza *Lathyro*

veneti-Fagenion sylvaticae (*Aremonio-Fagion sylvaticae*). Vengono considerate specie differenziali della nuova subassociazione *aceretosum obtusati*: *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, *Ostrya carpinifolia* e *Corylus avellana*.

Lonicero etruscae-Pinetum nigrae ass. nova (Tab. 3: rill. 1-39; typus ril. 2)
pinetosum nigrae subass. nova hoc loco subass. typus (rill. 1-34; typus ril. 2)
variante a *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* e *Quercus ilex* subsp. *ilex* (rill. 30-34)
epipactetosum exilis subass. nova hoc loco (rill. 35-39; typus ril. 37)

La nuova associazione riunisce le cenosi forestali a dominanza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine antropica che si rinvencono tipicamente nel termotipo mesotemperato superiore sui versanti dei rilievi calcarei dell'Appennino centrale nelle esposizioni prevalentemente ovest e sud nell'ambito della potenzialità dei boschi misti di caducifoglie dell'alleanza *Carpinion orientalis*.

La struttura della pineta risulta irregolare, tutti gli strati sono in generale ben rappresentati. Lo strato arboreo dominante risulta pressochè monospecifico a *Pinus nigra*. Negli strati dominati (sotto copertura del pino) oltre a *Pinus nigra* si rinvencono le specie forestali dell'alleanza *Carpinion orientalis* tra cui *Fraxinus ornus* subsp. *ornus* sempre presente talora con elevati valori di copertura e distribuito in tutte le diverse classi strutturali considerate, dall'arboreo dominato, alto e basso arbustivo fino allo strato erbaceo in cui è presente come rinnovazione, allo stadio di plantule.

Vengono considerate specie caratteristiche e differenziali della nuova associazione *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae*: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Daphne laureola*, *Hedera helix* subsp. *helix*, *Lonicera etrusca*, *Cornus mas* e *Asparagus acutifolius*. La nuova associazione viene inquadrata nell'alleanza *Carpinion orientalis*, ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae* e classe *Quercu-Fagetea*.

Nell'ambito della nuova associazione viene inoltre evidenziata la variante più termofila e rupestre a *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* e *Quercus ilex* subsp. *ilex* (rill. 30-34 di Tab. 3) e la nuova sub-associazione *epipactetosum exilis* (rill. 35-39 di Tab. 3). La subass. *epipactetosum exilis* differenziata da *Epipactis exilis*, *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* e *Aremonia agrimonoides* e che si rinviene sui versanti settentrionali dei rilievi a quote medie di 960 m indica il collegamento delle pinete dell'associazione *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* con quelle dell'associazione *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* tipiche del termotipo supratemperato.

Schema sintassonomico

QUERCO ROBORIS-FAGETEA SYLVATICAE Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

FAGETALIA SYLVATICAE Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski & Wallisch 1928

AREMONIO AGRIMONIOIDIS-FAGION SYLVATICAE (Horvat) Borhidi in Török, Podani & Borhidi 1989

Orthilio secundae-Pinetum nigrae ass. nova hoc loco

pinetosum nigrae subass. nova hoc loco subass. typus

amelanchieretosum ovalis subass. nova hoc loco

aceretosum obtusati subass. nova hoc loco

QUERCETALIA PUBESCENTI-PETRAEAE Klika 1933

CARPINION ORIENTALIS Horvat 1958

Lonicero etruscae-Pinetum nigrae ass. nova hoc loco

pinetosum nigrae subass. nova hoc loco subass. typus

epipactetosum exilis subass. nova hoc loco

variante a *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* e *Quercus ilex* subsp. *ilex*

H scap	EUROSIB./N-AM.	Solidago virgaurea L. subsp. virgaurea	c	+	+	+	+	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	.	+	+2	+2	.	.	.	+2	.	.	.	11		
P scap	EUR./W-ASIAT.	Acer pseudoplatanus L.	b1	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+2	1.1	.	.	+2	+	+2	10		
c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9		
G rhiz	EURASIAT.	Listera ovata (L.) R. Br.	c	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
H scap	EURASIAT.	Viola mirabilis L.	c	+	+2	.	.	.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6		
P scap	EUR./W-ASIAT.	Prunus avium L. subsp. avium	b1	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	
G rhiz	EUR.	Cephalanthera damasonium (Mill.) Druce	c	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
H ros	W-EUR.-MEDIT.	Primula vulgaris Huds. subsp. vulgaris	c	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
G rhiz	EUR.	Epipactis muelleri Godfery	c	.	+2	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5		
G rhiz	EUR.	Cardamine bulbifera (L.) Crantz	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	3		
G bulb	S-EUR.	Cyclamen hederifolium Aiton subsp. hederifolium	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	3		
P caesp	EUROSIB.	Lonicera xylosteum L.	b1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+2	.	.	.	3		
c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1		
c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
NP	EUR.	Rosa arvensis Huds.	b1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	
Quercus-Fagetea																																						
P scap	S-EUR/W-ASIAT.	Fraxinus ornus L. subsp. ornus	a1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	
b	.	.	.	1.1	+2	1.2	.	.	.	.	.	1.1	+2	.	.	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	
b1	+2	+	1.1	+2	1.1	.	.	+2	+	+	+	+	+	1.2	+2	2.1	1.1	.	1.2	1.1	+	.	.	.	.	.	.	2.2	1.2	2.2	1.2	+	.	.	23	
c	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	
H ros	MEDIT.	Viola alba Besser subsp. dehnhardtii (Ten.) W. Becker	c	+	1.2	.	1.2	+	.	.	+2	+2	.	.	+	+2	.	.	1.2	+	.	1.2	1.2	+	.	.	.	+2	+	+2	.	.	.	16				
H scap	EUROP.-W ASIAT.	Hieracium murorum L. (s.l.)	c	.	.	1.2	+	+2	.	.	.	.	+	+	+3	+2	1.2	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+2	.	+2	.	.	+2	1.3	+2	15
P scap	SE-EUR./SW-ASIAT.	Quercus cerris L.	b1	+	+	+	1.2	.	+	+	1.2	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	
c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
G rhiz	EURASIAT.	Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch	c	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10
G rhiz	EUR.	Hepatica nobilis Schreb.	c	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	+2	+2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+	+2	.	.	.	8	
P lian	EUR./SW-ASIAT.	Hedera helix L. subsp. helix	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
P scap	EUR./W-ASIAT.	Acer campestre L.	b1	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
P scap	S EUR.	Quercus pubescens s.l.	b1	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	5
c	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	5
P scap	MEDIT.	Sorbus domestica L.	b1	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
P caesp	MEDIT.	Acer monspessulanum L. subsp. monspessulanum	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
NP	W-EUR.-MEDIT.	Daphne laureola L.	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
H scap	EUR.	Melittis melissophyllum L. subsp. melissophyllum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Rhamno-Prunetea																																						
P caesp	MEDIT.	Cytisophyllum sessilifolium (L.) O. Lange	b1	+	+2	1.2	2.2	.	1.1	1.1	.	.	+	+2	.	.	.	.	2.3	1.1	+	+2	+	.	.	.	.	.	+	+2	1.1	.	+	+2	.	17
P caesp	EUROSIB./N AM.	Juniperus communis L. subsp. communis	b1	+	+	.	+2	.	.	.	.	1.1	1.2	+	+	.	.	+	+2	.	.	.	.	.	.	.	1.2	+2	+2	.	+	+	.	+2	+2	17
NP	EURASIAT.	Rosa canina L. (s.l.)	b1	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16
P lian	SE-EUR.	Lonicera caprifolium L.	b1	+	+	.	+	+2	1.2	+2	13	
P lian	EUR.	Clematis vitalba L.	b1	.	.	+2	.	+2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1.2	+	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12
H scap	EUR./W-ASIAT.	Viburnum lantana L.	b1	+	+	.	.	+	+	+2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11
NP	C EUROP.	Rubus hirtus (group)	b1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
P caesp	MEDIT.	Juniperus oxycedrus L. ssp. oxycedrus	b1	+	.	2.2	+2	+	1.1	+2	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
P scap	S-EUR.-MONT.	Laburnum anagyroides Medik. subsp. anagyroides	b1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9
c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
P caesp	S-EUR./SW-ASIAT.	Prunus mahaleb L.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
P caesp	EUR./W-ASIAT.	Crataegus monogyna Jacq.	b1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
Trifolio-Geranietea																																						
H caesp	EUR.	Brachypodium rupestre (Host) Roem. et Schult.	c	+2	+	1.2	.	.	1.2	.	.	.	+	+2	.	.	+	1.2	1.1	1.1	+	.	+2	+2	16
Ch suff	MEDIT.	Teucrium chamaedrys L. subsp. chamaedrys	c	+	+2	+2	+2	+2	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15
H scap	ENDEM.	Digitalis lutea L. subsp. australis (Ten.) Arcang.	c	1.1	1.1	+	+	.	.	.	1.1	.	.	+2	+2	10
H scap	MEDIT.	Tanacetum corymbosum (L.) Sch.-Bip. subsp. achillae (L.) Greuter	c	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
Laserpitium siler L. subsp. siculum (Spreng.) Santangelo, F. Conti et Gubellini	c	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8
H bienn	MEDIT.	Arabis turrata L.	c	1.1	1.1	1.2	+	7	
H scap	S-EUR.	Peucedanum oreoselinum (L.) Moench	c	+	5	
H rept	EURASIAT.	Fragaria vesca L. subsp. vesca	c	2.2	1.1	1.2	4	
G rhiz	COSMOPOL.	Pteridium aquilinum (L.) Kuhn subsp. aquilinum	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
H scap	S-EUR.	Cruciata glabra (L.) Ehrend. subsp. glabra	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
H scap	ENDEM.	Campanula micrantha Bertol.	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Ch suffr	SW-EUR.	Helleborus foetidus L. subsp. foetidus	c	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
H scap	S EUROP. MONT.	Peucedanum verticillare (L.) Mert. et W.D.J. Koch	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3
H scap	S-EUR.	Vicia villosa Roth subsp. varia (Host) Corb	c	+	+2	3	

4.4 Confronto con le pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte in Europa

Per verificare eventuali analogie e differenze floristico-vegetazionali e biogeografiche tra le pinete di origine antropica individuate con il presente studio e le pinete naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte in letteratura per la penisola italiana (Poldini 1969; Bonin 1978) e territori limitrofi (Trinajstić, 1999) è stato effettuato il confronto basato sulle colonne sintetiche (Tab. 4). L'ordinamento NMDS (Fig. 4) conferma la separazione delle cenosi considerate appartenenti alle diverse classi sintassonomiche e il legame biogeografico tra le cenosi forestali appenniniche e quelle balcaniche espresse dall'alleanza *Carpinion orientalis*, nell'ambito della classe *Quercus-Fagetea* (gruppo II di Fig. 4 e Tab. 4). In particolare si può seguire il gradiente Nord-Sud dalle pinete xerofile, rupestri, delle Alpi centro-orientali della classe *Erico-Pinetea* (gruppo I di Fig. 4) con le associazioni *Orno-Pinetum* e *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* a quelle della classe *Quercus-Fagetea* (gruppo II di Fig. 4) che si sviluppano su humus forestale in cui si inseriscono le pinete naturali del *Carpinion orientalis* descritte per la Croazia e quelle di origine antropica rilevate con il presente studio. Infine un discorso a parte meritano le pinete naturali a *Pinus nigra* descritte per l'Appennino meridionale dell'ass. *Genisto sericae-Pinetum nigrae* (gruppo III di Fig. 4 e Tab.4) che rappresenta l'unico sintaxon a *Pinus nigra* subsp. *nigra* indicato in letteratura per l'Appennino. Si tratta di una cenosi pioniera rada a *Genista sericea* e *Pinus nigra* contraddistinta dall'elevata presenza di specie di prateria che ne sottolineano il carattere pioniero e ne giustificano l'attribuzione da parte dell'autore nella classe *Festuco-Brometea* (Bonin 1978). Ulteriori studi fitosociologici su queste comunità, in considerazione della dinamica naturale a 30 anni dallo studio effettuato, potranno meglio definirne l'attuale inquadramento sintassonomico.

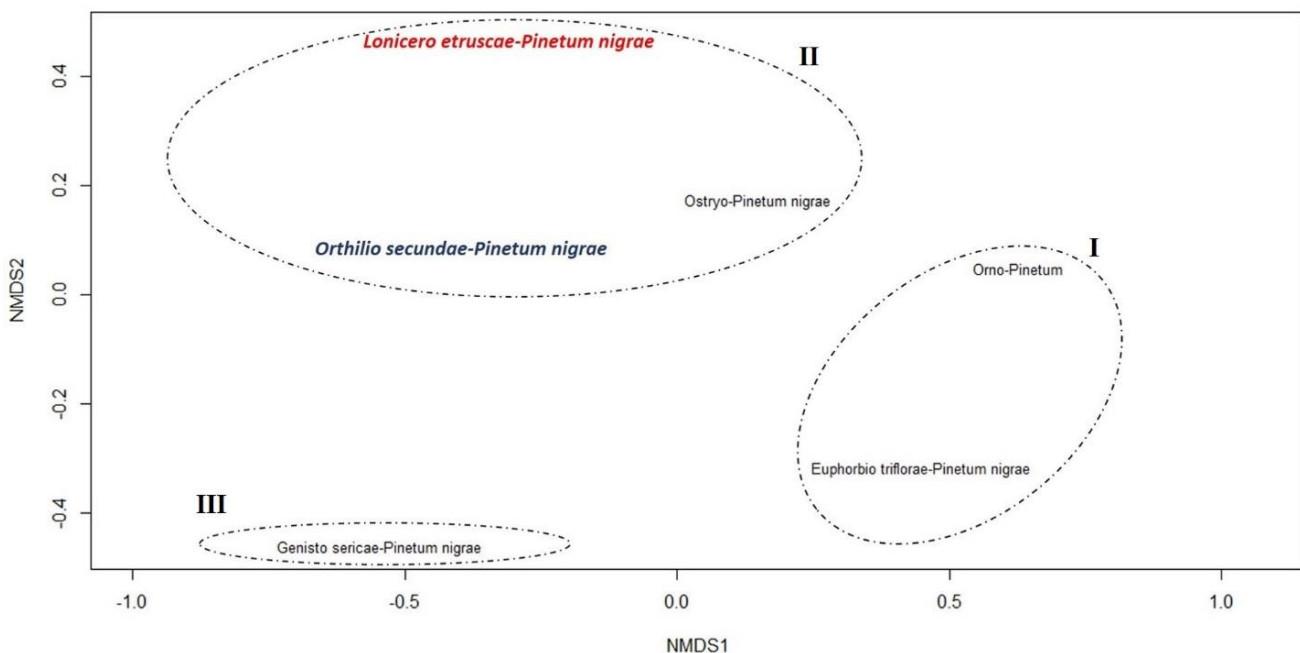


Fig. 4 – Ordinamento NMDS ottenuto dal confronto tra i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati col presente lavoro e le pinete naturali descritte in letteratura I: cl. *Erico-Pinetea*: *Orno-Pinetum* Martin 1961 (rill.2-5, 10-13, 15-18, 20-22 di Tab. 1 in Poldini, 1969), *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić, 1999 (Tab. 1 in Trinajstić, 1999); cl. *Quercus-Fagetea*: *Ostryo-Pinetum* Trinajstić 1999 (Tab. 2 in Trinajstić 1999), *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (Tab. 3), *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (Tab. 2); III: cl. *Festuco-Brometea*: *Genisto sericae-Pinetum nigrae* Bonin 1978 (rill 111-112-114-118-122-123 di Tab. 27 in Bonin 1978).

Erico-Pinetea			V	V	V	V	V	V	6
P scap	SE-EUR.-MONT.	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i>	IV	IV	I	.	I	.	4
Ch suffr	OROF.-S EUROP.	<i>Polygala chamaebuxus</i> L.	V	V	I	.	.	.	3
Ch frut	S-EUR.-MONT.	<i>Erica carnea</i> L. subsp. <i>carnea</i>	III	I	II	.	.	.	3
NP	C-EUR.	<i>Cytisus nigricans</i> L. (s.l.)	IV	IV	IV	.	.	.	3
H scap	S-EUR.-MONT.	<i>Buphthalmum salicifolium</i> L. subsp. <i>salicifolium</i>	V	III	II	.	.	.	3
G bulb	NE-MEDIT.	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill. subsp. <i>purpurascens</i>	I	.	I	.	I	.	3
Ch suffr	EUROSIB./N-AM.	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	I	.	.	I	I	.	3
G rhiz	EUROSIB./N-AMER.	<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.							

Quercuo-Fagetea (*Carpinion orientalis)			V	IV	IV	IV	III	IV	6
P scap	SE-EUR.	* <i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	I	I	III	III	II	III	6
P scap	S EUR.	<i>Quercus pubescens</i> Willd. (s.l.)	III	I	I	II	II	.	5
P caesp	EUR.	<i>Corylus avellana</i> L.	.	II	I	II	I	.	4
NP	S-EUR.	* <i>Emerus majus</i> Mill. Subsp. <i>emeroides</i> (Boiss. & Spruner) Soldano	.	I	III	I	I	.	4
P caesp	MEDIT.	* <i>Acer monspessulanum</i> L. subsp. <i>monspessulanum</i>	I	.	II	I	I	.	4
H scap	EUR.	* <i>Melittis melissophyllum</i> L.	II	.	I	II	IV	I	5
P scap	EUR.	<i>Fagus sylvatica</i> L. subsp. <i>sylvatica</i> arb/pl.	I	.	II	I	II	.	4
H scap	EUROSIB./N-AM.	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>virgaurea</i>	I	.	II	I	II	.	4
G rhiz	EUR.	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	I	.	II	I	II	.	4
H ros	W-EUR.-MEDIT.	<i>Primula vulgaris</i> Huds. subsp. <i>vulgaris</i>	I	.	II	I	I	.	4
P scap	SE-EUR.	* <i>Acer opalus</i> Mill. subsp. <i>obtusatum</i> (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gam	.	.	IV	IV	IV	II	4
NP	MEDIT./W-ASIAT.	* <i>Cotinus coggygria</i> Scop.	.	I	III	I	.	.	3
P scap	EUR./W-ASIAT.	<i>Acer campestre</i> L.	.	.	II	IV	I	.	3
T scap	EURASIAT./N-AM.	<i>Geranium robertianum</i> L.	.	.	II	I	I	.	3
P scap	SE-EUR./SW-ASIAT.	<i>Quercus cerris</i> L.	.	.	II	III	III	.	3
P scap	MEDIT.	<i>Sorbus domestica</i> L.	.	.	I	I	I	.	3
H scap	EUROP.-W ASIAT.	<i>Hieracium murorum</i> (group)	II	.	.	I	III	.	3
H ros	MEDIT.	<i>Viola alba</i> Besser subsp. <i>dehnhardtii</i> (Ten.) W. Becker	.	.	II	IV	III	.	3
G rhiz	EURASIAT.	<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz (s.l.)	II	.	.	I	I	.	3
H ros	S-EUR.	<i>Aremonia agrimonoides</i> (L.) DC. subsp. <i>agrimonoides</i>	.	.	I	I	I	.	3
P scap	EUROSIB.	<i>Sorbus aucuparia</i> L. subsp. <i>aucuparia</i>	II	.	.	I	I	.	3
H scap	EUR.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau	.	I	.	II	II	.	3
P caesp	EUROSIB.	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	.	.	II	III	I	.	3
H scap	EURASIAT.	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	.	.	I	I	III	.	3

Rhamno-Prunetea			II	.	II	I	II	.	4
H scap	EUR./W-ASIAT.	<i>Viburnum lantana</i> L.	.	III	III	II	II	.	4
P caesp	MEDIT.	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. ssp. <i>oxycedrus</i>	I	.	II	II	I	.	4
P caesp	EUR./W-ASIAT.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	.	.	.	I	III	III	3
P caesp	MEDIT.	<i>Cytisophyllum sessilifolium</i> (L.) O. Lang	III	.	II	I	.	.	3
NP	EURASIAT.	<i>Berberis vulgaris</i> L.	III	.	.	I	III	.	3
P caesp	EUROSIB./N AM.	<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	II	.	I	I	.	.	3
P scap	EUR.	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	.	.	IV	II	I	.	3
P caesp	S-EUR./SW-ASIAT.	<i>Prunus mahaleb</i> L.	.	.	II	II	I	.	3
P caesp	EUR./W-ASIAT.	<i>Prunus spinosa</i> L. subsp. <i>spinosa</i>	.	.	I	II	II	.	3
NP	EURASIAT.	<i>Rosa canina</i> L. (s.l.)	.	.	I	II	II	.	3

Trifolio-Geranietea			II	.	II	1	I	II	5
G rhiz	COSMOPOL.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i>	V	I	V	III	III	.	5
Ch suffr	MEDIT.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>	IV	.	.	V	III	I	4
H caesp	EUR.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	II	.	.	II	I	.	3
H rept	EURASIAT.	<i>Fragaria vesca</i> L. subsp. <i>vesca</i>	.	.	II	I	II	.	3
H scap	MEDIT.	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch.-Bip (s.l.)	.	.	II	I	I	.	3
Ch suffr	EUR.	<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill. subsp. <i>obscurum</i> (Celak.) Hc	I	.	.	I	I	.	3
H scap	S-EUR.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend. subsp. <i>glabra</i>	I	.	II	I	.	.	3
H scap	MEDIT.	<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	I	.	II	I	.	.	3

Festuco-Brometea			I	.	II	II	III	III	5
H caesp	EUR.	<i>Bromus erectus</i> Huds.	III	III	II	.	I	III	5
Ch suffr	S-EUR.	<i>Teucrium montanum</i> L.	II	I	II	I	.	.	4
Ch rept	S-EUR.	<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. <i>longicaulis</i>	I	.	III	I	I	.	4
H scap	EUR.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	II	I	.	I	I	.	4
H scap	EURASIAT.	<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	.	.	II	I	I	III	4
H scap	S-EUR./SW-ASIAT.	<i>Sanguisorba minor</i> Scop. subsp. <i>balearica</i> (Bourg. ex Nyman) Muñoz	.	.	III	I	II	IV	4
H scap	S-EUR.	<i>Galium corrudifolium</i> Vill.							

H scap	EURASIAT./N-AFR.	Lotus corniculatus L. subsp. corniculatus	II	.	.	I	I	.	3
H scap	MEDIT.	Eryngium amethystinum L.	.	.	II	I	I	.	3
H scap	EUROSIB.	Hypericum perforatum L. subsp. perforatum	.	.	II	I	I	.	3
H scap	EUR.	Asperula cynanchica L. (s.l.)	II	IV	.	I	.	.	3
Ch suffr	S-EUR.-MONT.	Acinos alpinus (L.) Moench (s.l.)	I	.	.	I	I	.	3
H scap	SE-EUR.	Centaurea rupestris L.	.	I	II	.	I	.	3
H scap	EUR.	Inula hirta L.	I	.	III	.	I	.	3
H ros	EUR.	Leontodon hispidus L.	II	.	.	I	I	.	3
Ch suffr	SE-EUR.	Asperula purpurea (L.) Ehrend. subsp. purpurea	I	.	.	II	II	.	3
Others									
H ros	EURASIAT.	Vincetoxicum hirundinaria Medik. subsp. hirundinaria	V	.	II	I	.	.	3
H scap	EUR.	Carlina vulgaris L.	I	.	.	.	I	I	3
G rhiz	EUR.	Carex flacca Schreb. (s.l.)	I	.	.	I	I	.	3
H caesp	EUROSIB.	Hypericum montanum L.	I	.	I	.	I	.	3
H caesp	MEDIT.	Festuca circummediterranea Patzke	.	.	.	I	I	II	3
Accidental species			102	22	67	150	124	40	

Col.1: *Orno-Pinetum* Martin 1961 (rill.2-5, 10-13, 15-18, 20-22 di Tab. 1 in Poldini, 1969)

Col. 2: *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić, 1999 (Tab. 1 in Trinajstić, 1999)

Col. 3: *Ostryo-Pinetum* Trinajstić 1999 (Tab. 2 in Trinajstić 1999)

Col. 4: *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (Tab. 3)

Col. 4: *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (Tab. 2)

Col. 5: *Genisto sericae-Pinetum nigrae* Bonin 1978 (rill 111-112-114-118-122-123 di Tab. 27 in Bonin 1978)

5. CONCLUSIONI

Il presente studio costituisce il primo contributo per la caratterizzazione floristico-vegetazionale e sintassonomica dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti nell'Appennino centrale dal termotipo mesotemperato superiore al supratemperato superiore in linea con le recenti evoluzioni concettuali e metodologiche in ambito fitosociologico (Biondi, 2011). L'autonomia floristica significativa di queste cenosi emersa dal confronto con i boschi autoctoni che si sviluppano nelle medesime condizioni ecologiche e che rappresentano la vegetazione potenziale attuale, può essere interpretata come la risultante degli effetti legati alla prolungata presenza del pino sulla diversità specifica. Ciò è particolarmente evidente nel piano supratemperato per l'instaurarsi di una combinazione specifica autonoma significativa caratterizzata da specie nemorali rare e di interesse biogeografico quali: *Orthilia secunda*, *Polygala chamaebuxus* e *Goodyera repens* assenti nei boschi autoctoni limitrofi. Sulla base dei risultati ottenuti, per le pinete di origine antropica, vengono proposte due nuove associazioni nell'ambito della classe *Quercio-Fagetea: Orthilio secundae-Pinetum nigrae* dell'alleanza *Aremonio-Fagion sylvaticae* (ordine *Fagetalia sylvaticae*) per i rimboschimenti del termotipo supratemperato e *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* dell'alleanza *Carpinion orientalis* (ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*) per quelli del termotipo mesotemperato.

Il confronto con i dati di letteratura relativi alle pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte per l'Italia e i territori limitrofi ha evidenziato la separazione delle cenosi considerate appartenenti alle diverse classi sintassonomiche e il legame biogeografico tra le cenosi forestali appenniniche e quelle balcaniche espresse dall'alleanza *Carpinion orientalis*.

I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati con il presente studio possono essere considerati stadi durevoli di una successione dinamica che devia dalla naturale successione vegetazionale. Ciò deve essere tenuto fortemente in considerazione nella programmazione degli interventi selvicolturali nell'ambito della *Restoration ecology*. Ulteriori studi potranno chiarire il significato ecologico di queste comunità forestali che possono essere considerate dei nuovi ecosistemi ('novel ecosystem' sensu Hobbs *et al.*, 2006) e che rappresentano un aspetto diffuso del paesaggio vegetazionale del territorio appenninico.

6. BIBLIOGRAFIA

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M. & Theurillat J.P., 2004. Flora alpina. Voll. 1-3. Zanichelli.
- Agnoletti, 2002. Storia e attualità nella politica del paesaggio in Italia e in Europa.
- Allegrezza M., Biondi E. & Mentoni M., 2008. Isoorogeosigmeta e iso-orogeoserie nella dorsale calcarea del Monte San Vicino (Appennino centrale). *Fitosociologia* 45 (1): 29-37.
- Allegrezza M., Ballelli S., Mentoni M., Olivieri M., Ottaviani C., Pesaresi S., & Tesei G., 2013. Biodiversity in the Sibillini Mountain range (Sibillini National Park, central Apennines): the example of Piè Vettore. *Plant Sociology* 50 (1): 57-89.
- Allegrezza M., Ballelli S., Ottaviani C. & Tesei G., 2014. R. Br. Notulae alla Checklist della flora vascolare italiana. Notula (2079) *Goodyera repens* (L.). *Informatore Botanico* 46 (2): 270-271.
- Amorini E. & Fabbio G., 1992. La gestione dei rimboschimenti con pino nero. *Monti e Boschi XLIII* (4): 27-29.
- Ashton, P. M. S., Gamage S., Gunatillekka I. A. U. N. & Gunatillekka C. V. S., 1997. Restoration of a Sri Lanka rainforest: using Caribbean pine *Pinus caribaea* as a nurse for establishing late successional tree species. *Journal of Applied Ecology* 34: 915-925.

- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E., & Pietracaprina A., 1996a. L'analisi floristico-vegetazionale e dinamico-strutturale nel recupero dei Rimboschimenti. *Giorn. Bot. Ital.* 130 (1): 427.
- Baiocco M., Casavecchia S., Biondi E. & Pietracaprina A., 1996b. Indagini geobotaniche per il recupero del rimboschimento del Monte Conero (Italia centrale). *Doc. Phytosoc.* XVI: 387-425.
- Ballelli S., Lucarini D. & Pedrotti F., 2005. Catalogo dell'Erbario dei Monti Sibillini di Vittorio Marche-soni. *Braun-Blanquetia* 38: 3-259.
- Bianchi et al. 2010. Effetti del diradamento in parcelle sperimentali di pino nero in Casentino (AR): risultati a otto anni dall'intervento.
- Biondi E., 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 19-29.
- Biondi E. & Ballelli S., 1973. Osservazioni su due rimboschimenti a *Pinus nigra* subsp. *nigra* nella zona di Fabriano (Marche). *Arch. Bot. Biogeogr. Ital.*, Forlì, ser. 4, XVIII (III-IV): 163-171.
- Biondi E., Blasi C., Allegrezza M., Anzellotti I., Azzella M.M., Carli E., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Galdenzi D., Gasparri R., Lasen C., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Taffetani F., Vagge I., Zitti S., Zivkovic L., 2014. Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome. *Plant Biosyst* 148: 728-814.
- Biondi E., Allegrezza M., Casavecchia S., Galdenzi D., Gasparri R., Pesaresi S., Vagge I., Blasi C., 2014a. New and validated syntaxa for the checklist of Italian vegetation. *Plant Biosyst* 148 (1): 318-332.
- Biondi E., Casavecchia S., Pesaresi S., Gangale C., Uzunov D., 2014b. New syntaxa for the prodrome of the Italian vegetation. *Plant Biosyst* 148, 723-727.
- Biondi E., Allegrezza, M., Casavecchia S., Galdenzi D., Gasparri R., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Vagge I., Venanzoni R. 2015: New taxonomic contribution to the Vegetation Prodrome of Italy. – *Plant Biosyst* 149(3): 603-615.
- Blasi C. & Frondoni R., 2011. Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 30-37.
- Bonin, G., 1978. Contribution à la connaissance de la végétation des montagnes de l'Apennin centro-meridional. Thèse doct., Marseille, France. 318 pp.
- Bussotti F., 2002. *Pinus nigra* Arnold. In: "Pines of Silvicultural Importance". CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 266-286.
- Cantiani P., Ciofini A., Cutini A., Piovosi M., Samaden S., 2002. Prove di rinaturalizzazione di rimboschimenti di pino nero in Pratomagno (AR). Atti seminario "Verso foreste più naturali". Ponte Buriano (AR), 12 giugno 2002: 62-65.
- Cantiani P., Iorio G., Pelleri F., 2005. Primi risultati di una ricerca sulle pinete di Pettenaio, Norcia (Perugia). *Forest@* (2): 207-216.
- Cantiani P. & Piovosi M., 2008. La gestione dei rimboschimenti di pino nero appenninici. I diradamenti nella strategia di rinaturalizzazione. *Ann. CRA - Centro Ric. Selv.* (35): 35 – 42.
- Cantiani P., Plutino M., 2008. Le pinete di impianto di pino nero appenniniche. Indagini sperimentali sul trattamento selvicolturale.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora: 13-420. Palombi ed., Roma.
- Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007. Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina* 10: 5-74.
- Cristaudo A., Bevilacqua G. & Maugeri G., 2009. Studio della vegetazione in popolamenti boschivi artificiali della Sicilia. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. *Accad. Ital. Sci. Forest.*: 169-176. Firenze.

- De Cáceres, M., Font X. & Oliva F., 2010. The management of vegetation classifications with fuzzy clustering. *Journal of Vegetation Science* 21 (6): 1138-1151.
- De Cáceres M., Legendre P. & He F., 2013. Dissimilarity measurements and size structure of ecological communities. *Methods in Ecology and Evolution* 4: 1167-1177.
- De Cáceres M, Jansen F. 2015. Package "indicpecies". R package version 1.7.5 <http://CRAN.R-project.org/package=indicpecies>.
- Dekker M., van Breugel M. & Sterck F.J., 2007. Effective height development of four co-occurring species in the gap-phase regeneration of Douglas fir monocultures under nature-oriented conversion. *Forest Ecology and Management* 238: 189-198.
- Diaci J., 2002. Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on silver fir - beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management* 161: 27-38.
- Dufrène M, Legendre P. 1997. Species assemblages and indicators species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol Monogr* 67(3): 345.
- Géhu J.M. & Rivas-Martínez S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. In: *Syntaxonomie*. H. Dierschke (ed.), Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk: 5-33. J. Cramer, Vaduz.
- Géhu J.M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. *Théorie et méthodologie*. Coll. Phytosoc. 17: 11-46. Géhu J.M., 2006. *Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales*. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.
- Géhu J.M., 2006. *Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales*. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.
- Gómez-Aparicio L., Zavala M., Francisco J. Bonet & Zamora R., 2009. Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications* 19: 2124-2141.
- Heitz R. & Rehfuß KE., 1999. Reconversion of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands into mixed forests: effects on soil properties and nutrient fluxes. *Management of mixed-species forest: silviculture and economics* (Olsthoorn AFM et al. eds). IBN-DLO, Wageningen: 46- 57.
- Hobbs J. R., Arico S., Aronson J., Baron S. J., Bridgewater P., Cramer V.A, Epstein P. R., Ewel J.J., Klink C. A., Lugo A. E., Norton D., Ojima D., Richardson D. M., Sanderson E. W., Valladares F., Vilà M., Zamora R. & Zobel M., 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, (Global Ecol. Biogeogr.)15: 1-7.
- Kenk G, Guehne S., 2001. Management of transformation in central Europe. *Forest Ecology and Management* 151: 107-119.
- Isajev, V., Fady B., Semerci H., Andonovski V., 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Jalas J. & Suominen J., 1972-1994. *Atlas Florae Europaeae*. Distribution of vascular plants in Europe. Voll. 1-10. Helsinki.
- Lazzarini A., 2002. *Disboscamento montano e politiche territoriali: Alpi e Appennini dal Settecento al Duemila*. Vol. 306.
- Malcom D.C., Mason W.L. & Clarke G.C., 2001. The transformation of conifer forests in Britain – regeneration, gap size and silvicultural systems. *Forest Ecology and Management* 151: 7-23.
- Mercurio R., Mallamaci C., Muscolo A., Sidari M., 2009. Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero.
- Mosandl R., Küssner R., 1999. Conversion of pure pine and spruce forests into mixed forests in eastern Germany: some aspects of silvicultural strategy. In: "Management of mixed-species forest: silviculture and economics" (Olsthoorn AFM et al. eds). IBN-DLO, Wageningen, pp. 208-218.
- Muscolo, A., Mallamaci, C., Sidari, M., & Mercurio, R., 2011. Effects of gap size and soil chemical properties on the natural regeneration in black pine (*Pinus nigra*, Arn.) stands. *Tree Forest Science Biotechnology*, 5, 65-71.

- Nocentini S., 1995. La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Una prova su pino nero e laricio nel complesso di Monte Morello (Firenze). *L'Italia Forestale e Montana*, 4: 425-435.
- Nocentini S. & Puletti N., 2009. La rinaturalizzazione dei rimboschimenti. Prova sperimentale su un popolamento di Pino nero e laricio. Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. *Accad. Ital. Sci. Forest.*: 217- 227. Firenze.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L, Solymos P., Stevens M.H. & Wagner H., 2015. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-0.
- Orlóci L., 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*. 2nd ed. Junk, The Hague.
- Page L.M. & Cameron A.D., 2006. Regeneration dynamics of Sitka spruce in artificially created forest gaps. *Forest Ecology and Management* 221: 260-266.
- Pesaresi S., Galdenzi D., Biondi E. & Casavecchia S., 2014. Bioclimate of Italy: application of the worldwide bioclimatic classification system. *Journal of Maps* 10 (4): 538-553.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia*. 1-3. Edagricole, Bologna.
- Poldini L., 1969. Le pinete di Pino austriaco nelle Alpi Carniche. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze – Trieste* 57.
- Podani J., 2007. *Analisi ed esplorazione multivariata dei dati in ecologia e biologia*. Liguori Editore, Napoli.
- Pott R., 2011. Phytosociology: A modern geobotanical method. *Plant Biosystem* 145 - Suppl. 1: 9-18.
- Plutino M., Piovosi M., Cantiani P., 2009. Rinaturalizzazione dei rimboschimenti di pino nero. Prove di impianto di potenziali nuclei di disseminazione di rovere in Pratomagno (AR). *Sherwood*, 150: 9-14.
- Rivas-Martínez S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139 (2): 135-144.
- Rivas-Martínez S., Sáenz S.R. & Penas A., 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.
- Royer J.M., 2010. Les pinèdes calcicoles secondaires du Nord-Est de la France (*Epipactido muelleri-Pinion sylvestris*). *Rev. For. Fr.* LXII - 3-4: 261-270.
- Romano D., 1986. I rimboschimenti nella politica forestale italiana, «Monti e Boschi», n. 6, pp. 7-12.
- Thanasis G., Zagas T., Tsitsoni T., Ganatsas P. & Papapetrou P., 2007. Stand development and structural analysis of planted *Pinus nigra* stands in northern Greece.
- Theurillat J.P., 1992. Etude ed cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la Région d'Aletsch (Valais, Suisse). Centre Alpin del Phytocoenographie, Champex et Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, Krypto, Teufen.
- Trinajstić I., 1999. Syntaxonomische Übersicht der Schwarzföhrenwälder (*Pinus nigra* Arnold s.l.) Kroatiens. *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum* 12 137-149.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A., 1993. *Flora Europaea*. Vol. 1, 2nd ed., Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. 1964- 1980. *Flora Europaea*. Voll. 1-5. 1st ed., Cambridge University Press.
- Tüxen R., 1978. Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundtagen der Synsoziologie. In: *Assoziationskomplexe (Rinteln)*. Ber. Intern. Symposium 1997 in Rinteln: 3-12.
- Vallauri D., Aronson J. & Barbero M., 2002. An analysis of Forest Restoration 120 years after Reforestation on Badlands in the southwestern Alps. *Restoration Ecology* 10: 16-26.
- Van der Maarel E., 1979. Transformation of cover- abundance values in phytosociology.
- Zerbe S., 2002. Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. *Forest Ecology and Management* 167: 27-42.

7. APPENDICE

Appendice I: Specie sporadiche

Tab. 2 – Ril 1: *Monotropa hypopitys* L. (c) +, *Lilium bulbiferum* L. subsp. *croceum* (Chaix) Jan (c) +, *Rhamnus saxatilis* Jacq. (b1) +, *Galium verum* L. subsp. *verum* (c) +, *Sesleria apennina* Ujhelyi (c) +, *Campanula scheuchzeri* Vill. (c) +, *Hieracium pseudogrovesianum* Gottschl. (c) 1.1. Ril. 2: *Hieracium racemosum* Waldst. & Kit. ex Willd. (*s.l.*) (c) +, *Bupleurum falcatum* L. subsp. *cernuum* (Ten.) Arcang. (c) +. Ril. 3: *Hieracium racemosum* Waldst. & Kit. ex Willd. (*s.l.*) (c) +.2, *Sorbus domestica* L. (b) +.2, *Cotoneaster integerrimus* Medik. (b1) +, *Prunella laciniata* (L.) L. (c) +, *Leucanthemum heterophyllum* (Willd.) DC. (c) +.2. Ril. 4: *Acer platanoides* L. (b1) +, *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (a1) 1.2, *Hieracium piloselloides* Vill. (c) +, *Globularia bisnagarica* L. (c) +.2, *Salvia pratensis* L. subsp. *pratensis* (c) 1.2, *Carlina vulgaris* L. (c) +. Ril. 5: *Limodorum abortivum* (L.) Sw. (c) +, *Luzula sylvatica* (Huds.) Gaudin subsp. *sylvatica* (c) +, *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* (b1) +, *Pyrus pyraeaster* Burgsd. (b1) +, *Leontodon hispidus* L. (c) +, *Potentilla rigoana* Th. Wolf (c) +.2, *Silene ciliata* Pourr. subsp. *graefferi* (Guss.) Nyman (c) +, *Senecio inaequidens* DC. (c) +, *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *tenoreana* (Colla) Soldano & F. Conti (c) +. Ril. 6: *Acer pseudoplatanus* L. (b) +.2, *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (b) +.2, *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (b1) 1.1, *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (c) +, *Rhamnus saxatilis* Jacq. (b1) +, *Emerus majus* Mill. subsp. *majus* (b1) +, *Veronica chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* (c) +, *Hieracium* sp. (c) 1.1, *Crepis aurea* (L.) Cass. subsp. *glabrescens* (Caruel) Arcang. (c) +. Ril. 7: *Ostrya carpinifolia* Scop. (c) +, *Rubus hirtus* (group) (c) +, *Hieracium* sp. (c) +, *Sesleria apennina* Ujhelyi (c) +. Ril. 8: *Securigera varia* (L.) Lassen (b1) +. Ril. 9: *Sorbus domestica* L. (b) 1.1, *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (b1) 1.1, *Emerus majus* Mill. subsp. *majus* (b1) +, *Prunus mahaleb* L. (b) 1.1, *Prunus spinosa* L. subsp. *spinosa* (b1) +. Ril. 10: *Asparagus acutifolius* L. (c) +, *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* (c) +, *Anthyllis vulneraria* L. (*s.l.*) (c) +, *Carlina acaulis* L. subsp. *caulescens* (Lam.) Schübl. & G. Martens (c) +, *Centaurea rupestris* L. subsp. *rupestris* (c) +, *Koeleria splendens* Presl (c) +, *Teucrium montanum* L. (c) +, *Carlina vulgaris* L. (c) +, *Anthericum liliago* L. (c) +. Ril. 11: *Laburnum anagyroides* Medik. subsp. *anagyroides* (b) +, *Pyrus pyraeaster* Burgsd. (b1) +, *Viola eugeniae* Parl. (c) +, *Hieracium villosum* Jacq. (gruppo) (c) +. Ril. 12: *Limodorum abortivum* (L.) Sw. (c) +, *Laburnum anagyroides* Medik. subsp. *anagyroides* (b) +.2, *Emerus majus* Mill. subsp. *emeroides* (Boiss. et Spruner) Soldano et F. Conti (b1) +, *Carex flacca* Schreb. subsp. *flacca* (c) +.2. Ril. 13: *Viola riviniana* Rchb. (c) +.2, *Asplenium adiantum-nigrum* L. subsp. *adiantum-nigrum* (c) +. Ril. 14: *Epipactis atrorubens* (Hoffm. ex Bernh.) Besser (c) +.2, *Sorbus aucuparia* L. subsp. *aucuparia* (b1) +, *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* (c) +, *Cotoneaster nebrodensis* (Guss.) C. Koch (b1) +, *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. (b1) +, *Daphne oleoides* Schreb. (b1) +.2, *Cyanus triumfetti* (All.) Dostál ex Á. & D. Löve (c) +, *Thymus serpyllum* (*s.l.*) (c) +.2, *Gentiana dinarica* Beck (c) 1.1. Ril. 15: *Fraxinus ornus* L. subsp. *ornus* (a) 1.1, *Prunus mahaleb* L. (c) +, *Daphne oleoides* Schreb. (b1) +, *Pimpinella tragiium* Vill. (c) +. Ril. 16: *Hieracium bifidum* Kit. ex Hornem. (*s.l.*) (c) +, *Hieracium tomentosum* (L.) L. (c) +. Ril. 17: *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte subsp. *cava* (c) +, *Quercus cerris* L. (b) +.2, *Lilium bulbiferum* L. subsp. *croceum* (Chaix) Jan (c) +, *Rosa montana* Chaix (b1) +, *Crataegus monogyna* Jacq. (b) +.2, *Prunus mahaleb* L. (b) +.2, *Geum urbanum* L. (c) +, *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* (c) +, *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) +, *Lathyrus pratensis* L. subsp. *pratensis* (c) +. Ril. 18: *Aremonia agrimonoides* (L.) DC. subsp. *agrimonoides* (c) +, *Bromopsis ramosa* (Huds.) Holub subsp. *ramosa* (c) +.3, *Corydalis cava* (L.) Schweigg. et Körte subsp. *cava* (c) +, *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. (c) +.2, *Campanula trachelium* L. subsp. *trachelium* (c) 1.1, *Veronica officinalis* L. (c) +, *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (a) +.2, *Ostrya carpinifolia* Scop. (a) 1.2, *Fraxinus ornus* L. subsp. *ornus* (a) +.2, *Tamus communis* L. (b1) +, *Geranium robertianum* L. (c) +.2, *Cotoneaster nebrodensis* (Guss.) C. Koch (b1) +, *Ajuga reptans* L. (c) +, *Trifolium medium* L. subsp. *medium* (c) +.2, *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* (c) +.2, *Trifolium ochroleucum* Huds. (c) +.2, *Primula veris* L. subsp. *suaveolens* (Bertol.) Gutermann et Ehrend. (c) +, *Inula conyzae* (Griess.) Meikle (c) +, *Onobrychis viciifolia* Scop. (c) +.3, *Cirsium arvense* (L.) Scop. (c) +, *Hypericum montanum* L. (c) +, *Potentilla rupestris* L. subsp. *rupestris* (c) +. Ril. 19: *Bromopsis ramosa* (Huds.) Holub subsp. *ramosa* (c) +.2, *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. (c) +, *Geranium robertianum* L. (c) +.2. Ril. 20: *Hedera helix* L. subsp. *helix* (b1) +, *Viburnum lantana* L. (c) +, *Lonicera caprifolium* L. (b) +, *Primula veris* L. subsp. *suaveolens* (Bertol.) Gutermann et Ehrend. (c) +, *Knautia integrifolia* (L.) Bertol. subsp. *integrifolia* (c) +, *Heracleum sphondylium* L. subsp. *pyrenaicum* (Lam.) Bonnier & Layens (c) +, *Asarum europaeum* L. (c) +. Ril. 21: *Acer pseudoplatanus* L. (a1) +.2, *Abies alba* Mill. (a1) +.2, *Abies alba* Mill. (b) +.2, *Abies alba* Mill. (c) +. Ril. 22: *Ostrya carpinifolia* Scop. (c) +. Ril. 23: *Aremonia agrimonoides* (L.) DC. subsp. *agrimonoides* (c) +, *Lilium martagon* L. (c) +, *Euphorbia dulcis* L. (c) +, *Abies alba* Mill. (b1) +, *Crataegus*

monogyna Jacq. (b) +.2. Ril. 24: *Lilium martagon* L. (c) +, *Fraxinus angustifolia* Vahl subsp. *oxycarpa* (Willd.) Franco & Rocha Afonso (c) +, *Populus tremula* L. (b1) +.2, *Populus tremula* L. (c) +, *Trifolium montanum* L. subsp. *rupestre* (Ten.) Nyman (c) +. Ril. 25: *Taxus baccata* L. (b1) +, *Ostrya carpinifolia* Scop. (a) 2.3, *Abies alba* Mill. (a) +.2, *Abies alba* Mill. (c) +, *Prunella vulgaris* L. subsp. *vulgaris* (c) +.2. Ril. 26: *Abies alba* Mill. (b1) +, *Tamus communis* L. (b1) +, *Emerus majus* Mill. subsp. *emeroides* (Boiss. et Spruner) Soldano et F. Conti (b1) +, *Prunus spinosa* L. subsp. *spinosa* (b1) +.2, *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *sylvestris* (c) +, *Carex flacca* Schreb. subsp. *flacca* (c) +.2. Ril. 27: *Dactylorhiza maculata* L. (s.l.) (c) +.2. Ril. 28: *Acer pseudoplatanus* L. (a) 2.2, *Acer opalus* Mill. subsp. *obtusatum* (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams (a) 2.2, *Veronica hederifolia* L. subsp. *hederifolia* (c) +, *Lathyrus pratensis* L. subsp. *pratensis* (c) +, *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* (c) +, *Equisetum arvense* L. subsp. *arvense* (c) +. Ril. 29: *Acer pseudoplatanus* L. (a1) 1.2, *Acer pseudoplatanus* L. (b) 1.1, *Myosotis sylvatica* Hoffm. (c) +, *Platanthera bifolia* (L.) Rchb. (c) +, *Trifolium ochroleucum* Huds. (c) +.2, *Dactylorhiza maculata* L. (s.l.) (c) +, *Heracleum sphondylium* L. subsp. *pyrenaicum* (Lam.) Bonnier & Layens (c) +, *Picris hieracioides* L. (s.l.) (c) +, *Cirsium morisianum* Rchb. (c) +, *Cnidium silaifolium* (Jacq.) Simonk. subsp. *silaifolium* (c) +. Ril. 30: *Festuca heterophylla* Lam. (c) +, *Hieracium piloselloides* Vill. (c) +, *Lotus corniculatus* L. subsp. *corniculatus* (c) +, *Medicago lupulina* L. (c) +. Ril. 31: *Poa nemoralis* L. subsp. *nemoralis* (c) +, *Trifolium alpestre* L. (c) +.2, *Eryngium amethystinum* L. (c) +, *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) +, *Hieracium cymosum* L. (c) +, *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* (c) +.

Tab.3 – Ril.1: *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* (c) +, *Juniperus communis* L. subsp. *communis* (c) +, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum* (c) +, *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* (c) +, *Carex flacca* Schreb. subsp. *flacca* (c) +.2. Ril. 3: *Prunus avium* L. subsp. *avium* (b) +.2. Ril. 4: *Bromus ramosus* Huds. +.2, *Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare* 1.1, *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *vulgaris* +. Ril. 5: *Galega officinalis* L. +. Ril. 6: *Osyris alba* L. +.3. Ril. 7: *Abies cephalonica* Loud. (c) +, *Acer pseudoplatanus* L. (c) +, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine* (c) +.2, *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. subsp. *sylvaticum* +, *Tanacetum corymbosum* (L.) Sch.-Bip. subsp. *achillae* (L.) Greuter +.2, *Geum urbanum* L. +, *Ptilostemon strictus* (Ten.) Greuter +.2, *Trifolium rubens* L. +, *Carex flacca* Schreb. subsp. *flacca* +. Ril. 8: *Fraxinus excelsior* L. subsp. *excelsior* (a1) +.2, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine* (c) +, *Prunus mahaleb* L. (c) +, *Cruciata glabra* (L.) Ehrend. subsp. *glabra* (c) +, *Cruciata laevipes* Opiz (c) +. Ril. 9: *Acer pseudoplatanus* L. (c) +, *Emerus majus* Mill. subsp. *emeroides* (Boiss. et Spruner) Soldano et F. Conti (c) +.2, *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *sylvestris* +, *Astragalus glycyphyllos* L. (c) +.2, *Trifolium incarnatum* L. (s.l.) (c) +, *Juglans regia* L. (b1) +. Ril. 10: *Acer pseudoplatanus* L. (c) +, *Trifolium incarnatum* L. (s.l.) (c) +. Ril. 12: *Abies cephalonica* Loud. (a) 1.2, *Abies cephalonica* Loud. (c) +, *Picea abies* (L.) H. Karst. (a) 1.2, *Prunus avium* L. subsp. *avium* (b) +.2, *Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides* (c) +.2, *Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides* (c) 1.2, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum* (c) +.2, *Cardamine graeca* L. (c) +. Ril. 13: *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *nepeta* (c) +, *Populus nigra* L. (b1) +. Ril. 14: *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* (a1) 1.1, *Clematis recta* L. (b1) +, *Clematis recta* L. (c) +, *Osyris alba* L. (b1) 2.2, *Vincetoxicum hirundinaria* Medik. subsp. *hirundinaria* (c) +. Ril. 15: *Quercus ilex* L. subsp. *ilex* (a1) 2.2, *Clematis recta* L. (b1) +. Ril. 16: *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. (b1) +. Ril. 17: *Viburnum lantana* L. (b1) +. Ril. 18: *Rosa arvensis* Huds. (b1) +, *Euonymus europaeus* L. (b1) +. Ril. 19: *Emerus majus* Mill. subsp. *emeroides* (Boiss. et Spruner) Soldano et F. Conti (c) +, *Medicago lupulina* L. (c) +. Ril. 20: *Poa nemoralis* L. subsp. *nemoralis* (c) +, *Rhamnus saxatilis* Jacq. (b1) +.2, *Crataegus monogyna* Jacq. (b) +.2, *Prunus mahaleb* L. (b) +.2, *Thalictrum aquilegifolium* L. subsp. *aquilegifolium* (c) +, *Euphorbia cyparissias* L. (c) +, *Robinia pseudoacacia* L. (b1) +, *Saponaria ocymoides* L. subsp. *ocymoides* (c) +, *Alyssoides utriculata* (L.) Medik. (c) +, *Doronicum columnae* Ten. (c) +. Ril. 21: *Rhamnus alpinus* L. subsp. *fallax* (Boiss.) Maire et Ptmg. (b1) +.2, *Rhamnus cathartica* L. (b1) +, *Berberis vulgaris* L. subsp. *vulgaris* (b1) +, *Euphorbia cyparissias* L. (c) +, *Medicago lupulina* L. (c) +, *Saponaria ocymoides* L. subsp. *ocymoides* (c) +, *Cirsium erisithales* (Jacq.) Scop. (c) +. Ril. 22: *Pinus sylvestris* L. (a1) 1.1, *Berberis vulgaris* L. subsp. *vulgaris* (b1) +.2, *Lonicera caprifolium* L. (b1) +, *Prunus mahaleb* L. (c) +, *Vicia cracca* L. (c) +.2, *Sonchus oleraceus* L. (c) +. Ril. 23: *Pinus sylvestris* L. (a1) +, *Prunus mahaleb* L. (c) +, *Vicia cracca* L. (c) +, *Sedum rupestre* L. subsp. *rupestre* (c) +, *Sonchus oleraceus* L. (c) +, *Geranium lucidum* L. (c) +, *Lathyrus apacha* L. (c) +. Ril. 24: *Hieracium racemosum* Waldst. & Kit. ex Willd. (s.l.) (c) +.3, *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *sylvestris* (c) +, *Campanula glomerata* L. (c) +.2. Ril. 25: *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (c) +.2, *Lathyrus sylvestris* L. subsp. *sylvestris* (c) +, *Sonchus asper* (L.) Hill (s.l.) (c) +, *Mercurialis annua* L. (c) +. Ril. 26: *Larix decidua* Mill. (b) +.2, *Larix decidua* Mill. (b1) +, *Prunus avium* L. subsp. *avium* (c) +, *Primula vulgaris* Huds. subsp. *vulgaris* (c) +, *Lonicera caprifolium* L. (b1) +.2, *Pyrus pyraeaster* Burgsd. (c) 1.1, *Stachys sylvatica* L. (c) +, *Knautia integrifolia* (L.) Bertol. subsp.

integrifolia (c) +, *Pimpinella peregrina* L. (c) +, *Plantago lanceolata* L. (c) +, *Medicago sativa* L. (c) +. Ril. 27: *Leontodon hispidus* L. (c) +, *Trifolium ochroleucum* Huds. (c) +, *Coronilla minima* L. subsp. *minima* (c) +.2, *Ononis pusilla* L. subsp. *pusilla* (c) +, *Achillea millefolium* L. subsp. *millefolium* (c) +, *Crepis lacera* Ten. (c) +, *Robinia pseudoacacia* L. (b1) +. Ril. 28: *Goodyera repens* (L.) R. Br. (c) +.2, *Picea abies* (L.) H. Karst. (b1) +.2, *Epipactis helleborine* (L.) Crantz subsp. *helleborine* (c) +, *Cyanus triumfetti* (All.) Dostál ex Á. & D. Löve (c) +, *Leontodon hispidus* L. (c) +, *Campanula glomerata* L. (c) 1.2, *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) +, *Trifolium ochroleucum* Huds. (c) +, *Coronilla minima* L. subsp. *minima* (c) +, *Bellis perennis* L. (c) +, *Silene vulgaris* (Moench) Garcke subsp. *tenoreana* (Colla) Soldano & F. Conti (c) +, *Carex flacca* Schreb. subsp. *serrulata* (Biv.) Greuter (c) +, *Crepis leontodontoides* All. (c) +, *Onosma echioides* (L.) L. (c) +.2. Ril. 29: *Cyanus triumfetti* (All.) Dostál ex Á. & D. Löve (c) +, *Genista tinctoria* L. (c) +.2, *Leontodon hispidus* L. (c) +, *Acinos alpinus* (L.) Moench subsp. *alpinus* (c) +, *Carlina utzka* Hacq. (c) +, *Stachys recta* L. (s.l.) (c) +, *Robinia pseudoacacia* L. (b1) +. Ril. 30: *Helianthemum nummularium* (L.) Mill. subsp. *obscurum* (Celak.) Holub (c) +.2, *Picris hieracioides* L. (s.l.) (c) +, *Sedum rupestre* L. subsp. *rupestre* (c) +.2. Ril. 31: *Cedrus deodara* (D. Don) G. Don. (b1) +, *Festuca circummediterranea* Patzke (c) +, *Arabis collina* Ten. (c) +, *Astragalus aquilanus* Anzal. (c) +, *Erysimum pseudorhaeticum* Polatschek (c) +, *Picris hieracioides* L. (s.l.) (c) +, *Carex divulsa* Stokes (c) +, *Pimpinella major* (L.) Huds. (c) +. Ril. 32: *Cedrus deodara* (D. Don) G. Don. (b) +, *Ferula communis* L. (c) +, *Knautia purpurea* (Vill.) Borbás (c) +, *Pimpinella saxifraga* L. (c) +, *Helianthemum oelandicum* (L.) Dum. Cours. subsp. *incanum* (Willk.) G. López (c) +.2, *Hieracium grovesianum* Arv.-Touv. ex Belli (s.l.) (c) +.2. Ril. 33: *Limodorum abortivum* (L.) Sw. (c) +, *Carex halleriana* Asso (c) +, *Festuca inops* De Not. (c) +. Ril. 34: *Cyanus triumfetti* (All.) Dostál ex Á. & D. Löve (c) +, *Ajuga reptans* L. (c) +, *Festuca circummediterranea* Patzke (c) +, *Ononis pusilla* L. subsp. *pusilla* (c) +, *Carex macrolepis* DC. (c) +, *Arabis hirsuta* (L.) Scop. (c) +, *Hieracium piloselloides* Vill. (c) +, *Pimpinella tragium* Vill. (c) +, *Asperula aristata* L. f. subsp. *oreophila* (Briq.) Hayek (c) +, *Asperula cynanchica* L. (c) +.2, *Leontodon crispus* Vill. subsp. *crispus* (c) +, *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* (c) +.2, *Juglans regia* L. (b1) +, *Prunella laciniata* (L.) L. (c) +, *Saxifraga paniculata* Mill. (c) +. Ril. 35: *Pinus sylvestris* L. (a) 1.2, *Euphorbia amygdaloides* L. subsp. *amygdaloides* (c) +.2, *Mercurialis perennis* L. (c) 3.3, *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (c) +, *Ajuga reptans* L. (c) +.2, *Polygonatum multiflorum* (L.) All. (c) +, *Gentiana dinarica* Beck (c) +. Ril. 36: *Prunus avium* L. subsp. *avium* (b) +.2, *Mercurialis perennis* L. (c) 1.2, *Salvia glutinosa* L. (c) +.2. Ril. 37: *Abies alba* Mill. (c) +, *Pinus sylvestris* L. (a) 1.1, *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. subsp. *sylvaticum* (c) +, *Cotoneaster integerrimus* Medik. (b1) +, *Stachys officinalis* (L.) Trevis. (c) +, *Genista tinctoria* L. (c) +, *Hieracium cfr profetanum* Belli (c) +, *Hieracium cfr sabaudum* L. (s.l.) (c) +. Ril. 38: *Sorbus aucuparia* L. subsp. *aucuparia* (b1) +, *Rosa arvensis* Huds. (b1) +, *Hieracium racemosum* Waldst. & Kit. ex Willd. (s.l.) (c) +, *Ligustrum vulgare* L. (b1) +, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn subsp. *aquilinum* (c) +, *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Syme (c) +, *Hieracium bifidum* Kit. ex Hornem. (s.l.) (c) +, *Ceterach officinarum* Willd. (s.l.) (c) +, *Smirnyum olusatrum* L. (c) +. Ril. 39: *Acer pseudoplatanus* L. (a) 1.1, *Sonchus asper* (L.) Hill (s.l.) (c) +, *Lathyrus cicera* L. (c) +, *Vicia sativa* L. (c) +.

Appendice II: Data e località dei rilievi

Tab.2 – Ril. 1: 3/06/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363602m E 4699917m N. Ril. 2: 22/08/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 364148 m E 4699620 m N. Ril. 3: 22/08/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363703 m E 4699838 m N. Ril. 4: 22/08/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363875m E 4699852m N. Ril. 5: 22/08/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363711m E 4699142m N. Ril. 6: 3/06/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363668m E 4699927m N. Ril. 7: 3/06/2014, sopra Arischia (AQ), 33T 363685m E 4699977.01 m N. Ril. 8: 23/08/2014, Mt. Faito (AQ), 33T 377738m E 4663951m N. Ril. 9: 23/08/2014, Mt. Faito (AQ), 33T 377775m E 4663816m N. Ril. 10: 22/08/2016, Villetta Barrea (AQ), 33T 411346m E 4625577m N. Ril. 11: 22/08/2016, Villetta Barrea (AQ), 33T 411342m E 4625876m N. Ril. 12: 22/08/2016, Villetta Barrea (AQ), 33T 411228m E 4625974m N. Ril. 13: 22/08/2016, Villetta Barrea (AQ), 33T 410310m E 4625680m N. Ril. 14: 31/07/2013, MT. Vettore (AP), 33T 360468m E 4741726m N. Ril. 15: 18/07/2014, Ovindoli (AQ), 33T 377221m E 4664977m N. Ril. 16: 18/07/2014, Ovindoli (AQ), 33T 377243m E 4665104m N. Ril. 17: da Tab. 3 in Allegrezza et al., 2013, (16/06/2011, Mt Vettore (AP), 33T 359125m E 4740511m N) ril. 1. Ril. 18: 31/07/2013, Mt. Vettore (AP), 33T 359278m E 4740680m N. Ril. 19: 31/07/2013, Mt. Vettore (AP), 33T 359486m E 4740712m N. Ril. 20: 31/07/2013, Mt. Vettore (AP), 33T 359920m E 4741198m N. Ril. 21: da Tab. 3 in Allegrezza et al., 2013 (16/06/2011, Mt. Vettore (AP), 33T 360766m E 4741808m N) ril. 5. Ril. 22: da Tab. 3

in Allegrezza et al., 2013 (16/06/2011, Mt. Vettore (AP), 33T 359391m E 4740695m N) ril. 6. Ril. 23: da Tab. 3 in Allegrezza et al., 2013 (16/06/2011, Mt. Vettore (AP), 33T 360396m E 4741681m N) ril. 2. Ril. 24: da Tab. 3 in Allegrezza et al., 2013 (16/06/2011, Mt. Vettore (AP), 33T 360546m E 4741764m N) ril. 4. Ril. 25: da Tab. 3 in Allegrezza et al., 2013 (16/06/2011, Mt. Vettore (AP), 33T 361039m E 4741695m N) ril. 3. Ril. 26: 12/05/2016, Mt. Carpegna (PU), 33T 285866m E 4852744m N. Ril. 27: 12/05/2016, Mt. Carpegna (PU), 33T 285740m E 4852565m N. Ril. 28: 12/05/2016, Mt. Carpegna (PU), 33T 285336m E 4852663m N. Ril. 29: 22/06/2015 Mt. Bove (Mc), 33T 351158m E 4752467m N. Ril. 30: 22/06/2015, Mt. Bove (Mc), 33T 351231m E 4752040m N. Ril. 31: 22/06/2015, Mt. Bove (Mc), 33T 351318m E 4751931m N.

Tab. 3 – Ril. 1: 20/06/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335398m E 4811897m N. Ril. 2: 2/07/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335316m E 4811778m N. Ril. 3: 2/07/2012 Mt. Predicatore (An), 33T 335349m E 4811778m N. Ril. 4: 20/06/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335399m E 4812144m N. Ril. 5: 2/07/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335428m E 4812294m N. Ril. 6: 2/07/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335448m E 4812115m N. Ril. 7: 25/06/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327079 E 4788612 N. Ril. 8: 10/07/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327334 E 4788505 N. Ril. 9: 25/06/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327212m E 4788598m N. Ril. 10: 10/07/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327283 E 4788560 N. Ril. 11: 10/07/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327215 E 4788555 N. Ril. 12: 20/06/2012, Mt. Predicatore (An), 33T 335425m E 4812282m N. Ril. 13: 25/06/2012, Mt. Tegolaro (An), 33T 327400m E 4788493m N. Ril. 14: 2/08/2016, Lama dei Peligni (Ch), 33T 432997m E 4656548m N. Ril. 15: 2/08/2016, Lama dei Peligni (Ch), 33T 432868m E 4656682m N. Ril. 16: 30/05/2016, Mt. Catria (PU), 33T 313629m E 4812240m N. Ril. 17: 27/07/2015, Assergi (AQ), 33T 374450m E 4698849m N. Ril. 18: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370587m E 4664630m N. Ril. 19: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370594m E 4664606m N. Ril. 20: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370567m E 4664669m N. Ril. 21: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370290m E 4664692m N. Ril. 22: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370825m E 4664516m N. Ril. 23: 17/07/2014, Mt. Velino (AQ), 33T 370827m E 4664462m N. Ril. 24: 30/05/2016, Mt. Catria (PU), 33T 313272m E 4812637m N. Ril. 25: 30/05/2016, Mt. Catria (PU), 33T 313497m E 4812032m N. Ril. 26: 18/10/2013, Mt. Pettenaio (PG), 33T 346034m E 4742469m N. Ril. 27: 08/06/2015, Mt. Acuto (PU), 33T 311399m E 4814640m N. Ril. 28: 08/06/2015, Mt. Acuto (PU), 33T 311405m E 4814802m N. Ril. 29: 08/06/2015, Mt. Acuto (PU), 33T 311363m E 4814647m N. Ril. 30: 04/11/2014, Roio (AQ), 33T 366518m E 4688407m N. Ril. 31: 04/11/2015, Roio (AQ), 33T 366580m E 4688403m N. Ril. 32: 05/11/2015, Roio (AQ), 33T 366523m E 4688607m N. Ril. 33: 27/07/2015, Assergi (AQ), 33T 376737m E 4695357m N. Ril. 34: 27/07/2015, Assergi (AQ), 33T 376782m E 4695117m N. Ril. 35: 01/08/2016, Pian delle Mele - Guardagrele (CH), 33T 430877m E 4669905m N. Ril. 36: 01/08/2016, Pian delle Mele - Guardagrele (CH), 33T 431600m E 4669940m N. Ril. 37: 01/08/2016, Pian delle Mele - Guardagrele (CH), 33T 431097m E 4669753m N. Ril. 38: 01/08/2016, Pizzoferrato(CH), 33T 436463m E 4641700m N. Ril. 39: 30/05/2016, Mt. Catria (PU), 33T 313551m E 4812239m N.

CAPITOLO IV

La rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (di origine gamica): i nuovi paesaggi in Appennino centrale

C. Ottaviani¹, G. Tesi¹, S. Ballelli², M. Allegrezza¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona, Italia

² Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Università di Camerino, Via Pontoni 5, 62032 Camerino (MC), Italia

Riassunto

Viene presentato lo studio floristico-vegetazionale, sinecologico, sindinamico, biogeografico e sintassonomico delle comunità naturali dell'Appennino centrale che, con la presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica, testimoniano l'aspetto di rinaturalizzazione di questa conifera a partire dai centri di disseminazione costituiti dai numerosi rimboschimenti presenti nel territorio appenninico. Lo studio fitosociologico ha permesso di evidenziare i tre diversi ambiti vegetazionali in cui il pino nero si inserisce: nelle comunità preforestali durevoli, pioniere a dominanza di *Ostrya carpinifolia* dell'associazione *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* (classe *Quercio-Fagetea*), sulle praterie subprimarie a *Sesleria apennina* dove si assiste ai primi stadi della colonizzazione di *Pinus nigra* e *Genista radiata* espressa dalla variante a *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Genista radiata* dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* (classe *Festuco-Seslerietea*) e infine sulle comunità edafoxerofile pioniere e durevoli di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* (classe *Junipero-Pinetea*) che rappresenta l'ambito vegetazionale più favorevole alla colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra*. Per quest'ultime, in base all'elaborazione dei rilievi, al confronto con i dati di letteratura e in considerazione della peculiarità biogeografica relativa alla consociazione di queste tre specie è stata proposta una nuova alleanza per l'Appennino centro-meridionale, il *Sorbo ariae-Juniperion nanae* nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea*, ordine *Juniperetalia hemisphaericae* che riunisce le comunità pioniere, durevoli, di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si sviluppano in posizione edafoxerofila su suoli primitivi ricchi della componente clastica dal termotipo supratemperato superiore a quello orotemperato inferiore dell'Appennino calcareo centro-meridionale, e di cui l'associazione *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza et. al., 2013 rappresenta il *typus*. All'interno di questo nuovo sintaxon vengono inoltre riconosciute due nuove sub-alleanze, 3 nuove associazioni e una subassociazione. La presente ricerca ha permesso di caratterizzare sintassonomicamente questi nuovi paesaggi che si stanno formando in Appennino centrale, oltre che a comprendere l'ecologia di queste comunità che testimoniano il processo di rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* a partire dai centri di diffusione dei semi costituiti dai rimboschimenti.

Parole chiave: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, cenosi naturali, Appennino centrale, classe *Junipero-Pinetea*, sintassonomia.

1. INTRODUZIONE

Pinus nigra subsp. *nigra* costituisce cenosi naturali che si localizzano principalmente nel suo areale di distribuzione, incentrato nell'Europa balcanica fino all'arco alpino orientale, dove sono state descritte numerose associazioni: *Orno-Pinetum nigrae* Martin, 1961; *Carici sempervirentis-Pinetum nigrae* Accetto 1999; *Daphno alpinae-Pinetum nigrae* Accetto 2001, *Euphorbio triflorae-Pinetum nigrae* Trinajstić 1999, *Laserpitio-Pinetum nigrae* Fukarek, 1970, *Ostryo-Pinetum nigrae* Trinajstić

1999. Queste associazioni (ad esclusione dell'*Ostryo-Pinetum nigrae*, inquadrato all'interno della classe *Quercus-Fagetea*, ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*, alleanza *Ostryo-Carpinion*) vengono inquadrati nella classe *Erico-Pinetea*, che raggruppa le pinete illiriche a *Pinus nigra* o a *Pinus sylvestris* e *Ostrya carpinifolia*. In termini ecologici si tratta di boschi xerofili piuttosto aperti, che si sviluppano in stazioni rupestri o su pendii acclivi esposti a sud.

Per quanto riguarda il contesto appenninico formazioni naturali a pino nero dei substrati carbonatici sono state individuate nella parte settentrionale della Calabria e riferite al *Genisto sericeae-Pinetum nigrae* Bonin 1978, che rappresenta uno stadio pioniero di colonizzazione su prateria della classe *Festuco-Brometea*, mentre nei rilievi silicei della Calabria, dove *Pinus nigra* subsp. *nigra* viene sostituito da *Pinus nigra* subsp. *laricio*, le pinete sono state riferite all'*Hypochaerido-Pinetum calabricae* Bonin 1978 ex Brullo, Scelsi & Spampinato 2001 (classe *Quercus-Fagetea*). Si tratta di cenosi fisionomicamente caratterizzate da uno strato arboreo rado a *Pinus nigra* subsp. *laricio* che si sviluppano su versanti soleggiati e xerici della fascia supramediterranea tra i 1200 e 1800 m, ed assume il significato di associazione edafoclimacica, che in condizioni più favorevoli tende dinamicamente al bosco di faggio.

In Sicilia le pinete a *Pinus nigra* subsp. *laricio* presenti sull'Etna vengono riferite allo *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabricae* Brullo & Siracusa in Brullo *et al.* 2001, nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* e al *Daphno laureolae-Pinetum calabricae* nell'ambito della classe *Quercus-Fagetea*. La prima associazione è stata descritta per le cenosi edafoxerofile che si sviluppano tra i 1600 e i 1900m caratterizzate da uno strato arboreo discontinuo dato dal pino laricio e da uno strato arbustivo dominato da *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* mentre la seconda si riferisce a cenosi di *Pinus nigra* subsp. *laricio* che si sviluppano su suoli profondi da 1400 a 1600m, caratterizzate dalla presenza di specie mesofile nemorali e viene considerata vicariante geografica dell'*Hypochaerido-Pinetum calabricae*; sindinamicamente ha il suo optimum all'interno della tessera dei boschi di querce caducifoglie dell'associazione *Agropyro panormitani-Quercetum congestae*, ma su substrati rocciosi è sostituito dalla vegetazione edapho-xerofila di *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabricae* (Brullo *et al.*, 2012).

Oltre a *Pinus nigra* in Appennino altre due specie del genere *Pinus* costituiscono pinete aperte a carattere arbustivo nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea*, si tratta di *Pinus mugo* e *Pinus leucodermis*. Le mughete a *Pinus mugo* vengono inserite nell'alleanza *Epipactido atropurpureae-Pinion mugo* (Stanisci, 1997) che riunisce le comunità calcicole dell'Appennino centrale dominate da *Pinus mugo*, che si sviluppano nei piani bioclimatici a termotipo da supratemperato superiore a orotemperato superiore, localizzate sul massiccio della Majella e alla Camosciara (Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise). In termini ecologici si tratta di arbusteti calcicoli, che si sviluppano su suoli ricchi di scheletro, fra i 1800 e i 2450 metri, occupando i pendii acclivi e assolati alle quote inferiori e le tasche di suolo delle stazioni rupestri, alle quote più elevate. Le pinete a *Pinus leucodermis* presenti esclusivamente in Appennino meridionale (gruppo montuoso del Pollino), e inserite nell'alleanza *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae*, sono cenosi che si sviluppano a quote comprese tra 1900 e 2000m, la cui struttura fisionomica è rappresentata da un ginepreto chiuso a *Juniperus communis* subsp. *nana* in cui si inseriscono individui isolati di *Pinus leucodermis*.

Nell'Appennino centro-settentrionale dove *Pinus nigra* subsp. *nigra* non è presente come specie autoctona, anche se importanti informazioni sulla storia della presenza del pino nero in ambito appenninico rivelano che in passato, nel periodo anatermico continentale (20000 a.c. – 2500 a.c.) la sua diffusione dominava sulle latifoglie (vedi approfondimento in Cap. I), si sta assistendo ad un processo di rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica che va a costituire delle nuove comunità ('novel ecosystem' o 'emerging ecosystem') (Hobbs *et al.*, 2006) andando a formare dei nuovi paesaggi.

Il processo di colonizzazione del pino nero a cui si sta assistendo è il risultato della sinergia di diversi fattori concomitanti quali l'abbondanza dei semi legata ad anni di eccezionale produzione (mast year) degli individui adulti, che da letteratura si verifica ogni 2-4 anni (Isajev *et al.*, 2004), la loro dispersione ed efficienza germinativa, unitamente a fattori antropici (riduzione del pascolo ed

aumento della disponibilità di seme di pino nero per la presenza di rimboschimenti) (Piermattei *et al.*, 2012). I centri di diffusione dei semi di pino nero sono infatti costituiti principalmente dai rimboschimenti artificiali molto diffusi nel piano montano; il fenomeno di rinaturalizzazione alle più elevate altitudini è stato inoltre favorito negli ultimi decenni dal declino delle attività pascolive e sembrerebbe anche dall'aumento delle temperature (Piermattei *et al.*, 2012, Piermattei *et al.*, 2014). In letteratura, relativamente al territorio appenninico la presenza di comunità naturali in cui è presente *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica viene indicata nel versante meridionale del Mt. Vettore, dove “individui spontanei di *Pinus nigra* subsp. *nigra* danno al paesaggio il tipico aspetto della classe *Junipero sabinae-Pinetea sylvestris* (Allegrezza *et al.*, 2013). Ad oggi tuttavia non si ha alcun riferimento di studi floristico-vegetazionali specifici che interessano questo tipo di vegetazione in Appennino centrale, né tantomeno è stata inquadrata a livello fitosociologico.

Scopo del presente articolo è lo studio floristico-vegetazionale, sinecologico, sindinamico, biogeografico e sintassonomico delle comunità dove si inserisce *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica, che stanno costituendo dei nuovi paesaggi in Appennino centrale sopra il limite attuale del bosco e che rappresentano l'aspetto della rinaturalizzazione del pino nero, a partire dai centri di diffusione dei semi costituiti dai rimboschimenti.

2. AREA DI STUDIO

I territori indagati (Fig. 1) sono ubicati nell'Appennino centrale all'interno di due parchi nazionali: il Parco Nazionale dei Monti Sibillini e il Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga, e nel versante Nord-Occidentale del Monte Acuto (Fig. 1) del gruppo montuoso Catria-Nerone (Appennino umbro-marchigiano), per un totale di 3 aree e 6 siti d'indagine.

Le quote sono comprese tra circa 1400 e 1780 m s.l.m. La classificazione bioclimatica sensu Rivas-Martinez *et al.* (2011) indica un macroclima temperato un bioclina oceanico e un termotipo che va dal supratemperato superiore all'orotemperato inferiore (Pesaresi *et al.* 2014). Dal punto di vista geologico tutte le aree sono caratterizzate da litotipi di natura prettamente calcarea.

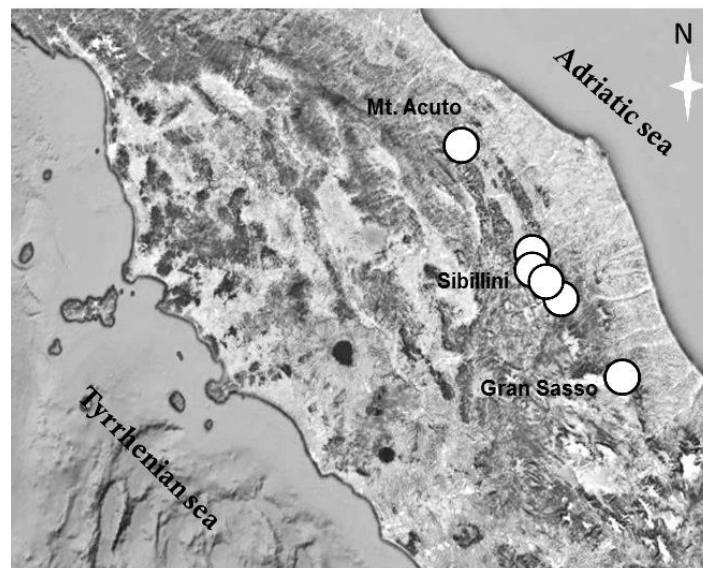


Fig. 1. Ubicazione dell'area in studio

3. MATERIALI E METODI

Lo studio della vegetazione è stato condotto secondo il metodo fitosociologico della scuola Sigmata di Zurigo-Montpellier e successive integrazioni (Tüxen 1978; Géhu & Rivas-Martínez, 1981; Géhu, 1991; Theurillat, 1992; Rivas-Martínez, 2005; Géhu, 2006; Allegrezza *et al.* 2008; Biondi, 2011; Pott, 2011; Blasi & Frondoni, 2011).

Sono stati utilizzati n. 98 rilievi di cui 85 inediti (21 relativi alle comunità naturali di origine gamica di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e 64 ai rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra*) e 13 presenti in letteratura (7 relativi alle comunità naturali di origine gamica e 6 ai rimboschimenti (Allegrezza *et al.*, 2013)). Per il confronto con i dati di letteratura sono state utilizzate 15 colonne sintetiche: 10 nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* relative ai sintaxa descritte per la penisola italiana in cui sono presenti *Juniperus communis* subsp. *nana* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (Stanisci A., 1997; Allegrezza *et al.*, 2013, Brullo *et al.*, 2001) e 5 nell'ambito della classe *Rhamno-Prunetea* riferite all'alleanza *Berberidion vulgaris* suball. *Berberidenion vulgaris* (Allegrezza, 2003; Biondi *et al.*, 2004; Biondi *et al.*, 1999; Cutini *et al.*, 2002).

La nomenclatura delle specie e la loro caratterizzazione biologica e corologica seguono Conti *et al.* (2005, 2007); sono stati consultati inoltre: Aeschimann *et al.* (2004), Tutin *et al.* (1964-80, 1993), Jalas *et al.* (1972-1994), Pignatti (1982), Ballelli *et al.* (2005).

I valori dei rilievi fitosociologici sono stati trasformati secondo la scala di Van der Maarel (1979) e quindi sottoposti ad analisi multivariata attraverso l'utilizzo di "VEGAN community ecology package" per R (Oksanen *et al.*, 2015). La classificazione numerica ottenuta dalla cluster analysis è stata effettuata applicando l'algoritmo del legame completo (Orloci, 1978) alla matrice di somiglianza, calcolata applicando l'indice *Jaccard*. L'ordinamento del non-metric multidimensional scaling (NMDS), adatto per l'analisi dei dati ordinali come quelli di Van der Maarel (Podani, 2007), è stato usato per descrivere l'andamento principale della variazione floristica. Il risultato della cluster analysis è stato sovrapposto al plot bidimensionale dell'NMDS.

La nomenclatura sintassomica a livello di alleanza, di ordine e classe segue il Prodroso della vegetazione italiana (Biondi *et al.*, 2014), le successive integrazioni (Biondi *et al.*, 2014a, 2014b, 2015), e le variazioni e le integrazioni di sintaxa indicati nel sito specifico interattivo della Società Botanica Italiana recentemente aggiornato ([http://www.prodromo vegetazioneitalia.org/](http://www.prodromovegetazioneitalia.org/)).

4. RISULTATI

4.1 Definizione dei tipi e composizione floristica

Il dendrogramma (Fig.2) relativo alla classificazione dei rilievi delle diverse comunità naturali in Appennino centrale caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica separa 3 gruppi di rilievi che si collegano a 3 principali contesti vegetazionali rilevati.

Il primo gruppo di rilievi (cluster I) si riferisce alle comunità preforestali durevoli, pioniere a dominanza di *Ostrya carpinifolia* e raggruppa i rilievi provenienti dal versante sud di Mt. Vettore già pubblicati in letteratura (Allegrezza *et al.*, 2013) e appartenenti all'associazione *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae*, nell'ambito della classe *Quercio-Fagetea*. La presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in queste cenosi è molto bassa (<1%).

Il secondo gruppo (cluster II) si collega alle praterie sub-primarie a *Sesleria apennina* dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* (classe *Festuco-Seslerietea*) ubicate sopra il limite attuale del bosco nel termostipo supratemperato inferiore nel gruppo montuoso del Mt. Catria (Appennino umbro-marchigiano) interessate dai primi stadi della colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e di *Genista radiata*.

Il terzo gruppo (cluster III) di rilievi più consistente e articolato si riferisce in generale alle cenosi di *Juniperus communis* subsp. *nana* e/o *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* presenti al limite

superiore attuale del bosco nel termotipo supratemperato superiore in posizione edafoxerofila. In questo contesto vegetazionale in cui *Pinus nigra* raggiunge talora elevati valori di copertura rientrano anche una parte di rilievi già pubblicati in letteratura e relativi alle cenosi dell'associazione *Sorbo ariarum-Juniperetum nanae* inquadrati nell'alleanza *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* della classe *Junipero sabinae-Pinetea sylvestris* (Allegrezza et al., 2013).

L'NMDS (Fig. 3) ottenuto mostra la chiara distinzione dei principali ambiti vegetazionali in cui il pino nero è presente in forma rinaturalizzata, che si riferiscono sostanzialmente a tre classi differenti: *Quercio-Fagetea*, *Festuco-Seslerietea* e *Junipero-Pinetea*. Di seguito vengono descritte specificatamente le diverse tipologie vegetazionali evidenziate.

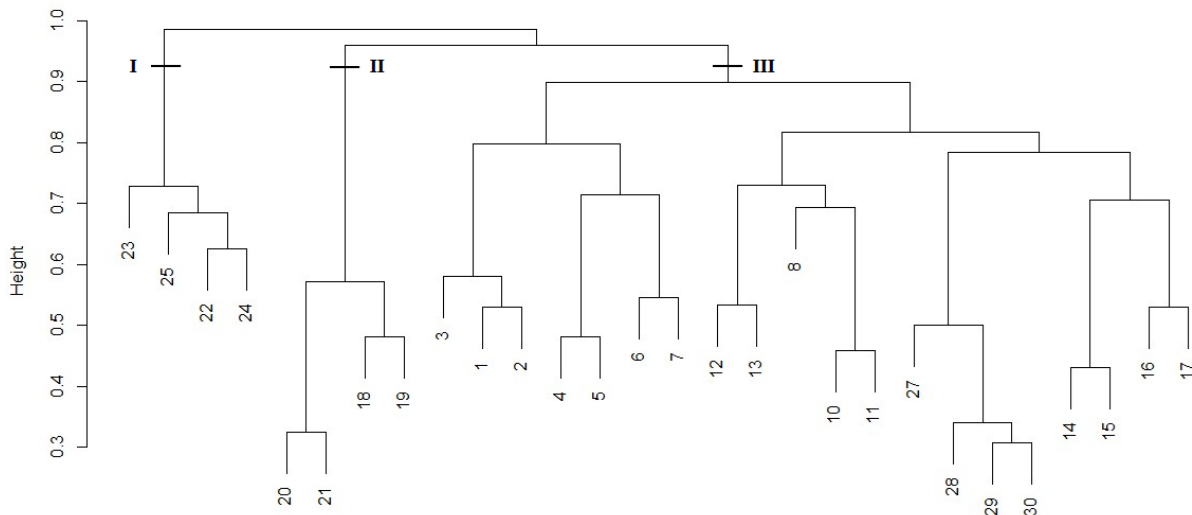


Fig. 2 – Dendrogramma dei rilievi fitosociologici relativi alle comunità naturali in Appennino centrale caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* di origine gamica: Cluster I - *Quercio-Fagetea* (*Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae*); Cluster II - *Festuco-Seslerietea* (*Carici macrolepis-Seslerietum apenninae*); cluster III: *Junipero-Pinetea* (gruppo di cenosi a *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* con *Pinus nigra* subsp. *nigra*).

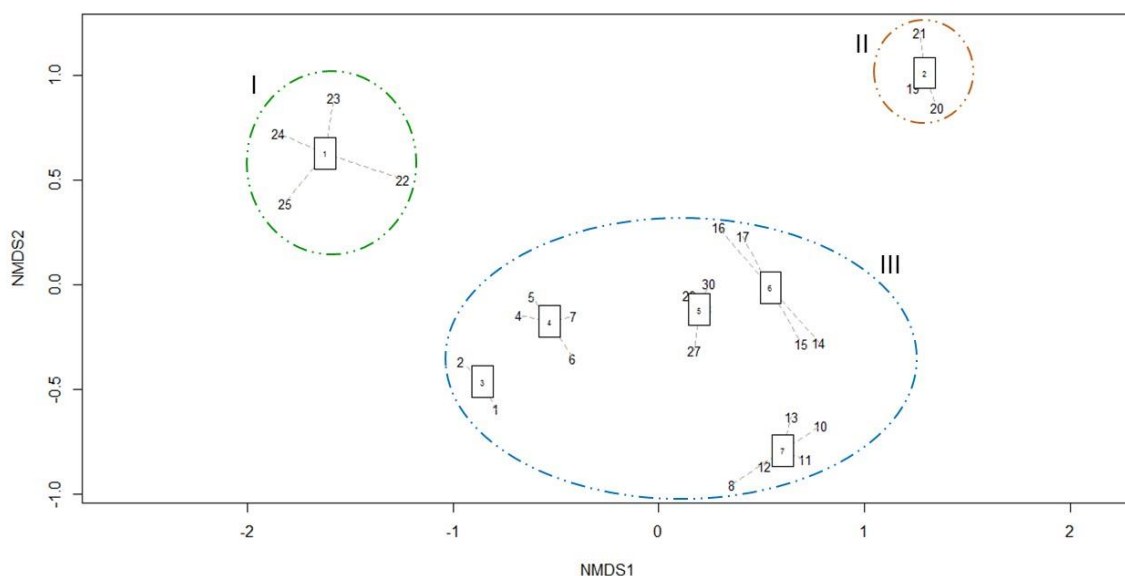


Fig. 3 - Ordinamento NMDS delle cenosi di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica indagate: *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Ostrya carpinifolia* nell'ambito della classe *Quercio-Fagetea* (gruppo I); *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Genista radiata* nell'ambito della classe *Festuco-Seslerietea* (gruppo II) e *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Juniperus communis* subsp. *nana* e *J. communis* subsp. *hemisphaerica* nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* (gruppo III).

4.1.1 CENOSI PREFORESTALI DUREVOLI DI *OSTRYA CARPINIFOLIA* CON *PINUS NIGRA* SUBSP. *NIGRA*
(TAB. 1)

***Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* Allegrezza et al., 2013**

In letteratura la presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Ostrya carpinifolia* è nota soprattutto per le Alpi orientali dove Poldini (1982) evidenzia come il *Fraxino orni-Pinetum nigrae* della classe *Erico-Pinetea* entra in contatto con i boschi di *Ostrya carpinifolia*, definendo una specifica sub associazione *Fraxino orni-Pinetum nigrae ostryetosum* (Poldini, 1982).

Le cenosi presenti in Appennino centrale in cui si riscontra la presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Ostrya carpinifolia* si riferiscono all'associazione *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* Allegrezza et al., 2013, descritta per il versante meridionale del Mt. Vettore (Parco Nazionale dei Monti Sibillini). L'associazione inquadra le cenosi pioniere preforestali a dominanza di *Ostrya carpinifolia* con struttura alto-arbustiva che si sviluppano su canali di valanga parzialmente stabilizzati; sono comunità a carattere durevole presenti sui versanti meridionali dei rilievi calcarei del piano supratemperato, nei settori soggetti a periodiche perturbazioni naturali, come valanghe e crolli (Allegrezza et al., 2013). Le specie caratteristiche e differenziali dell'associazione sono: *Ostrya carpinifolia*, *Cytisophyllum sessilifolius*, *Viburnum lantana*, *Sesleria nitida* (s.l.), *Sorbus aria* subsp. *aria*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus* e *Corylus avellana*.

Dell'associazione vengono indicate due subassociazioni e una variante. In particolare, la subassociazione *amelanchieretosum ovalis* differenziata dalle specie *Amelanchier ovalis* subsp. *ovalis*, *Laserpitium siler* subsp. *siculum* e *Rhamnus alpina* subsp. *fallax* si riferisce all'aspetto marcatamente rupestre dell'ostrieto e presentando analogie ecologiche e strutturali con quelli di rupe e di ghiaione dell'associazione *Amelanchiero ovalis-Ostryetum carpinifoliae* Poldini (1978) 1982 descritta per il settore sud-orientale delle Alpi e del Carso triestino (Poldini, 1978, 1982, Lausi et al., 1982) e inquadrata nell'alleanza *Carpinion orientalis*, viene considerata la sua vicariante biogeografica appenninica centrale (Allegrezza et al., 2013). La variante a *Salix apennina* differenziata da *Salix apennina*, *S. eleagnos* and *S. caprea*, si ritrova invece dove ci sono canali profondi caratterizzati da una forte componente detritica.

L'associazione viene inquadrata a livello sintassonomico nella classe *Querco-Fagetea* ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*, alleanza *Carpinion orientalis*, sub-alleanza *Laburno anagyroidis-Ostryenion carpinifoliae*. Si trova in collegamento dinamico con le praterie a *Sesleria nitida* dell'associazione *Cerastio tomentosii-Seslerietum nitidae* e con i mantelli di vegetazione dell'alleanza *Berberidion*.

La componente di specie appartenenti alle classi *Querco-Fagetea* e *Rhamno Prunetea* è ben rappresentata; oltre ad *Ostrya carpinifolia* che dà la fisionomia a queste cenosi si rinvencono: *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Viburnum lantana*, *Lonicera caprifolium* etc.

La presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in queste cenosi è molto bassa (<1%): in queste condizioni il pino non riesce a competere con le latifoglie, che sono favorite dai naturali processi dinamici che porterebbero queste comunità verso la potenzialità vegetazionale data dalla faggeta; dinamica che di fatto risulta attualmente bloccata per il periodico dissesto geomorfologico proprio dei canali in cui si sviluppano, che risultano stabilizzati solo parzialmente.

Tab. 1 - *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* Allegrizza *et al.* , 2013
(rels. 3-6 di Tab. 2 in Allegrizza *et al.* , 2013)

		Rel. N.	1	2	3	4	
		Rel. N. from Dendrogram (Fig. 2) and NMDS (Fig. 3)	22	23	24	25	
		Altitude (m a.s.l.)	1520	1370	1350	1360	
		Aspect	ESE	SSE	SSE	SSE	
Life form	Chorotype	Slope (°)	40	30	30	30	p
		Area (m ²)	100	200	200	300	r
		Coverage (%)	90	80	90	80	e
		N. species x rel.	26	21	24	24	s.
P scap	SE-EUR.-MONT.	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>nigra</i>	+2	+2	+2	+2	4
<i>Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae</i>							
P scap	SE-EUR.	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	4.4	3.4	4.4	3.4	4
P caesp	MEDIT.	<i>Cytisophyllum sessilifolium</i> (L.) O. Lang	(+2)	1.1	1.2	1.1	4
P caesp	EUR.	<i>Corylus avellana</i> L.	+2	+2	+2	+2	4
H caesp	ENDEM.	<i>Sesleria nitida</i> Ten.	+2	1.2	.	3.3	3
P caesp	EUR.-MONT.	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	1.2	.	1.2	+2	3
H scap	EUR./W-ASIAT.	<i>Viburnum lantana</i> L.	+2	.	+2	1.1	3
P scap	S-EUR./W-ASIAT.	<i>Fraxinus ornus</i> L. subsp. <i>ornus</i>	+2	.	+2	1.2	3
Diff. species of the <i>amelanchieretosum ovalis</i> subass.							
H scap	ENDEM.	<i>Laserpitium siler</i> L. subsp. <i>siculum</i> (Spreng.) Santangelo, F. Conti et Gubellini	+	+2	.	.	2
P caesp	EUR./SW-ASIAT.	<i>Amelanchier ovalis</i> Medik. subsp. <i>ovalis</i>	+2	.	+2	.	2
P caesp	SE-EUR.-MONT.	<i>Rhamnus alpina</i> L. subsp. <i>fallax</i> (Boiss.) Maire et Peting.	1.2	.	.	.	1
<i>Salix apennina</i> variant							
NP	APENN.-ALP.	<i>Salix apennina</i> A.K. Skvortsov	.	1.2	.	.	1
P caesp	OROF. S-EUROPE.	<i>Salix eleagnos</i> Scop.	.	+2	.	.	1
P caesp	EURASIAT.	<i>Salix caprea</i> L.	.	+2	.	.	1
<i>Laburno-Ostryenion carpinifoliae</i> and <i>Carpinion orientalis</i>							
G rhiz	EUR.	<i>Hepatica nobilis</i> Schreb.	1.2	+2	.	+2	3
H scap	ENDEM.	<i>Digitalis lutea</i> L. subsp. <i>australis</i> (Ten.) Arcang.	+	.	+	+	3
P scap	SE-EUR.	<i>Acer opalus</i> Mill. subsp. <i>obtusatum</i> (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams	1.2	.	.	+2	2
P caesp	S-EUR.-MONT.	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik. subsp. <i>anagyroides</i>	.	1.2	.	.	1
G bulb	C-EUR.-MONT.	<i>Lilium bulbiferum</i> L. subsp. <i>croceum</i> (Chaix) Jan	.	+	.	.	1
<i>Quercetalia pubescentis-petraeae</i> and <i>Quercus-Fagetea</i>							
H scap	EUROSIB./N-AM.	<i>Solidago virgaurea</i> L. subsp. <i>virgaurea</i>	+2	+	1.1	.	3
H ros	MEDIT.	<i>Viola alba</i> Besser subsp. <i>dehnhardtii</i> (Ten.) W. Becker	.	+	+2	1.2	3
H scap	EUR./W-ASIAT.	<i>Hieracium murorum</i> L. (s.l.)	+	.	+	.	2
P scap	EUR.	<i>Fagus sylvatica</i> L. subsp. <i>sylvatica</i> arb.	1.2	.	+	.	2
G rhiz	EUR.	<i>Epipactis muelleri</i> Godfery	.	.	+	.	1
G rhiz	EURASIAT.	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	.	.	+2	.	1
H scap	EURASIAT.	<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	.	.	1.1	.	1
G rhiz	EURASIAT.	<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	.	.	.	+	1
H scap	S-EUR.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend. subsp. <i>glabra</i>	.	.	.	1.2	1
H scap	EUR.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau	.	.	+	.	1
P lian	EUR./SW-ASIAT.	<i>Hedera helix</i> L. subsp. <i>helix</i>	.	.	.	+	1
G rhiz	EUR.	<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	.	.	.	+	1
G rhiz	EUROSIB.	<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	.	.	.	+	1
<i>Rhamno-Prunetea</i>							
P lian	SE-EUR.	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	.	+2	1.1	1.1	3
P caesp	EUROSIB./N AM.	<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>communis</i>	.	.	+	+2	2
P lian	EUR.	<i>Clematis vitalba</i> L.	.	+	.	.	1
P caesp	EUR./W-ASIAT.	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	.	.	.	+2	1
NP	S-EUR.-MONT.	<i>Rosa montana</i> Chaix (gruppo)	.	.	.	+	1
Others							
H bienn	MEDIT.	<i>Arabis turrata</i> L.	+	+2	+2	.	3
H caesp	SUBENDEM.	<i>Carex macrolepis</i> DC.	+2	+2	.	+2	3
H scap	S-EUR.-MONT.	<i>Peucedanum austriacum</i> (Jacq.) W.D.J. Koch	.	+	+	.	2
H scap	MEDIT.	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch. Bip. subsp. <i>achillae</i> (L.) Greuter	+	.	.	+	2

H scap	ENDEM.	<i>Campanula micrantha</i> Bertol.	+	.	.	.	1
H scap	EUR.	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	+	+	.	.	2
NP	EUROSIB./N-AM.	<i>Juniperus communis</i> L. subsp. <i>nana</i> Syme	+2	.	.	.	1
Ch suffr	MEDIT.	<i>Teucrium chamaedrys</i> L. subsp. <i>chamaedrys</i>	+	.	.	.	1
H caesp	EUR.-MONT.	<i>Brachypodium genuense</i> (DC.) Roem. et Schult.	+	.	.	.	1
H caesp	EUR.	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	.	.	+2	.	1
G bulb	EUROSIB	<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	.	.	.	+	1
H rept	EURASIAT.	<i>Fragaria vesca</i> L. subsp. <i>vesca</i>	.	+	.	.	1
H scap	S-EUR.	<i>Vicia villosa</i> Roth subsp. <i>varia</i> (Host) Corb.	.	+	.	.	1
P scap	S EUR. MONT.	<i>Abies alba</i> Mill.	.	.	+	.	1
H scap	EUR.	<i>Laserpitium latifolium</i> L.	1.1	.	.	.	1

Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* Biondi *et al.*, 2004 variante a *Pinus nigra* e *Genista radiata

Comunità con *Pinus nigra* e *Genista radiata* sono state descritte in letteratura per le fitocenosi relittuali di *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (sin. *Pinus nigra* subsp. *banatica*) che si localizzano sui versanti ripidi e assolati dei massicci calcarei nella parte sud-occidentale dei Carpazi meridionali, su suoli ricchi in scheletro, inquadrati nell'associazione *Genista radiatae-Pinetum nigrae* Resmerita 1972. Inizialmente era stata inserita nella classe *Quercus-Fagetum* (Fekete 1959, Resmerita 1972) per la presenza di specie caratteristiche dell'alleanza *Syringo-Carpinion orientalis* e dell'ordine *Quercetalia pubescenti* successivamente è stata inquadrata nella classe *Erico-Pinetea*, ordine *Erico-Pinetalia*, alleanza *Sesleria rigidae-Pinion* (Coldea 1991) in quanto le specie caratteristiche e differenziali di questi gruppi sintassonomici sono ben rappresentate.

Per la penisola italiana, per quanto riguarda il contesto appenninico non sono presenti dati di letteratura riferiti alle comunità con *Pinus nigra* e *Genista radiata*, ma è stata descritta un'associazione a *Pinus nigra* subsp. *nigra* con un'altra specie di ginestra (*Genista sericea*): il *Genista sericeae-Pinetum nigrae* Bonin 1978, individuata nella parte settentrionale della Calabria, si localizza in ambienti rupestri di natura calcareo-dolomitica, dove prende contatto catenale con in boschi misti di *Ostrya carpinifolia*. Si riferisce a comunità pioniera con fisionomia a carattere arbustivo dove *Pinus nigra* subsp. *nigra* è presente in maniera sparsa e puntiforme. L'associazione viene inquadrata dall'autore nella classe *Festuco-Brometea* per la cospicua presenza di specie erbacee di prateria, che ne denota l'aspetto pioniero di colonizzazione.

Relativamente al territorio appenninico sono state descritte inoltre due associazioni con *Genista radiata*, in cui però non si riscontra la presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra*: il *Rosa pendulinae-Genistetum radiatae* (Fortini *et al.*, 1999) e il *Centaureo triumfetti-Genistetum radiatae* (Biondi *et al.*, 2004). L'associazione *Rosa pendulinae-Genistetum radiatae* (descritta per i Monti Simbruini-Ernici) si riferisce a comunità arbustive xerofile dense a *Genista radiata* della fascia alto-montana, in cui la componente di specie legnose montane (*Juniperus communis* subsp. *nana*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rosa pendulina*, *etc.*) è ben rappresentata insieme alle specie erbacee di prateria (*Galium lucidum*, *Teucrium montanum*, *Globularia meridionalis*) a cui si collega sindinamicamente. Per la presenza di specie tipiche di mantello, per il suo ruolo dinamico e per la presenza di giovani specie arboree come per esempio *Quercus pubescens* (s.l.), *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica* e *Acer opalus* subsp. *obtusatum*, l'associazione viene inserita dagli autori nella classe *Rhamno-Prunetea*, andando a costituire una transizione tra le cenosi del *Berberidion vulgaris*, e quelle alto-montane collocate al di sopra del limite attuale del bosco, dell'alleanza *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* (Stanisci, 1997). L'associazione *Centaureo triumfetti-Genistetum radiatae* si riferisce invece alle dense formazioni a *Genista radiata* rinvenute sul Mt. Cucco (dorsale Umbro-marchigiana) paucispecifiche che invadono progressivamente le praterie sub-primarie a *Sesleria apennina* dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* (Biondi *et al.*, 2004). Questo tipo di vegetazione secondo gli autori definisce fitocenosi di orlo eliofilo inquadrata nella classe *Trifolio-Geranietea* anche se la fisionomia camefitica della cenosi si distacca nettamente da quella esclusivamente erbacea tipica degli orli di vegetazione.

Le comunità di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Genista radiata* indagate con il presente studio sono cenosi pioniere che colonizzano le praterie sub-primarie a dominanza di *Sesleria apennina* dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* ubicate al di sopra del limite attuale del bosco nel termotipo supratemperato inferiore nel gruppo montuoso del Mt. Catria (Appennino umbo-marchigiano) dove l'acclività del versante unitamente al pregresso taglio del bosco ha innescato fenomeni di erosione con asportazione del suolo che impedisce di fatto il ritorno del bosco. In particolare si rinvencono nelle condizioni di accumulo di detrito, in condizioni più o meno stabilizzate, dove la prateria ospita nuclei di *Genista radiata* unitamente ad individui isolati di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (la sua copertura non supera mai il 5%), i quali raggiungono al massimo 120 cm di altezza. Tra le specie erbacee che si rinvencono in queste cenosi, oltre a *Sesleria apennina* sono

Tab. 2 - *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* Biondi *et. al.*, 2004
Pinus nigra subsp. *nigra* and *Genista radiata* variant (rels. 1-4)

Life form	Chorotype	Rel. N.	1	2	3	4	
		Rel. N. from Dendrogram (Fig. 2) and NMDS (Fig. 3)	20	21	18	19	
		Altitude (m a.s.l.)	1500	1460	1460	1520	
		Slope	40	40	40	45	
		Aspect	NO	NO	NO	NO	p
		Area (m ²)	50	50	50	50	r
		Coverage (%)	90	90	90	90	e
		N. sp x rel	34	31	30	31	s
Charact. and diff. Species of the ass.							
H caesp	ENDEM.	Sesleria apennina Ujhelyi	3.3	2.3	3.4	3.3	4
H caesp	SUBENDEM.	Carex macrolepis DC.	1.2	1.1	1.2	1.2	4
Pinus nigra subsp. nigra and Genista radiata variant							
Ch suffr	S EUROP.-MONT.	Genista radiata (L.) Scop.	2.3	2.3	+2	1.2	4
P scap	SE-EUR.-MONT.	Pinus nigra Arnold subsp. nigra	1.2	1.2	+2	1.2	4
Ch suffr	MEDIT.	Iberis saxatilis L. subsp. saxatilis	+2	+2	+2	+2	4
Carici humilis-Seslerion apenninae, Seslerietalia tenuifoliae, Festuco-Seslerietea							
H scap	S EUROP.-MONT.	Ranunculus breyninus Crantz	1.1	1.2	+	1.1	4
Ch suffr	ENDEM.	Edraianthus graminifolius (L.) A. DC. subsp. graminifolius	+	.	+	+2	3
Ch rept	S-EUR.-MONT.	Thymus praecox Opiz subsp. polytrichus (Borbás) J alas	+2	+2	.	1.2	3
H scap	NE-MEDIT.-MONT.	Carum flexuosum (Ten.) Nyman	+	.	+	+	3
Ch suffr	MEDIT. MONT.	Anthyllis montana L. subsp. atropurpurea (Vuk.) Pignatti	+	.	.	.	1
H scap	SW-EUR.-MONT.	Carduus carlinifolius Lam. subsp. carlinifolius	.	+	.	.	1
H caesp	OROF.- SE EUROP.	Carex kitaibeliana Degen ex Bech. subsp. kitaibeliana	.	.	1.2	.	1
Trifolio-Geranietea							
H scap	ENDEM.	Campanula micrantha Bertol.	1.1	1.1	1.1	1.2	4
H scap	ENDEM.	Viola eugeniae Parl. subsp. eugeniae	+	+	1.1	+2	4
H caesp	EUR.	Brachypodium rupestre (Host) Roem. & Schult.	2.3	3.4	2.3	.	3
H scap	S EUROP.-W ASIAT.	Cyanus triumfetti (All.) Dostál ex Á. & D. Löve	1.1	+	.	+	3
H scap	SW-EUR.-MONT.	Knautia purpurea (Vill.) Borbás	1.2	1.1	.	1.1	3
H caesp	S EUROP. MONT.	Luzula sylvatica (Huds.) Gaudin subsp. sieberi (Tausch) K. Richt.	+2	+	+	.	3
H caesp	EUR.-MONT.	Brachypodium genuense (DC.) Roem. et Schult.	.	.	.	+2	1
Ch suffr	EUR.	Helianthemum nummularium (L.) Mill. subsp. obscurum (Celak.) Holub	+2	.	.	.	1
Festuco-Brometea							
H caesp	ENDEM.	Avenula praetutiana (Parl. ex Arcang.) Pignatti	+	+2	1.2	+2	4
H caesp	MEDIT.	Festuca circummediterranea Patzke	1.2	1.2	1.2	1.2	4
H scap	S-EUR.	Galium corrudifolium Vill.	+2	+2	1.1	1.1	4
H ros	S-EUR.-MONT.	Carlina acaulis L. subsp. caulescens	1.1	1.1	+2	+	4
H suffr	MEDIT.	Coronilla minima L. subsp. minima	+2	+	+	1.2	4
H scap	EUR.	Asperula cynanchica L.	+2	+	1.1	+2	4
Ch suffr	W-ALP./APEN.	Cerastium arvense L. subsp. suffruticosum (L.) Ces.	+	+2	+2	+	4
H scap	SW-EUR.-MONT.	Anthyllis vulneraria L. (s.l.)	1.1	+2	+	1.1	4
H caesp	EUR.	Hippocrepis comosa L. subsp. comosa	+	1.1	+	.	3
H scap	S-EUR.-MONT.	Dianthus monspessulanus L.	1.1	1.1	+2	.	3
H scap	EURASIAT.	Campanula glomerata L.	+	+	.	.	2
H caesp	OROF. S-EUROP.	Silene ciliata Pourr. subsp. graefferi (Guss.) Nyman	+	+	.	.	2
G bulb	EUROSIB	Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.	+2	+	.	.	2
Ch suffr	MEDIT.	Helianthemum oelandicum (L.) Dum. Cours. subsp. incanum (L.) G. López	+2	.	.	+2	2
H caesp	EUR.	Bromopsis erecta (Huds.) Fourr. subsp. erecta	.	.	1.2	+2	2
H caesp	EURASIAT.	Carex humilis Leyss.	.	.	+2	+2	2
Ch suffr	S-EUR.	Teucrium montanum L.	.	.	+	+	2
Ch suffr	SE-EUR.	Asperula purpurea (L.) Ehrend. subsp. purpurea	.	.	.	+2	1
Ch rept	S EUROP.	Thymus longicaulis C. Presl subsp. longicaulis	.	+2	.	.	1
H scap	EUROSIB.	Galium verum L. subsp. verum	.	.	+	.	1
H scap	EUROP.	Dianthus carthusianorum (s.l.)	.	.	.	+3	1
Others							
T scap	EUROSIB.	Euphrasia stricta D. Wolff ex J.F. Lehm.	+	.	+	+	3
H scap	ENDEM.	Campanula cfr tanfanii Podlech	+	.	.	+	2
H caesp	EUROSIB./N-AM.	Poa alpina L.	.	.	+2	.	1
H scap	OROF. S-EUROP.	Campanula scheuchzeri Vill.	.	+	.	.	1
Ch suffr	MEDIT.	Alyssum montanum L. subsp. montanum	+	.	.	.	1
H scap	S EUROP.- MONT.	Pedicularis comosa L. subsp. comosa	.	.	.	+2	1
H ros	S EUROP.-MONT.	Plantago argentea Chaix subsp. argentea	.	.	+2	.	1
G bulb		Coeloglossum viride (L.) Hartm.	.	+	.	.	1
G rad	SE EUROP.	Thesium linophyllon L.	.	+	.	.	1

presenti *Avenula praetutiana*, *Carex macrolepis*, *Festuca circumediterranea*, *Anthyllis vulneraria*, *Dianthus monspessolanum*, *Campanula micrantha*, *Brachypodium rupestre*, *Galium corrudifolium*, *Ranunculus breyninus*. Per queste cenosi che assumono un significato di comunità edafoxerofile, caratterizzate dall'aspetto pioniero di colonizzazione della prateria a *Sesleria apennina* dove sia *Genista radiata* che *Pinus nigra* subsp. *nigra* non sono specie dominanti, viene proposto l'inquadramento sintassonomico all'interno dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* Biondi *et al.*, 2004 come variante a *Genista radiata* e *Pinus nigra* subsp. *nigra*, nell'ambito della classe *Festuco-Seslerietea*, ordine *Seslerietalia tenuifoliae*, alleanza *Carici humilis-Seslerion apenninae*. Le cenosi espresse dalla variante a *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Genista radiata* differenziata da *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Genista radiata* e *Iberis saxatilis* subsp. *saxatilis* possono essere interpretate come i primi stadi di una dinamica vegetazionale verso una comunità durevole più complessa di *Pinus nigra* che andrebbe ad assumere il significato di vicariante biogeografica dell'associazione *Genisto sericae-Pinetum nigrae* descritta per l'Appennino meridionale.

4.1.3 CENOSI CON *PINUS NIGRA* SUBSP. *NIGRA*, *JUNIPERUS COMMUNIS* SUBSP. *NANA* E *J. COMMUNIS* SUBSP. *HEMISPHERICA* (Tab.3)

Le fitocenosi presenti al limite superiore attuale del bosco nel termotipo supratemperato superiore caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Juniperus communis* subsp. *nana* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* indagate con il presente lavoro sono inquadrabili nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* ordine *Juniperetalia hemisphaericae*; all'interno di questo gruppo si collocano anche i rilievi provenienti dall'associazione *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza *et al.*, 2013 già riferita alla classe *Junipero-Pinetea*. La consociazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (orofita SE-Europea), *Juniperus communis* subsp. *nana* (Eurosiberiana) e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (Mediterraneo-montana) rappresenta un aspetto sicuramente originale e inedito a livello biogeografico (Fig. 4).

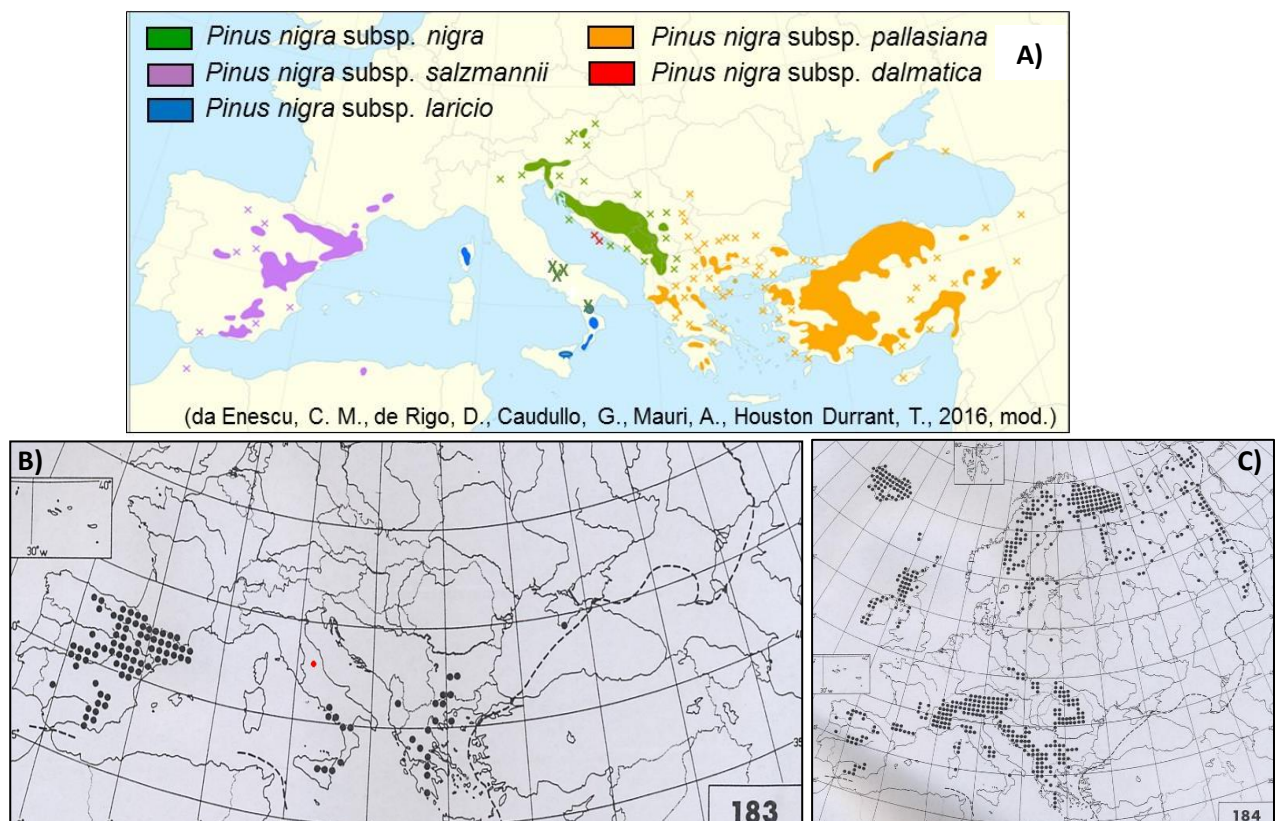


Fig. 4 – Areali di distribuzione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* (A), *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* (B) e *J. communis* subsp. *nana* (C) (Jalas J. & Suominen J., 1972-1994)

Sulla base dell'elaborazione dei rilievi di Tab. 3, del confronto con i dati di letteratura (Tab. 4) e in considerazione della peculiarità biogeografica (Fig. 4), per le comunità naturali di *Juniperus communis* subsp. *nana* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, con *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica presenti in Appennino centrale viene proposto un nuovo sintaxon nell'ambito della *Junipero-Pinetea*, ordine *Juniperetalia hemisphaericae* a livello di alleanza con l'epiteto *Sorbo ariae-Juniperion nanae* di cui l'associazione *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza *et al.*, 2013 ne rappresenta il *typus*. Dell'alleanza vengono individuate due nuove sub-alleanze, tre nuove associazioni e due sub-associazioni che vengono di seguito descritte.

Sorbo ariae-Juniperion nanae all. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 1-20; *typus* ril. 5)

(*typus* suball. *Sorbo ariae-Juniperion nanae* suball. nova hoc loco)

La nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* riunisce le comunità pioniere, durevoli, di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si sviluppano al di sopra del limite attuale del bosco in posizione edafoferofila su suoli primitivi ricchi della componente clastica spesso sottoposti a dissesto idrogeologico dal termotipo supratemperato superiore a quello orotemperato inferiore dell'Appennino centrale su substrato calcareo. Vengono considerate specie caratteristiche e differenziali della nuova alleanza: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Sorbus aria* subsp. *aria*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Ostrya carpinifolia*, *Epipactis atrorubens*, *Cerastium tomentosum*, *Carex macrolepis*, *Sesleria apenninae* e *Carlina acaulis* subsp. *caulescens*. La nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* che viene inquadrata nell'ordine *Juniperetalia hemisphaericae* classe *Junipero-Pinetea* e di cui vengono riconosciute due suballeanze *Sorbo ariae-Juniperion nanae* suball. nova suball. *typus* e *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* suball. nova hoc loco assume il significato di vicariante edafofila durevole dell'alleanza *Berberidion vulgare* e vicariante biogeografica dell'alleanza *Berberidion aetnensis* descritta per il termotipo supra e oro-mediterraneo dell'Appennino meridionale. I contatti preferenziali sono con le cenosi preforestali dell'alleanza *Berberidion vulgare* (*Rhamno-Prunetea*) e con le praterie delle classi *Festuco-Brometea* e *Festuco-Seslerieta*.

Sorbo ariae-Juniperion nanae suball. nova hoc loco suball. *typus*

(*typus* *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza *et al.*, 2013)

La nuova suballeanza che descrive l'aspetto tipico dell'alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae*, riunisce le comunità edafoferofile durevoli, pioniere di *Juniperus communis* subsp. *nana* e *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra*, contraddistinte dall'ingresso di specie preforestali e arbustive dell'alleanza *Berberidion vulgare* suball. *Berberidion* (classe *Rhamno-Prunetea*). Nell'ambito della nuova suballeanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* si inseriscono le associazioni *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* già descritta in letteratura (Allegrezza *et al.*, 2013) che ne rappresenta il *typus* e la nuova associazione *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae*. Le specie caratteristiche e differenziali sono le stesse indicate per l'alleanza.

Sorbo ariae-Juniperetum nanae Allegrezza *et al.*, 2013 (Tab. 3: rill. 4-7; *typus* ril. 5)

Questa associazione inserita in precedenza nell'alleanza *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* della classe *Junipero sabinae-Pinetea sylvestris*, rappresenta il *typus* della nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* proposta in questa sede. Si riferisce ad una vegetazione edafoferofila durevole del termotipo supratemperato superiore presente nei versanti esposti a sud dei rilievi calcarei dell'Appennino soggetti a continui processi morfogenetici che impediscono di fatto l'evoluzione verso cenosi forestali più mature date dalla faggeta macrotema dell'associazione *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* (Allegrezza *et al.*, 2013). Vengono considerate specie caratteristiche e differenziali dell'associazione: *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Sorbus aria* subsp. *aria*, *Ostrya carpinifolia*, *Rhamnus alpina* subsp. *fallax*, *Cotoneaster integerrimus* e *Cerastium tomentosum*.

Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae ass. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 1-3; typus ril. 1)

La nuova associazione descrive le comunità edafoxerofile durevoli a dominanza di *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* e *Corylus avellana* dell'Appennino centrale, che si sviluppano mediamente a 1400 m di quota in condizioni di dissesto idrogeologico e relativa instabilità edafica. Vengono considerate specie caratteristiche e differenziali: *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Corylus avellana* e *Cytisophyllum sessilifolium*. In queste cenosi sono presenti localmente arbusti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* mentre *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* che partecipa a dare la fisionomia a queste comunità, raggiunge valori di copertura mai al di sotto del 70%. Si tratta di una condizione relativamente più stabile delle cenosi dell'associazione: *Sorbo ariarum-Juniperetum nanae*, sottolineata dalla maggior frequenza di specie preforestali e forestali dell'alleanza *Berberidion vulgaris*. L'evoluzione verso forme più mature costituite da boschi di faggio dell'associazione *Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae* risulta anche in questo caso bloccata per i continui fenomeni di dissesto idrogeologico.

Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae suball. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 8-20; typus ril. 16)
(typus *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco ass. typus)

La nuova sub-alleanza *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* riunisce le comunità edafoxerofile di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si rinvergono tipicamente nel termotipo supratemperato a quote mediamente più elevate rispetto a quelle della suball. *Sorbo ariarum-Juniperetum nanae* e in cui *Pinus nigra* subsp. *nigra* è ben rappresentato anche in termini di copertura (>40%), mentre più sporadica risulta la presenza delle specie di latifoglie delle classi *Quercus-Fagetea* e *Rhamno-Prunetea*. Si tratta di comunità che si rinvergono tipicamente nei settori sottoposti a fenomeni di crioturbazione, in posizione edafoxerofila e su affioramenti di roccia calcarea in posto. Vengono considerate caratteristiche e differenziali della nuova sub-alleanza: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Helianthemum oelandicum* subsp. *incanum*, *Globularia meridionalis*, *Anthyllis montana* subsp. *atropurpurea* e *Epipactis atrorubens*. Nell'ambito della nuova suballeanza *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* (*Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. typus) vengono riconosciute due nuove associazioni: l'*Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae* e *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae*.

Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae ass. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 8-12; typus ril. 12)

La nuova associazione si riferisce alle comunità pioniere, rade, durevoli a dominanza di *Juniperus communis* subsp. *nana* con *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* presenti sui versanti prevalentemente esposti a sud dei rilievi montuosi dell'Appennino centrale sopra il limite attuale del bosco, a quote comprese tra 1600 e 1780 m s.l.m. La specie dominante *Juniperus communis* subsp. *nana* raggiunge coperture fino al 50% mentre *J. communis* subsp. *hemisphaerica* non copre mai più del 5%. Più consistente la copertura di *Pinus nigra* che non scende al di sotto del 20%. Dato il carattere pioniero frequenti sono le specie trasgressive di prateria per lo più camefite delle classi *Festuco-Seslerietea* e *Festuco-Brometea* quali: *Astragalus sempervirens*, *Thymus striatus*, *Anthyllis montana* subsp. *atropurpurea*, *Helianthemum oelandicum* subsp. *incanum*, *Sesleria nitida*, *Galium corrudifolium*, ecc. Vengono riconosciute specie caratteristiche e differenziali della nuova associazione *Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae*: *Juniperus communis* subsp. *nana*, *Astragalus sempervirens*, *Thymus striatus* e *Hieracium caesioides*.

Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae ass. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 13-20; typus ril. 16)
pinetosum nigrae subass. nova hoc loco subass. typus

coryletosum avellanae subass. nova hoc loco (Tab. 3: rill. 17-20; typus ril. 19)

La nuova associazione riunisce le cenosi a dominanza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti al di sopra del limite attuale del bosco a quote comprese tra circa 1400 e 1680 m su morfologie da acclivi a leggermente acclivi, in condizioni di roccia calcarea affiorante in posto che favorisce l'insediamento e lo sviluppo di comunità forestali edafoxerofile stabili a dominanza di *Pinus nigra*.

Si tratta di pinete naturali vere e proprie con un'elevata copertura di *Pinus nigra* subsp. *nigra* che talora raggiunge il 90-95% della copertura totale della cenosi con altezze medie di 4 m e caratterizzate da una cospicua rinnovazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra*. Vengono riconosciute specie caratteristiche e differenziali della nuova associazione: *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Euphorbia cyparissias*, *Laserpitium siler* subsp. *siculum*, *Gentiana dinarica*, *Hieracium villosum* e *Cotoneaster integerrimus*. Nell'ambito della nuova associazione *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae*, oltre alla subass. typus *pinetosum nigrae* tipica dei settori più elevati viene riconosciuta la nuova subass. *coryletosum avellanae* subass. nova hoc loco che si riferisce alle pinete presenti a quote inferiori (1400-1500 m s.l.m.) e nelle esposizioni prevalentemente meridionali. Sono considerate specie differenziali della nuova subassociazione *coryletosum avellanae*: *Corylus avellana*, *Brachypodium rupestre* e *Coronilla minima* subsp. *minima*.

4.1.3.1 I RAPPORTI CON LA CLASSE *JUNIPERO-PINETEA*

Per evidenziare l'autonomia floristico-vegetazionale, biogeografica e sintassonomica delle cenosi della nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* e i rapporti con i sintaxa della classe *Junipero-Pinetea* già descritti in letteratura è stato effettuato il confronto (Tab. 4 e Fig. 5) con le associazioni appartenenti alla classe *Junipero-Pinetea* ordine *Juniperetalia hemisphaericae* descritte per la penisola italiana (Stanisci, 1997; Allegranza *et al.*, 2013, Brullo *et al.*, 2001).

La classificazione relativa al confronto con i dati di letteratura (Fig. 5) basato sulle colonne sintetiche (Tab. 4) separa le cenosi in cui è presente soltanto *Juniperus communis* subsp. *nana* (cluster I) da quelle con *Juniperus communis* subsp. *nana* e *J. communis* subsp. *hemisphaerica* (cluster II). Nel primo gruppo (Cluster I) si inseriscono le alleanze *Epipactido-Pinion mugo* Stanisci 1997 (cluster Ia) che comprende le mughete calcicole dell'Appennino centrale con *Pinus mugo* a quote comprese tra 1900 e 2150m, su pendii anche molto acclivi con le associazioni *Polygalo chamaebuxus-Pinetum mugo* e *Orthilio secundae-Pinetum mugo* e l'alleanza *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* Stanisci 1997 (cluster Ib), che comprende le cenosi a *Juniperus communis* subsp. *nana* che si ritrovano nelle montagne calcaree dell'Appennino centrale e meridionale tra i 1500 e i 2300 (2400) m su versanti a media acclività, alla quale appartengono le seguenti associazioni: *Helianthemo grandiflori-Juniperetum alpinae*, *Phyteumo orbicularis-Juniperetum alpinae*, *Rhamno fallacis-Juniperetum alpinae*, *Chamaecytiso spinescentis-Arctostaphyletum uva-ursi* e le comunità con *Pinus leucodermis* dell'associazione *Pino leucodermis-Juniperetum alpinae*.

Nel secondo gruppo (Cluster II) si separano le cenosi dell'alleanza *Berberidion aetnensis* Brullo, Giusso & Guarino 2001 (Cluster IIa) che descrive comunità forestali e arbusteti di conifere che si sviluppano nei piani bioclimatici a termotipo da supra- a oromediterraneo, nelle alte montagne dell'Appennino meridionale, di Sicilia e Sardegna in cui si inseriscono le associazioni: *Cerastio tometosi-Juniperetum hemisphaericae* e *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabrica* (suball. *Pinenion calabrica*) caratterizzate dalla presenza di *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* con *Pinus nigra* subsp. *laricio* e infine le comunità indagate con il presente studio per le quali è stata proposta la nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* (cluster IIb).

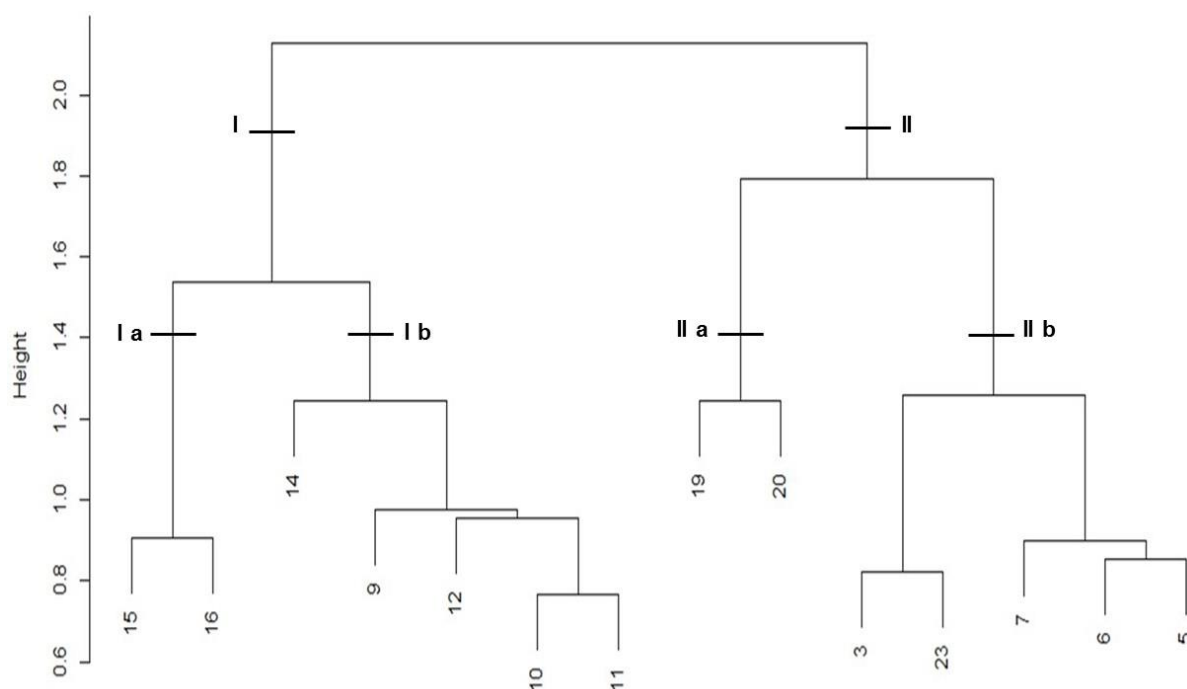


Fig. 5 - Classificazione (basata sulle colonne sintetiche) delle associazioni descritte in letteratura nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* e delle cenosi indagate col presente studio. Cluster Ia: *Epipactido-Pinion mugo* Stanisci 1997: *Polygalo chamaebuxus-Pinetum mugo* (Col. 15: rill. 1-12 di Tab. 7 in Stanisci, 1997), *Orthilio secundae-Pinetum mugo* (Col. 16: rill. 13-21 di Tab. 7 in Stanisci, 1997); cluster Ib: *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* Stanisci 1997: *Pino leucodermis-Juniperetum alpinae* (Col. 14: rill. 1-7 di Tab. 6 in Stanisci, 1997), *Rhamno fallacis-Juniperetum alpinae* (Col. 9: Tab. 2 in Stanisci, 1997), *Chamaecytiso spinescentis-Arctostaphyletum uva-ursi* (Col. 12: Tab. 5 in Stanisci, 1997), *Helianthemo grandiflori-Juniperetum alpinae* (col. 10: Tab. 3 in Stanisci, 1997), *Phyteumo orbicularis-Juniperetum alpinae* (Col. 11: Tab. 4 in Stanisci, 1997); *Berberidion aetnensis* Brullo *et al.*, 2001: *Cerastio tometosi-Juniperetum hemisphaericae* (Col. 19: Tab. 1 in Brullo *et al.*, 2001), *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabrica* (Col. 20: Tab. 3 in Brullo *et al.*, 2001); *Sorbo ariae-Juniperion nanae* all. nova hoc loco (*Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* ass. nova hoc loco (Col. 3: rill. 1-3 di Tab. 3), *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* (Col. 23: rill. 1-8 di Tab. 7 in Allegrezza *et al.*, 2013), *Astragalo sempevirentis-Juniperetum nanae* ass. nova hoc loco (Col. 7: rill. 8-12 di Tab. 3), *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (Col. 6: rill. 13-16 di Tab. 3), *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova *coryletosum avellanae* subass. nova hoc loco (Col. 5: rill. 17-20 di Tab. 3).

Sulla base dei risultati ottenuti dal confronto è possibile delineare la distribuzione geografica delle quattro alleanze riconosciute per la classe *Junipero-Pinetea* e ordine *Juniperetalia hemisphaericae* per l'Appennino centro-meridionale (Fig. 6).

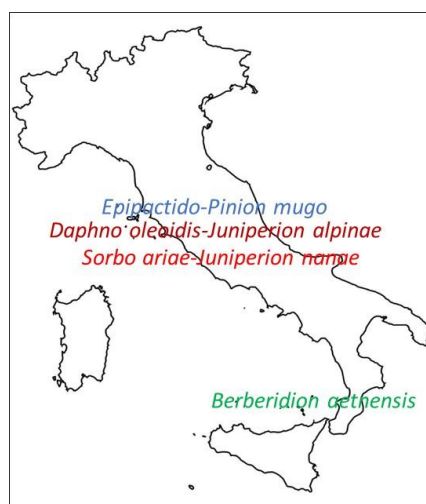


Fig. 6 – Localizzazione della nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae*

H caesp	EUR.	Hippocrepis comosa L. subsp. comosa	.	.	.	.	.	.	.	1.1	+2	+2	.	.	+	+	.	.	.	.	.	5
H scap	MEDIT. MONT.	Trifolium montanum L. subsp. rupestre (Ten.) Nyman	.	.	.	.	.	.	.	+2	+2	.	+2	+	.	.	.	.	+	.	.	5
H scap	E-EUR./W-ASIAT.	Hieracium cymosum L.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	5
H scap	ENDEM.	Erysimum pseudorhaeticum Polatschek	.	.	.	.	.	.	.	+2	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	4
G rhiz	ENDEM.	Phleum hirsutum Honck. subsp. ambiguum (Ten.) Tzvelev	+	.	.	+2	.	.	.	+	+	4	
H scap	MEDIT.	Ononis pusilla L. subsp. pusilla	+2	+2	+	.	.	+	4
Ch suffr	S-EUR.-MONT.	Acinos alpinus (L.) Moench (s.l.)	+	+	+2	+	4	
H caesp	SE-EUR.	Festuca stricta Host subsp. trachyphylla (Hack.) Patzke ex Pils	1.1	+	+2	+	4	
H scap	SE-EUR./SW-ASIAT.	Polygala major Jacq.	+2	.	+2	+	.	+2	4	
Ch suffr	W-ALP./APEN.	Cerastium arvense L. subsp. suffruticosum (L.) Ces.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	3	
Others																								
Ch succ	EUR.	Sedum rupestre L. subsp. rupestre	.	.	.	.	.	.	.	.	+2	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	5
H scap	EURASIAT.	Echinops sphaerocephalus L.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	4
H caesp	EUROSIB./N-AM.	Poa alpina L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	4
Ch suffr	ENDEM.	Edraianthus graminifolius (L.) A. DC. subsp. graminifolius	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1.1	+2	.	.	.	.	3
T scap	EUROSIB.	Euphrasia stricta D. Wolff ex J.F. Lehm.	+2	+2	+	3	
Accidental species			1	1	7	3	1	-	1	18	6	7	7	5	8	7	4	2	2	-	-	1		

Tab. 4 Synoptic Tabel of *Junipero-Pinetea* communities in central-southern Apennines

Life form	Chorotype	Col.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	p
		Col. from Dendrogram (Fig. 5; Fig. 7) and NMDS (Fig. 8)	9	10	11	12	14	15	16	3	23	7	6	5	19	20	r
		Rel. x col.	12	19	13	15	7	12	9	3	8	5	4	4	19	10	e
		N. species x col.	91	93	77	76	35	54	38	37	48	93	60	47	88	22	s.
Rhamno fallacis-Juniperetum alpinae																	
G rhiz	SE-EUR.-MONT.	Doronicum columnae Ten.	III	II	I	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	.	4
NP	EUR./W-ASIAT.	Daphne mezereum L.	III	I	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	3
P caesp	S-EUR.-MONT.	Lonicera alpigena L. subsp. alpigena	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
H ros	ENDEM.	Geranium austroapenninum Aedo	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Helianthemo grandiflori-Juniperetum alpinae																	
Ch suffr	S-EUR.-MONT.	Helianthemum nummularium (L.) Mill. subsp. grandiflorum (Scop.) Schinz	II	III	I	I	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Phyteumo orbicularis-Juniperetum alpinae																	
H scap	EUR.	Phyteuma orbiculare L.	II	II	V	.	.	IV	V	.	.	.	.	.	.	.	5
Chamaecytiso spinescentis-Arctostaphyletum uva-ursi																	
Ch suffr	ANFIADRIAT.	Cytisus spinescens C. Presl	.	I	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Pino leucodermis-Juniperetum alpinae																	
P scap	NE-MEDIT.	Pinus leucodermis Antoine	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Ch suffr	ENDEM.	Asperula calabra (Fiori) Ehrend. & Krendl	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	1
H scap	ENDEM.	Viola aethnensis (DC.) Strobl subsp. messanensis (W. Becker) Merxm. & Lippert	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Polygalo chamaebuxus-Pinetum mugo																	
Ch suffr	S-EUR.-MONT.	Polygala chamaebuxus L.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Orthilio secundae-Pinetum mugo																	
Ch rept	EUROSIB./N-AM.	Orthilia secunda (L.) House	.	.	.	.	.	II	V	.	.	.	.	.	.	.	2
Ch frut	S-EUR.-MONT.	Salix retusa L.	.	.	.	.	.	I	II	.	.	.	.	.	.	.	2
Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae																	
P caesp	EUR.	Corylus avellana L.	.	.	.	.	.	.	.	3	II	.	.	4	.	.	3
P caesp	MEDIT.	Cytisophyllum sessilifolium (L.) O. Lang	.	.	.	.	.	.	.	3	III	.	.	.	.	.	2
P caesp	EUR./W-ASIAT.	Crataegus monogyna Jacq.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	1
Sorbo ariae-Juniperetum nanae																	
H caesp	ENDEM.	Sesleria juncifolia Suffren subsp. juncifolia/Sesleria apennina Ujhelyi	I	IV	IV	III	.	I	.	.	III	I	.	1	.	.	8
P caesp	SE-EUR.-MONT.	Rhamnus alpinus L. subsp. fallax (Boiss.) Maire et Ptmg.	V	.	I	I	II	.	.	1	IV	I	.	.	.	.	7
P caesp	EUR./W-ASIAT.	Viburnum lantana L.	.	.	.	.	.	.	.	2	II	.	.	1	.	.	3
Astragalo sempevirentis-Juniperetum nanae																	
Ch frut	W-ALP.	Astragalus sempervirens Lam.	.	I	I	.	.	.	.	.	.	IV	.	.	.	.	3
H scap	ALP.	Hieracium caesioides Arv.-Touv. cfr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	1
Ch rept	SE-EUROP.	Thymus striatus Vahl	.	I	I	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	3
Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae																	
G rhiz	EURASIAT.	Epipactis atrorubens (Hoffm. ex Bernh.) Besser	.	.	.	.	.	IV	I	.	.	IV	4	.	.	.	4
H scap	SE-EUR.-MONT.	Hieracium villosum Jacq. (gruppo)	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	3	.	.	.	2
NP	EUR./SW-ASIAT.	Cotoneaster integerrimus Medik.	I	.	.	.	.	.	.	.	I	.	3	.	.	.	3
Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae subass. coryletosum avellanae																	
H suffr	MEDIT.	Coronilla minima L. subsp. minima	.	I	.	II	.	.	.	.	I	.	4	.	.	.	4
H caesp	EUR.	Brachypodium rupestre (Host) Roem. & Schult.	.	.	.	.	.	.	1	II	.	.	4	.	.	.	3
Cerastio tometosi-Juniperetum hemisphaericae																	
NP	MEDIT.-MONT.	Rosa sicula Tratt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IV	.	1
Ch suffr	ENDEM.	Genista cupanii Guss.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III	.	1
Junipero hemisphaericae-Pinetum calabrica																	
P scap	SUBENDEM.	Pinus nigra J.F. Arnold subsp. laricio Maire	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	1
H caesp	EURASIAT.	Calamagrostis epigejos (L.) Roth	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	1
H caesp	EURASIAT.	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	1
Daphne oleoidis-Juniperion nanae																	
Ch frut	C ASIAT.-MEDIT. MOI	Daphne oleoides Schreb.	V	V	II	II	I	I	.	.	II	.	2	.	II	.	9
NP	S-EUR.-MONT.	Rosa montana Chaix	I	I	.	.	.	.	.	2	I	II	.	.	.	V	6

H caesp	S-EUR.-MONT.	<i>Silene ciliata</i> Pourr. subsp. <i>graefferi</i> (Guss.) Nyman	I	I	.	I	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	4
Festuco-Seslerietea																			
H ros	SE-EUROP.	<i>Gentiana dinarica</i> Beck	.	I	II	I	.	III	I	.	.	.	I	2	4	.	.	.	8
Ch suffr	MEDIT. MONT.	<i>Anthyllis montana</i> L. subsp. <i>atropurpurea</i> (Vuk.) Pignatti	.	I	I	II	.	.	.	.	.	I	III	4	4	.	.	.	7
H ros	S-EUR.-MONT.	<i>Biscutella laevigata</i> L. (s.l.)	II	II	I	I	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
H scap	S-EUR.-MONT.	<i>Campanula scheuchzeri</i> Vill. (s.l.)	I	I	III	I	.	II	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
H caesp	SE-EUR.-MONT.	<i>Carex kitaibeliana</i> Degen ex Bech. subsp. <i>kitaibeliana</i>	I	III	III	I	.	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
Ch suffr	ENDEM.	<i>Edraianthus graminifolius</i> (L.) A. DC. subsp. <i>graminifolius</i>	I	I	I	I	.	.	.	.	.	.	I	2	.	.	.	.	6
Ch suffr	SE-EUR.-MONT.	<i>Linum capitatum</i> Kit. ex Schult. subsp. <i>serrulatum</i> (Bertol.) Hartvig	I	I	I	I	.	I	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	6
H scap	CIRCUMBOR.	<i>Pulsatilla alpina</i> (L.) Delarbre	I	III	IV	I	.	IV	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6
CH rept	S-EUR.-MONT.	<i>Thymus praecox</i> Opiz subsp. <i>polytrichus</i> (Borbás) Jalas	.	I	II	.	I	II	.	.	.	.	I	1	.	.	.	.	6
H scap	S-EUR.-MONT.	<i>Galium anisophyllum</i> Vill.	II	II	I	I	.	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
H scap	SW-EUR.-MONT.	<i>Carduus carlinifolius</i> Lam. subsp. <i>carlinifolius</i>	I	I	.	I	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	4
H scap	ENDEM.	<i>Carum flexuosum</i> (Ten.) Nyman	I	I	I	I	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
Others																			
H caesp	EUROSIB./N-AM.	<i>Poa alpina</i> L. subsp. <i>alpina</i>	.	II	II	.	.	.	II	1	.	II	.	1	.	.	.	.	6
H caesp	APEN./W-ALP.	<i>Festuca dimorpha</i> Guss.	III	I	II	.	.	IV	II	.	.	I	.	.	.	.	.	.	6
Ch succ	EUR.	<i>Sedum rupestre</i> L. subsp. <i>rupestre</i>	I	II	.	I	IV	.	.	.	.	IV	1	.	.	.	.	.	6
H ros	S-EUR.-MONT.	<i>Senecio doronicum</i> (L.) L.	II	II	I	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
H ros	S-EUR.-MONT.	<i>Bellidiastrum michelii</i> Cass.	.	I	I	I	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
H caesp	ENDEM.	<i>Festuca robustifolia</i> Markgr.-Damm.	III	II	II	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4
B151		Accidental species	35	32	28	25	12	13	13	12	17	41	18	9	72	12			

Col. 1: *Rhamno fallacis-Juniperetum alpinae* (Tab. 2 in Stanisci, 1997)

Col. 2: *Helianthemo grandiflori-Juniperetum alpinae* (Tab. 3 in Stanisci, 1997)

Col. 3: *Phyteumo orbicularis-Juniperetum alpinae* (Tab. 4 in Stanisci, 1997)

Col. 4: *Chamaecytiso spinescentis-Arctostaphyletum uva-ursi* (Tab. 5 in Stanisci, 1997)

Col. 5: *Pino leucodermis-Juniperetum alpinae* (rels. 1-7 of Tab. 6 in Stanisci, 1997)

Col. 6: *Polygalo chamaebuxus-Pinetum mugo* (rels. 1-12 of Tab. 7 in Stanisci, 1997)

Col. 7: *Orthilio secundae-Pinetum mugo* (rels. 13-21 of Tab. 7 in Stanisci, 1997)

Col. 8: *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* ass. nova hoc loco (rels. 1-3 di Tab. 3)

Col. 9: *Sorbo arianae-Juniperetum nanae* (rels. 1-8 of Tab. 7 in Allegrezza et al., 2013)

Col. 10: *Astragalo sempevirentis-Juniperetum nanae* ass. nova hoc loco (rels. 8-12 of Tab. 3)

Col. 11: *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco (rels. 13-16 of Tab. 3)

Col. 12: *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova *coryletosum avellanae* subass. nova hoc loco (rels. 17-20 of Tab. 3).

Col. 13: *Cerastio tometosi-Juniperetum hemisphaericae* (Tab. 1 in Brullo et al., 2001)

Col. 14: *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabricae* (Tab. 3 in Brullo et al., 2001)

4.1.3.2 I RAPPORTI CON LA CLASSE *RHAMNO-PRUNETEA*

Per confermare l'appartenenza delle comunità naturali di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* con *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica indagate col presente studio alla classe *Junipero-Pinetea*, visto che al suo interno si collocano aspetti in cui le specie preforestali del *Berberidion vulgaris* (classe *Rhamno-Prunetea*) risultano frequenti, in particolare riferite alle associazioni *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* e *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* della suballeanza *Sorbo ariae-Juniperenion nanae*, è stato effettuato il confronto, basato sulle colonne sintetiche, anche con le principali associazioni descritte per l'Appennino centrale della fascia alti-montana nell'ambito della classe *Rhamno-Prunetea*. In particolare il confronto si è basato sulle diverse associazioni descritte in letteratura riferite all'alleanza *Berberidion vulgaris* suball. *Berberidenion vulgaris: Rhamnetum infectorii-fallacis* (Allegrezza, 2003); *Daphno laureolae-Rhamnetum fallacis* (Biondi *et al.*, 2004); *Rubo idaei-Rhamnetum fallacis* (Biondi *et al.*, 1999); *Rhamno alpinae-Amelanchieretum ovalis cytisophylletosum sessilifolii* (Cutini *et al.*, 2002) e *Rhamno alpinae-Amelanchieretum ovalis* (Cutini *et al.*, 2002). Il dendrogramma ottenuto dalla classificazione delle colonne sintetiche evidenzia come l'inserimento del gruppo di associazioni della classe *Rhamno-Prunetea* non abbia modificato in alcun modo i gruppi ottenuti dalla precedente classificazione per la classe *Junipero-Pinetea* (Fig. 7). I gruppi di associazioni sono rimasti invariati. Ciò conferma l'autonomia floristico-vegetazionale della nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperenion nanae* e l'inquadramento nella classe *Junipero-Pinetea*. Nell'ordinamento NMDS (Fig. 8) le alleanze della classe *Junipero-Pinetea* si spazializzano separatamente da quelle della *Rhamno-Prunetea*, all'interno della quale si inseriscono le cenosi indagate, tra cui il *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* e il *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* che risultano essere le più vicine a quelle appartenenti alla *Rhamno-Prunetea*, in quanto, come già affermato precedentemente, sono caratterizzate, oltre che dalla presenza di specie della classe *Junipero-Pinetea*, anche da specie arbustive preforestali tipiche di questa classe. Nell'ambito della *Junipero-Pinetea* si può seguire il gradiente di mediterraneità dalle cenosi dell'alleanza *Berberidion aetnensis*, a quelle della nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperenion nanae*, a quelle del *Daphno oleoidis-Juniperenion alpinae* sino alle comunità dell'*Epipactido-Pinion mugo*.

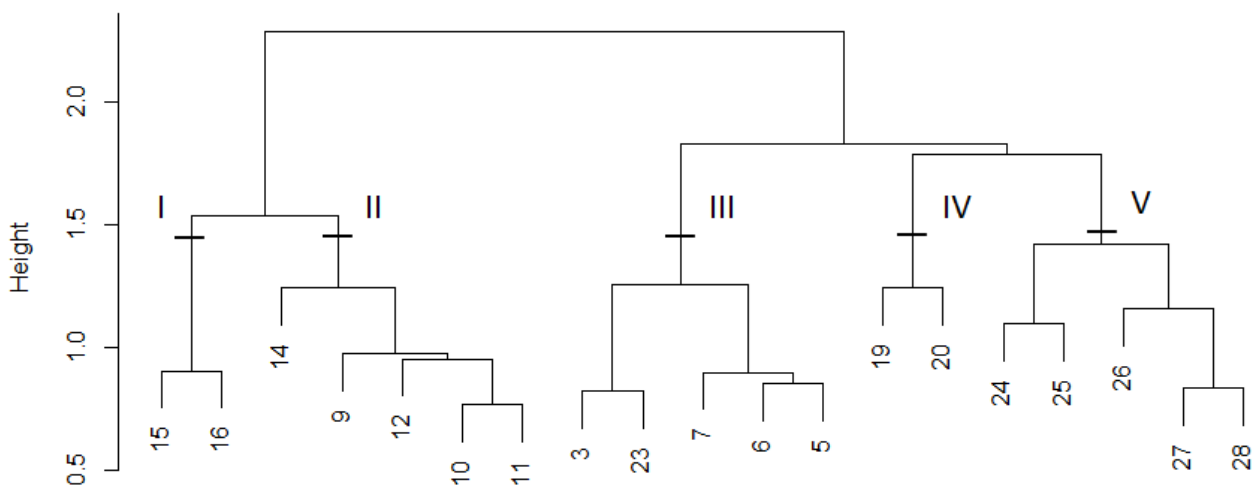


Fig. 7 - Classificazione (basata sulle colonne sintetiche) delle principali cenosi considerate per il confronto nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* e *Rhamno Prunetea*. Cluster I: *Epipactido-Pinion mugo* Stanisci 1997 (*Polygalo chamaebuxus-Pinetum mugo*, *Orthilio secundae-Pinetum mugo*); cluster II: *Daphno oleoidis-Juniperenion alpinae* Stanisci 1997 (*Pino leucodermis-Juniperetum alpinae*, *Rhamno fallacis-Juniperetum alpinae*, *Chamaecytiso spinescentis-Arctostaphyletum uva-ursi*, *Helianthemo grandiflori-Juniperetum alpinae*, *Phyteumo orbicularis-Juniperetum alpinae*); cluster III: *Sorbo ariae-Juniperenion nanae* all. nova hoc loco (*Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* ass. nova hoc loco, *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza *et al.*, 2013, *Astragalo sempevirentis-Juniperetum nanae* ass. nova hoc loco, *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco, *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova *coryletosum avellanae* subass. nova hoc loco); cluster IV: *Berberidion*

aetnensis Brullo *et al.*, 2001 (*Cerastio tometosi-Juniperetum hemisphaericae*, *Junipero hemisphaericae-Pinetum calabrica*); cluster V: *Berberidion vulgaris: Rhamnetum infectorii-fallacis* (Col. 24: Tab. 32 in Allegrezza 2003); *Daphno laureolae-Rhamnetum fallacis* (Col. 25: Tab. 11 in Biondi *et al.*, 2004); *Rubo idaei-Rhamnetum fallacis* (Col. 26: Tab. 3 in Biondi *et al.*, 1999); *Rhamno alpinae-Amelanchieretum ovalis cytisophylletosum sessilifolii* (Col. 27: 1° col. di Tab. sintetica in Cutini *et al.*, 2002) e *Rhamno alpinae-Amelanchieretum ovalis* (Col. 28: 2° col. di Tab. sintetica in Cutini *et al.*, 2002). I numeri delle colonne sintetiche relativi alle alleanze della classe *Junipero-Pinetea* sono gli stessi indicati in Fig. 5

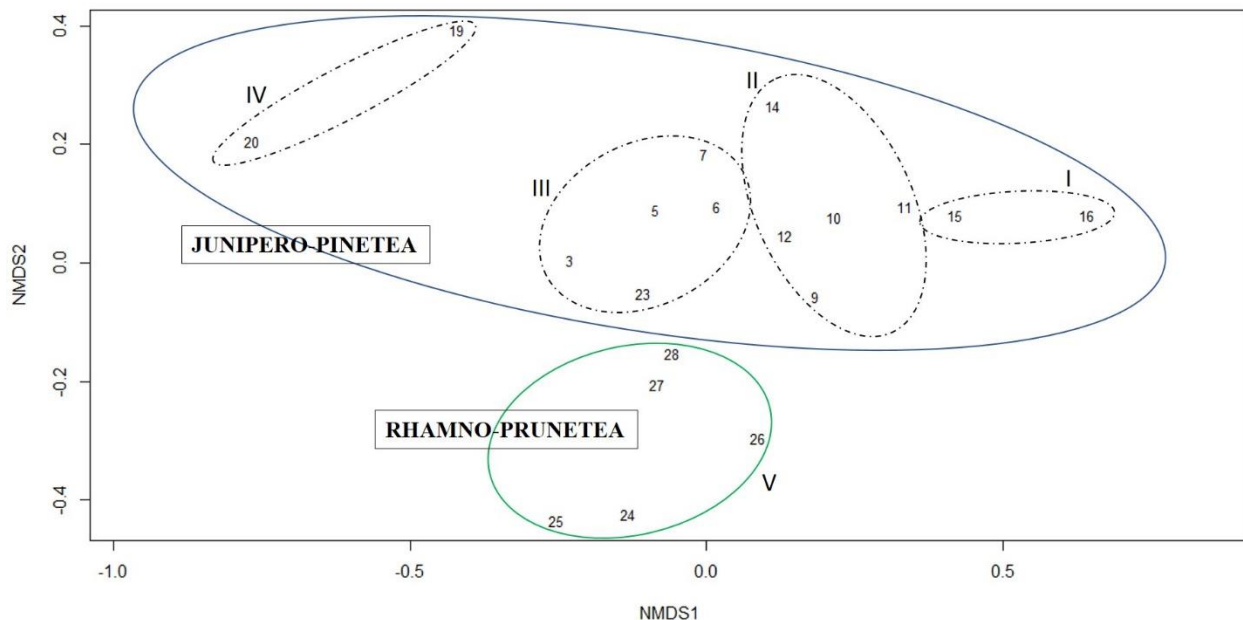


Fig. 8- Ordinamento NMDS delle principali cenosi considerate per il confronto nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* e *Rhamno Prunetea*. *Junipero-Pinetea*: Gruppo I: *Epipactido-Pinion mugo* Stanisci 1997, Gruppo II: *Daphno oleoidis-Juniperion alpinae* Stanisci 1997, Gruppo III: *Sorbo ariae-Juniperion nanae* all. nova hoc loco, Gruppo IV: *Berberidion aetnensis* Brullo *et al.*, 2001. *Rhamno-Prunetea*: Gruppo V: *Berberidion vulgaris*. I numeri delle colonne sintetiche relativi alle alleanze della classe *Junipero-Pinetea* sono gli stessi indicati in Fig. 5, per quelli della *Rhamno-Prunetea* sono gli stessi indicati in Fig. 7.

Schema sintassonomico

QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

QUERCETALIA PUBESCENTI-PETRAEAE Klika 1933

Carpinion orientalis Horvat 1958

Laburno anagyroidis-Ostryenion carpinifoliae (Ubaldi 1981) Poldini 1990

Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae Allegrezza *et al.*, 2013

FESTUCO-SESLERIETEA Barbéro & Bonin 1969

SESLERIETALIA TENUIFOLIAE Horvat 1930

Seslerienalia apenninae Bruno & Furnari 1966 em. Lancioni, Facchi & Taffetani 2011

Carici humilis-Seslerion apenninae Biondi & Allegrezza 2014 in Biondi, Allegrezza, Casavecchia, Galdenzi, Gasparri, Pesaresi, Vagge & Blasi, 2014

Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* Biondi, Pinzi & Gubellini 2004 var. a *Genista radiata* e *Pinus nigra* subsp. *nigra

JUNIPERO SABINAE-PINETEA SYLVESTRIS Rivas-Martínez 1965 Nom. Inv. Propos. Rivas-Martínez, Diaz, Fernández-González, Izco, Loidi, Lousa & Penas 2002

JUNIPERETALIA HEMISPHAERICAE Rivas-Martínez & J.A. Molina In Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999

SORBO ARIAE-JUNIPERION NANAE all. nova hoc loco

SORBO ARIAE-JUNIPERENION NANAE suball. nova hoc loco

Sorbo ariae-Juniperetum nanae Allegrezza et. al., 2013

Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae ass. nova hoc loco

JUNIPERO HEMISPHAERICAE-PINENION NIGRAE suball. nova hoc loco

Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae ass. nova hoc loco

Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae ass. nova hoc loco

pinetosum nigrae subass. nova hoc loco

coryletosum avellanae subass. nova hoc loco

4.2. Rapporti delle comunità naturali con *Pinus nigra* di origine gamica con i rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* dell'Appennino centrale

Il processo di rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* in Appennino centrale è legato, come già affermato precedentemente, alla disponibilità di semi derivanti dai numerosi rimboschimenti presenti nel territorio. È stato quindi effettuato un confronto tra i rimboschimenti indagati nell'ambito di questa tesi di dottorato e riferiti alle due associazioni *Orthilio secundae-Pinetum nigrae* e *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* e le cenosi naturali in cui è presente *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica.

Nell'ordinamento dei rilievi NMDS (Fig. 8) si evidenzia la separazione di tre gruppi principali. Il primo gruppo riunisce tutti i rilievi relativi ai rimboschimenti insieme a quelli delle cenosi naturali preforestali di *Ostrya carpinifolia* dell'associazione *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* Allegrezza et al., 2013 in cui si riscontra la sporadica presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra*. Il primo gruppo quindi si riferisce alle comunità vegetali di origine antropica e naturale con *Pinus nigra* subsp. *nigra* nell'ambito della classe *Quercio-Fagetea*. Il secondo gruppo è quello che riunisce le cenosi naturali di *Pinus nigra* subsp. *nigra* con *Juniperus communis* subsp. *nana* e *J. communis* subsp. *hemisphaerica* nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea* e inquadrato nella nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae*. Infine il terzo gruppo più distante e separato dagli altri due si riferisce ai primi stadi della colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Genista radiata* sulle praterie subprimarie a *Sesleria apennina* della classe *Festuco-Seslerietea*.

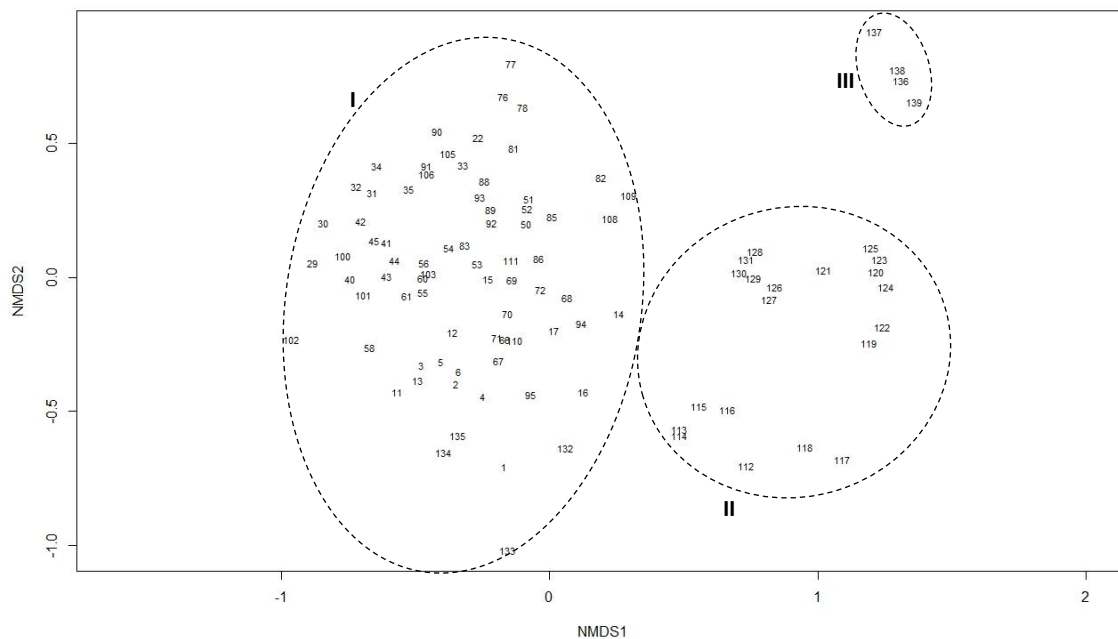


Fig. 8 – Ordinamento NMDS ottenuto dal confronto dei rilievi effettuati all'interno dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* e le comunità naturali in cui è presente *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica. I: *Quercio-Fagetea* (*Orthilio secundae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco, Tab. 2 in Cap. 3; *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco, Tab. 3 in Cap. 3; *Viburnum lantanae-Ostryetum carpinifoliae* Allegrezza et al., 2013, Tab.1); II: *Junipero-Pinetea* (*Sorbo ariae-Juniperion nanae* all. nova hoc loco, *Sorbo ariae-Juniperion nanae* suball. nova hoc loco [*Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza et. al., 2013, rill. 4-7 di Tab. 3; *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* ass. nova hoc loco, rill. 1-3 di Tab.3]; *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* suball. nova hoc loco [*Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae* ass. nova hoc loco, rill. 8-13 di Tab. 3; *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae* ass. nova hoc loco, rill.13-16 di Tab. 3; *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae coryletosum avellanae* subass. nova hoc loco, rill 17-20 di Tab. 3). III: *Festuco-Seslerietea* (*Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* Biondi, Pinzi & Gubellini 2004 var. a *Genista radiata* e *Pinus nigra* subsp. *nigra*, Tab. 2).

5. Conclusioni

Lo studio fitosociologico condotto sulle comunità caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica in Appennino centrale, ha permesso di evidenziare i tre diversi ambiti vegetazionali in cui il pino nero si inserisce: nelle comunità preforestali durevoli, pioniere a dominanza di *Ostrya carpinifolia* (classe *Quercio-Fagetea*) in cui *Pinus nigra* non supera l'1% di copertura, sulle praterie subprimarie a *Sesleria apennina* (classe *Festuco-Seslerietea*) dove si assiste ai primi stadi della colonizzazione di *Pinus nigra* e *Genista radiata* e infine sulle comunità edafoxerofile pioniere e durevoli di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* della classe (*Junipero-Pineta*) che rappresenta l'ambito vegetazionale più favorevole alla colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* raggiungendo la specie i valori più elevati di copertura (sempre >40%) sino a costituire delle vere e proprie pinete.

Sulla base dell'elaborazione dei rilievi relativi alle cenosi di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra*, al confronto con i dati di letteratura e in considerazione della peculiarità biogeografica relativa alla consociazione di queste tre specie, si propone una nuova alleanza per l'Appennino centrale, il *Sorbo ariae-Juniperion nanae* (ass. typus *Sorbo ariae-Juniperetum nanae*) nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea*, ordine *Juniperetalia hemisphaericae* che assume il significato di vicariante edafofila durevole dell'alleanza *Berberidion vulgaris* e vicariante biogeografica dell'alleanza *Berberidion aetnensis* descritta per il termotipo supra e oro-mediterraneo dell'Appennino meridionale. La nuova alleanza *Sorbo ariae-Juniperion nanae* riunisce le comunità pioniere, durevoli, di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si sviluppano al di sopra del limite attuale del bosco in posizione edafoxerofila su suoli primitivi ricchi della componente clastica spesso sottoposti a dissesto idrogeologico dal termotipo supratemperato superiore a quello orotemperato inferiore dell'Appennino centrale su substrato calcareo. Della nuova alleanza vengono riconosciute due nuove suballeanze *Sorbo ariae-Juniperion nanae* e *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* e tre nuove associazioni *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae*, *Astragalo sempervirentis-Juniperetum nanae* e *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae*.

La presente ricerca ha permesso di caratterizzare sintassonomicamente i nuovi paesaggi che si stanno formando in Appennino centrale, oltre che a comprendere l'ecologia di queste comunità che testimoniano il processo di rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* a partire dai centri di diffusione dei semi costituiti dalle formazioni di origine antropica.

6. Bibliografia

- Accetto M., 1999. Asociacija Carici sempervirentis-Pinetum nigraea (Accetto 1996) Accetto 1999 nom. nov. v Sloveniji (ob stoletnici rojstva prvega slovenskega fitocenologa univ. prof. Gabrijela Tomažiča). Zbornik gozdarstva in lesarstva, (60), 107-151.
- Accetto M., 2001. Asociacija Daphno alpinaea-Pinetum nigraea ass. Nova v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, (64), 5-39.
- Aeschmann D., Lauber K., Moser D.M. & Theurillat J.P., 2004. Flora alpina. Voll. 1-3. Zanichelli.
- Allegrezza M., 2003. Vegetazione e paesaggio vegetale della dorsale del Monte San Vicino (Appennino centrale). Fitosociologia 40(1) suppl. 1: 118.
- Allegrezza M., Biondi E. & Mentoni M., 2008. Isoorogeosigmeta e iso-orogeoserie nella dorsale calcarea del Monte San Vicino (Appennino centrale). Fitosociologia 45 (1): 29-37.
- Allegrezza M., Ballelli S., Mentoni M., Olivieri M., Ottaviani C., Pesaresi S., Tesi G., 2013. Biodiversity in the Sibillini Mountain range (Sibillini National Park, central Apennines): the example of Piè Vettore. Plant Sociology, Vol. 50 (1): 157-89.
- Ballelli S., Lucarini D. & Pedrotti F., 2005. Catalogo dell'Erbario dei Monti Sibillini di Vittorio Marche-soni. Braun-Blanquetia 38: 3-259.

- Biondi E., Ballelli S., Allegrezza M., Taffetani F., Frattaroli A.R., Guitian J. & Zuccarello V., 1999. La vegetazione di Campo Imperatore (Gran Sasso d'Italia). *Braun-Blanquetia* 16.
- Biondi E., Pinzi M., Gubellini L., 2004. Vegetazione e paesaggio vegetale del Massiccio del Monte Cucco (Appennino centrale - Dorsale Umbro-Marchigiana). *Fitosociologia* 41(2) suppl. 1: 3-81.
- Biondi E., 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 19-29.
- Biondi E., Blasi C., Allegrezza M., Anzellotti I., Azzella M.M., Carli E., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Facioni L., Galdenzi D., Gasparri R., Lasen C., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Taffetani F., Vagge I., Zitti S., Zivkovic L., 2014. Plant communities of Italy: The Vegetation Prodrome. *Plant Biosyst* 148: 728-814.
- Biondi E., Allegrezza M., Casavecchia S., Galdenzi D., Gasparri R., Pesaresi S., Vagge I., Blasi C., 2014a. New and validated syntaxa for the checklist of Italian vegetation. *Plant Biosyst* 148 (1): 318-332.
- Biondi E., Casavecchia S., Pesaresi S., Gangale C., Uzunov D., 2014b. New syntaxa for the prodrome of the Italian vegetation. *Plant Biosyst* 148, 723-727.
- Biondi E., Allegrezza M., Casavecchia S., Galdenzi D., Gasparri R., Pesaresi S., Poldini L., Sburlino G., Vagge I., Venanzoni R. 2015: New taxonomic contribution to the Vegetation Prodrome of Italy. – *Plant Biosystem* 149(3): 603-615.
- Blasi C. & Frondoni R., 2011. Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy. *Plant Biosystems* 145 - Suppl. 1: 30-37.
- Bonin, G., 1978. Contribution à la connaissance de la végétation des montagnes de l'Apennin centro-meridional. Thèse doct., Marseille, France. 318 pp.
- Brullo S., Giusso del Galdo G. & Guarino R., 2001. The orophilous communities of the Pino-Juniperetea class in the Central and Eastern Mediterranean area. *Feddes Repertorium* 112 (3-4): 261 -308.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C., 2005. An annotated checklist of the Italian vascular flora: 13-420. Palombi ed., Roma.
- Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007. Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina* 10: 5-74.
- Cutini M., Stanisci A. & Pirone G., 2002. L'alleanza *Berberidion vulgaris* in Appennino centrale (Italia centrale). *Fitosociologia*, 39 (2): 31-50.
- Géhu J.M. & Rivas-Martínez S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. In: *Syntaxonomie*. H. Dierschke (ed.), Ber. Int. Symp. Int. Vereinigung Vegetationsk: 5-33. J. Cramer, Vaduz.
- Géhu J.M., 1991. L'analyse symphytosociologique et géosymphytosociologique de l'espace. *Théorie et méthodologie*. Coll. Phytosoc. 17: 11-46. Géhu J.M., 2006. *Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales*. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.
- Géhu J.M., 2006. *Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales*. Berlin-Stuttgart: J Cramer. pp. 900.
- Isajev, V., Fady B., Semerci H., Andonovski V., 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Jalas J. & Suominen J., 1972-1994. *Atlas Florae Europaeae*. Distribution of vascular plants in Europe. Voll. 1-10. Helsinki.
- Oksanen J., Blanchet F.G., Kindt R., Legendre P., Minchin P.R., O'Hara R.B., Simpson G.L, Solymos P., Stevens M.H. & Wagner H., 2015. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.3-0.
- Orlói L., 1978. *Multivariate analysis in vegetation research*. 2nd ed. Junk, The Hague.

- Pesaresi S., Galdenzi D., Biondi E. & Casavecchia S., 2014. Bioclimate of Italy: application of the worldwide bioclimatic classification system. *Journal of Maps* 10 (4): 538-553.
- Piermattei A., Renzaglia F., Urbinati C., 2012. Recent expansion of *Pinus nigra* Arn. Above the timberline in the central Apennines, Italy. *Annals of Forest Science* 69: 509-517.
- Piermattei A., Garbarino M., Urbinati C., 2014. Structural attributes, tree-ring growth and climate sensitivity of *Pinus nigra* Arn. At high altitude: common patterns of a possible treeline shift in the central Apennines (Italy). *Dendrochronologia* 32: 210-219.
- Pignatti S., 1982. *Flora d'Italia* Edagricole 1982.
- Podani J., 2007. *Analisi ed esplorazione multivariata dei dati in ecologia e biologia*. Liguori Editore, Napoli.
- Poldini L., 1969. Le pinete di Pino austriaco nelle Alpi Carniche. *Bollettino della Società Adriatica di Scienze – Trieste* 57.
- Pott R., 2011. Phytosociology: A modern geobotanical method. *Plant Biosystem* 145 - Suppl. 1: 9-18.
- Rivas-Martínez S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139 (2): 135-144.
- Rivas-Martínez S., Sáenz S.R. & Penas A., 2011. Worldwide bioclimatic classification system. *Global Geobotany* 1: 1-634.
- Stanisci A., 1997. Gli arbusteti altomontani dell'Appennino centrale e meridionale. *Fitosociologia* 34: 3-46.
- Theurillat J.P., 1992. Etude ed cartographie du paysage végétal (symphytocoenologie) dans la Région d'Aletsch (Valais, Suisse). Centre Alpin del Phytocoenographie, Champex et Conservatoire et Jardin botaniques de la ville de Genève, Krypto, Teufen.
- Trinajstić I., 1999. Syntaxonomische Übersicht der Schwarzföhrenwälder (*Pinus nigra* Arnold s.l.) Kroatiens. *Wiss. Mitt. Niederösterreich. Landesmuseum* 12 137-149.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A., 1993. *Flora Europaea*. Vol. 1, 2nd ed., Cambridge University Press.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. 1964- 1980. *Flora Europaea*. Vols. 1-5. 1st ed., Cambridge University Press.
- Tüxen R., 1978. Bemerkungen zur historischen, begrifflichen und methodischen Grundtagen der Synsoziologie. In: *Assoziationskomplexe (Rinteln)*. Ber. Intern. Symposium 1997 in Rinteln: 3-12.
- Van der Maarel E., 1979. Transformation of cover- abundance values in phytosociology.

Appendice I: Specie sporadiche

Tab. 3: Ril. 1: *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Syme +. Ril. 2: *Crataegus monogyna* Jacq. +.2. Ril. 3: *Crataegus monogyna* Jacq. +, *Quercus pubescens* Willd. (s.l.) +.2, *Fraxinus ornus* L. subsp. *ornus* +.2, *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* +, *Geum urbanum* L. +, *Filipendula vulgaris* Moench +, *Stachys recta* L. (s.l.) +. Ril. 4: *Acer opalus* Mill. subsp. *obtusatum* (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams +, *Teucrium chamaedrys* L. subsp. *chamaedrys* +, *Centaurea ambigua* Guss. +. Ril. 5: *Acer opalus* Mill. subsp. *obtusatum* (Waldst. et Kit. ex Willd.) Gams +. Ril. 7: *Helichrysum italicum* (Roth) G. Don subsp. *italicum* +. Ril. 8: *Peucedanum austriacum* (Jacq.) W.D.J. Koch +, *Trifolium pratense* L. (s.l.) +.2, *Trinia glauca* (L.) Dumort. subsp. *carniolica* (A. Kern. ex Janch.) H. Wolff 1.1, *Thymus glabrescens* Willd. subsp. *decipiens* (Heinr. Braun) Domin 1.2, *Bupleurum falcatum* L. subsp. *cernuum* (Ten.) Arcang. +, *Heracleum sphondylium* L. subsp. *orsinii* (Guss.) H. Neumayer +.2, *Verbascum longifolium* Ten. +, *Salix purpurea* L. subsp. *purpurea* +.2, *Festuca dimorpha* Guss. 2.2, *Medicago lupulina* L. +.2, *Cirsium morisianum* Rchb. +, *Isatis apennina* Ten. ex Grande +, *Monotropa hypopitys* L. +.2, *Hieracium tomentosum* (L.) L. 1.1, *Acer monspessulanum* L. subsp. *monspessulanum* +, *Onobrychis viciifolia* Scop. +, *Pedicularis tuberosa* L. +, *Linum capitatum* Kit. ex Schult. subsp. *serrulatum* (Bertol.) Hartvig +. Ril. 9: *Poa bulbosa* L. +, *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. subsp. *apenninum* +, *Minuartia verna* (L.) Hiern subsp. *collina* (Neilr.) Domin +.2, *Orobanche gracilis* Sm. +, *Rumex acetosella* L. subsp. *angiocarpus* (Murb.) Murb. +.2, *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch +. Ril. 10: *Trifolium*

pratense L. (s.l.) +.2, *Poa bulbosa* L. +, *Helianthemum apenninum* (L.) Mill. subsp. *apenninum* +, *Orobanche gracilis* Sm. +, *Hieracium schmidtii* Tausch (gruppo) cfr 1.2, *Hieracium neomalyi* Zahn cfr +, *Trifolium alpestre* L. +.2. Ril. 11: *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica* +, *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Sym *Galium mollugo* L. subsp. *erectum* Sym +.2, *Minuartia verna* (L.) Hiern subsp. *collina* (Neilr.) Domi +, *Cirsium eriophorum* (L.) Scop. subsp. *eriophorum* +, *Allium sphaerocephalon* L. subsp. *sphaerocephalon* +, *Senecio apenninus* Tausch +, *Carduus nutans* L. (s.l.) +. Ril. 12: *Teucrium montanum* L. +.2, *Thymus praecox* Opiz subsp. *polytrichus* (Borbás) Jalas +.2, *Silene paradoxa* L. +, *Silene ciliata* Pourr. subsp. *graefferi* (Guss.) Nyman +, *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. +. Ril. 13: *Thymus glabrescens* Willd. subsp. *decipiens* (Heinr. Braun) Domin +.2, *Teucrium montanum* L. +.2, *Carduus carlinifolius* Lam. subsp. *carlinifolius* +, *Pimpinella tragium* Vill. +.2, *Leucanthemum adustum* (W.D.J. Koch) Grelli +.2, *Dianthus monspessulanus* L. +, *Euphrasia salisburgensis* Funck ex Hoppe +, *Arabis hirsuta* (L.) Scop. +. Ril. 14: *Carex humilis* Leyss. +, *Carduus carlinifolius* Lam. subsp. *carlinifolius* +, *Pimpinella tragium* Vill. +, *Leucanthemum adustum* (W.D.J. Koch) Grelli +, *Dianthus monspessulanus* L. +, *Thymus praecox* Opiz subsp. *polytrichus* (Borbás) Jalas 1.1, *Rhinanthus wetstenii* +. Ril. 15: *Galium lucidum* All. subsp. *lucidum* +, *Gentiana cruciata* L. subsp. *cruciata* +.2, *Euphrasia salisburgensis* Funck ex Hoppe +.3, *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria* +. Ril. 16: *Euphorbia dulcis* L. +, *Picris hieracioides* L. (s.l.) +. Ril. 17: *Arabis collina* Ten. +, *Gentianopsis ciliata* (L.) Ma subsp. *ciliata* +. Ril. 20: *Arabis collina* Ten. +.

Appendice II: Data e località dei rilievi

Tab. 1: Ril. 1: da Tab. 2 in Allegrezza et al., 2103 (23/06/2011, Mt. Vettore, AP) ril. 3. Ril. 2: da Tab. 2 in Allegrezza et al., 2013 (23/06/2011, Mt. Vettore, AP) ril. 4. Ril. 3: da Tab. 2 in Allegrezza et al., 2103 (23/06/2011, Mt. Vettore, AP) ril. 5. Ril. 4: da Tab. 2 in Allegrezza et al., 2103 (23/06/2011, Mt. Vettore, AP) ril. 6.

Tab. 2: Ril. 1: 04/08/2014 Mt. Acuto (PU), 33T 312276m E 4816402m N. Ril. 2: 04/08/2014 Mt. Acuto (PU), 33T 312222m E 4816427m N. Ril. 3: 2014 Mt. Acuto (PU), 33T 312432m E 4816710m N. Ril. 4: 04/08/2014 Mt. Acuto (PU), 33T 312303m E 4816375m N.

Tab. 3: Ril. 1-2-3-4 28/07/2015 Mt. Vettore/Mt. Vettoreto. Ril. 5: da Tab. 7 in Allegrezza et al., 2013, (Mt. Vettore, AP) ril. 6. Ril. 6: da Tab. 7 in Allegrezza et al., 2013 (Mt. Vettore, AP), ril. 7. Ril. 7: da Tab. 7 in Allegrezza et al., 2013, (Mt. Vettore, AP) ril. 8. Ril. 8: 22/06/2015, Mt. Bove, 33T 351629m E 4752320m N. Ril. 9: 1/07/2016 Mt. Rotondo (MC), 33T 350325m E 4758155m N. Ril. 10: 1/07/2016 Mt. Rotondo (MC), 33T 350426m E 4758100m N. Ril. 11: 05/07/2016, Mt. Prata (MC), 33T 353040m E 4747125m N. Ril. 12: 05/07/2016, Mt. Prata (MC), 33T 352995m E 4746799m N. Ril. 13: 14/07/2016 Campo Imperatore (AQ), 33T 397810m E 4694849m N. Ril. 14: 14/07/2016 Campo Imperatore (AQ), 33T 397964m E 4697150m N. Ril. 15: 09/08/2016 Campo Imperatore (AQ), 33T 396879m E 4692293m N. Ril. 16: 09/08/2016 Campo Imperatore (AQ), 33T 396792m E 4692359m N. Ril. 17: 26/09/2016, Mt. Vettore (AP), 33T 358906m E 4740489m N. Ril. 18: 26/09/2016, Mt. Vettore (AP), 33T 358803m E 4740571m N. Ril. 19: 26/09/2016, Mt. Vettore (AP), 33T 358851m E 4740499m N. Ril. 20: 26/09/2016, Mt. Vettore (AP), 33T 358993m E 4740371m N.

CAPITOLO V

Conclusioni generali

I risultati ottenuti con la presente ricerca hanno consentito la caratterizzazione vegetazionale, sinecologica, biogeografica e sintassonomica delle comunità di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti in Appennino centrale dal termotipo mesotemperato superiore all'orotemperato; in particolare di quelle di origine antropica (rimboschimenti la cui epoca d'impianto è precedente al 1950), e di quelle naturali in cui *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica si inserisce e che rappresentano l'aspetto di rinaturalizzazione di questa specie a partire dai centri di disseminazione costituiti dai rimboschimenti.

Relativamente alle cenosi di origine antropica è stato inoltre valutato lo stato di rinaturalizzazione di due rimboschimenti rappresentativi a circa 100 anni dal loro impianto, dall'analisi dei quali è emerso che lo stato di rinaturalizzazione è in funzione del bosco autoctono e quindi del sito di riferimento. Si sottolinea l'importanza dell'utilizzo dei boschi limitrofi come controllo per la valutazione dello stato di rinaturalizzazione dei rimboschimenti che in base ai risultati ottenuti risulta essere sito-specifica.

Per quello che riguarda la caratterizzazione floristico-vegetazionale dei rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* presenti nell'Appennino centrale dal termotipo mesotemperato superiore al supratemperato superiore il presente studio costituisce un primo contributo, dal quale è emerso che l'autonomia floristica significativa di queste cenosi rispetto ai boschi autoctoni che si sviluppano nelle medesime condizioni ecologiche utilizzati per il confronto, può essere interpretata come la risultante degli effetti legati alla prolungata presenza del pino sulla diversità specifica. Ciò è risultato particolarmente evidente per i rimboschimenti del piano supratemperato caratterizzati da una combinazione specifica autonoma significativa contraddistinta da specie nemorali rare e di interesse biogeografico. A livello sintassonomico per i rimboschimenti a *Pinus nigra* subsp. *nigra* dell'Appennino centrale sono state quindi proposte due nuove associazioni, inserite nella classe *Quercio-Fagetea: Orthilio secundae-Pinetum nigrae* (alleanza *Aremonio-Fagion sylvaticae* e ordine *Fagetalia sylvaticae*) per quelli del termotipo supratemperato e *Lonicero etruscae-Pinetum nigrae* (alleanza *Carpinion orientalis* e ordine *Quercetalia pubescenti-petraeae*) per quelli del termotipo mesotemperato. Il confronto di queste cenosi con i dati di letteratura relativi alle pinete naturali a *Pinus nigra* subsp. *nigra* descritte per l'Italia e i territori limitrofi ha evidenziato la separazione delle cenosi considerate appartenenti alle diverse classi sintassonomiche e il legame biogeografico tra le cenosi forestali appenniniche e quelle balcaniche espresse dall'alleanza *Carpinion orientalis*. I rimboschimenti di *Pinus nigra* subsp. *nigra* indagati con il presente studio possono essere considerati stadi durevoli di una successione dinamica che devia dalla naturale successione vegetazionale e ciò deve essere tenuto fortemente in considerazione anche per la programmazione degli interventi gestionali nell'ambito della *Restoration ecology*.

Infine lo studio fitosociologico condotto sulle comunità caratterizzate dalla presenza di *Pinus nigra* subsp. *nigra* di origine gamica che si sviluppano dal termotipo supratemperato superiore all'orotemperato in Appennino centrale, ha permesso di evidenziare i tre diversi ambiti vegetazionali in cui il pino nero si inserisce: nelle comunità preforestali durevoli, pioniere a dominanza di *Ostrya carpinifolia* dell'associazione *Viburno lantanae-Ostryetum carpinifoliae* (classe *Quercio-Fagetea*), sulle praterie subprimarie a *Sesleria apennina* dove si assiste ai primi stadi della colonizzazione di *Pinus nigra* e *Genista radiata* espressa dalla variante a *Pinus nigra* subsp. *nigra* e *Genista radiata* dell'associazione *Carici macrolepis-Seslerietum apenninae* (classe *Festuco-Seslerietea*) e infine sulle comunità edafoxerofile pioniere e durevoli di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* (classe *Junipero-Pinetea*) che rappresenta l'ambito vegetazionale più favorevole alla colonizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra*. Per quest'ultime, in base all'elaborazione dei rilievi, al confronto con i dati di letteratura e in considerazione della peculiarità biogeografica relativa alla

consociazione di queste tre specie è stata proposta una nuova alleanza per l'Appennino centro-meridionale, il *Sorbo ariae-Juniperion nanae* nell'ambito della classe *Junipero-Pinetea*, ordine *Juniperetalia hemisphaericae* che riunisce le comunità pioniere, durevoli, di *Juniperus communis* subsp. *nana*, *J. communis* subsp. *hemisphaerica* e *Pinus nigra* subsp. *nigra* che si sviluppano in posizione edafoxerofila su suoli primitivi ricchi della componente clastica dal termotipo supratemperato superiore a quello orotemperato inferiore dell'Appennino calcareo centro-meridionale, e di cui l'associazione *Sorbo ariae-Juniperetum nanae* Allegrezza *et. al.*, 2013 rappresenta il *typus*. All'interno di questo nuovo syntaxon vengono inoltre riconosciute due nuove sub-alleanze, 3 nuove associazioni e una subassociazione: *Sorbo ariae-Juniperion nanae* in cui si inserisce l'associazione *Corylo avellanae-Juniperetum hemisphaericae* (oltre al *Sorbo ariae-Juniperetum nanae*) caratterizzate dalla maggior presenza di specie preforestali e *Junipero hemisphaericae-Pinenion nigrae* in cui si inseriscono le associazioni *Astragalo sempevirentis-Juniperetum nanae* e *Junipero hemisphaericae-Pinetum nigrae*, con la subass. *coryletosum avellanae*. La presente ricerca ha permesso di caratterizzare sintassonomicamente questi nuovi paesaggi che si stanno formando in Appennino centrale, oltre che a comprendere l'ecologia di queste comunità che testimoniano il processo di rinaturalizzazione di *Pinus nigra* subsp. *nigra* a partire dai centri di diffusione dei semi costituiti dalle formazioni di origine antropica.