

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Biologia

*Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Natura*

**STUDIO DELL'HABITAT 2130\* "DUNE COSTIERE FISSE A  
VEGETAZIONE ERBACEA (DUNE GRIGIE)" NEL SIC IT 3250032  
"BOSCO NORDIO"**

*STUDY OF HABITAT 2130\* "FIXED COASTAL DUNES WITH  
HERBACEOUS VEGETATION (GREY DUNES)" IN THE SIC IT 3250032  
"BOSCO NORDIO"*

**Relatore: Dott. Renata Trevisan**  
(Dip. di Biologia)

**Correlatore: Dott. Mariacristina Villani**  
(Dip. di Biologia)

**Correlatore esterno: Dott. Jacopo Richard**  
(Veneto Agricoltura)

**Laureanda: Linda Bragato**

Anno Accademico: 2015/2016

# INDICE

Introduzione e scopo della tesi.....	1
<b>CAPITOLO 1- La Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio</b>	
1.1 Inquadramento geografico.....	2
1.2 Storia recente di Bosco Nordio .....	5
1.3 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	9
1.4 Inquadramento climatico.....	13
1.5 Pedologia.....	19
1.6 Il sito e la Rete Natura 2000.....	25
1.7 Cartografia ufficiale degli habitat.....	27
1.8 Inquadramento floristico e vegetazionale.....	30
1.8.1. Habitat 2130*: Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie).....	33
<b>CAPITOLO 2- Materiali e metodi</b>	
2.1 Individuazione delle aree di studio.....	37
2.2 Elaborazioni cartografiche.....	40
2.3 Elaborazione dei dati.....	41
2.3.1. Organizzazione dei dati.....	41
2.3.2. Analisi dei dati.....	42
2.3.3. Uso di indici di biodiversità.....	43
<b>CAPITOLO 3- Risultati e discussione</b>	
3.1 Inquadramento delle radure.....	44
3.2 Ricchezza specifica.....	51
3.3 Condizioni ecologiche.....	53
3.4 Analisi delle coperture delle specie erbacee.....	56
3.5 Analisi delle strategie di colonizzazione.....	65
<b>CAPITOLO 4 – Conclusioni.....</b>	<b>68</b>
<b>Bibliografia.....</b>	<b>70</b>



# Introduzione e scopo della tesi

La presente indagine si svolge all'interno della Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio, che possiede un grande valore naturalistico, per la presenza di habitat divenuti ormai rari e vulnerabili.

Lo scopo del lavoro è analizzare gli habitat prativi nell'orno-lecceta, in particolare le dinamiche ecologiche e l'evoluzione floristico-vegetazionale dell'habitat classificato come 2130\*: "Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)" ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE, presente nelle radure. Nella Riserva, questi prati aridi stanno scomparendo a causa dell'espansione delle specie arboree, che li stanno colonizzando.

I risultati dello studio potranno servire all'ente gestore per interventi di mantenimento dell'habitat, dato che la sua conservazione è priorità massima. Questo è richiesto anche dal Piano di Gestione, che ha come obiettivo generale la conservazione o l'incremento della biodiversità del SIC/ZPS Bosco Nordio. Il documento evidenzia il valore naturalistico dell'habitat 2130\*, in quanto originario e caratteristico di questo sistema di dune fossili e per l'interesse ecologico che questo ambiente assume nella Riserva Naturale Integrale ospitando specie rare o assenti nei territori limitrofi.

In alcune radure indagate, gli operai forestali di Veneto Agricoltura hanno eseguito il taglio della lecceta nella corona perimetrale seguendo le indicazioni ottenute dallo studio di Giovanni Bombieri "Studio sulle dinamiche di avanzamento del bosco nelle aree di habitat 2130\* (dune grigie) nella lecceta della Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio", in modo da riportare la superficie delle radure ad una situazione di partenza, ipotizzando sia quella di 50 anni fa. Questi piccoli lembi di habitat 2130\* di Bosco Nordio hanno una forte valenza, ma mancano studi approfonditi.



# CAPITOLO 1

## La Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio

### 1.1 Inquadramento geografico

La Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio è situata nella zona più meridionale della Provincia di Venezia in comune di Chioggia, al confine con la provincia di Rovigo, ed è localizzata su un sistema di dune fossili distanti 3 Km dal mare (Fig. 1.1). Il bosco è collocato tra le località di Sant'Anna di Chioggia e Cavanella d'Adige, ad est della S.S.309 "Romea" in un contesto di tipo agricolo.

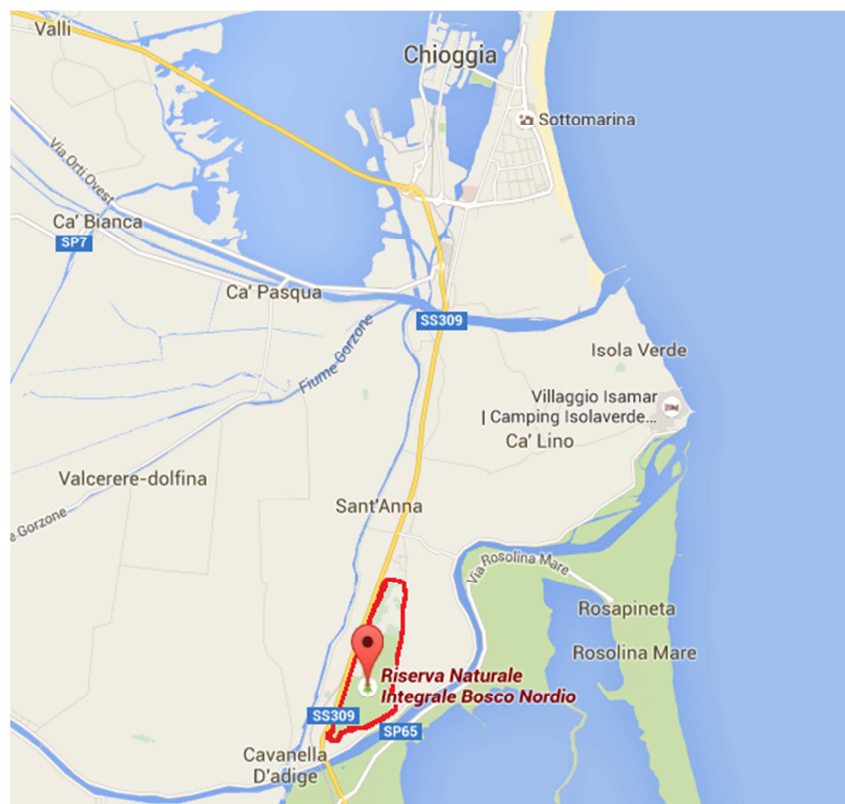


FIGURA 1.1: Localizzazione geografica di Bosco Nordio (da Google maps).

Il bosco ha un'estensione complessiva di 157 ha ed è costituito da due formazioni boscate contigue: La Riserva vera e propria, di proprietà della Regione Veneto, con un'estensione di 113,54 ha, a cui si sommano circa 44 ha del bosco

Sant'Anna, proprietà di privati, collocato nel settore settentrionale. Al suo interno sono presenti superfici agrarie ed edifici che non fanno parte del sito (Buffa & Lasen, 2010). Il bosco è circondato da aree agricole e piccoli centri urbani, mentre i centri più estesi, Chioggia a nord e Porto Viro a sud, sono collocati a circa dieci chilometri di distanza.

Per un inquadramento biogeografico, l'area di Bosco Nordio si inserisce nella regione Eurosiberiana, sottoregione Alpino-caucasica, provincia Appennino-balcanica, settore padano (Rivas-Martinez *et al.*, 2001).

Dal 10 marzo del 1998, Bosco Nordio è stato inserito nella "Rete Natura 2000" come Sito di Importanza Comunitaria (S.I.C) e Zona di Protezione Speciale (Z.P.S) IT3250032 ai sensi delle direttive CEE 92/43 "Habitat" e CEE 79/409 " Uccelli" (Fig. 1.2).

Nei dintorni dell'area sono presenti altri frammenti di dune fossili che testimoniano l'antica linea di costa di questo tratto di litorale: le "Dune di Rosolina e Volto" (IT3270004), le "Dune di Donada e Contarina" (IT3270003), le "Dune fossili di Ariano nel Polesine" (IT3270005) (Fig. 1.3).

La Strada Statale Romea SS.309, il cui tracciato esisteva già nell'epoca Romana, segue l'andamento di questo antico cordone di dune, come testimoniato in figura 1.4 (tracciata in rosso), inoltre si può vedere che ad ovest e in piccola parte anche ad est di Bosco Nordio erano presenti ampi territori di valli paludose, presenti dall'alto medioevo fino al 1700 (Fig. 1.4).

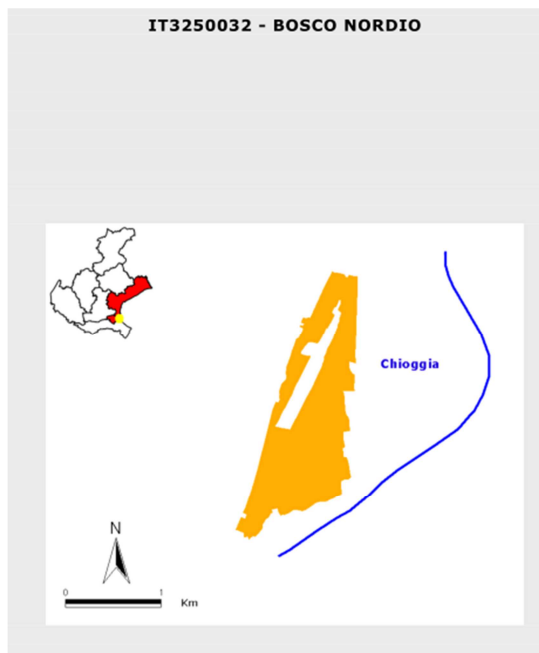


FIGURA 1.2: Tratta dall'allegato B Dgr n. 2371 del 27/07/2006.



FIGURA 1.3: Localizzazione geografica delle dune fossili nei dintorni di Bosco Nordio (da Google maps).



FIGURA 1.4: Ritaglio della cartografia militare austriaca (Kriegskarte von Zach 1798-1805- archivio di Stato di Venezia).



## 1.2 Storia recente di Bosco Nordio

Della presenza di un bosco in quest'area ne parlò già Plinio il Vecchio (23-79 d.C.) nella sua opera "Naturalis Historia", nel libro III capitolo XVI (Padoan, 2011). Questo tratto di litorale è stato modellato, nel corso dei secoli, dalle deviazioni dei fiumi che sfociano nell'area: il Brenta, l'Adige ed il Po, Po di Tramontana (uno dei suoi rami principali), il quale fino alla fine del 1500 sfociava in prossimità dell'attuale abitato di Rosolina mare, a circa cinque chilometri da Bosco Nordio. L'apporto dei sedimenti determinò l'avanzamento della linea di costa, ed il conseguente isolamento del cordone dunale su cui vegeta il bosco, all'interno di aree palustri (Fig. 1.5).



FIGURA 1.5: Mappa del territorio di Loreo del 1720. Archivio di Stato di Venezia.

Tale cordone litoraneo andava dal limite meridionale della laguna veneta fino a Ravenna e delimitava le paludi che Plinio il Vecchio chiamava "Fossiones Philistinae", in cui sfociavano l'Adige, il Medoacus Major (Brenta), il Medoacus Minor (Bacchiglione o Retrone) e il Tartarus (Canal Bianco) (Padoan, 2011).

In epoca pre-romana il bosco veniva chiamato "Sylva Elianum" tra Po e Adige, Fosson (da "Fossiones", foce dell'Adige) e Cerreto. Nelle vicinanze di Fosson si trovava il Ceredo, toponimo derivato dal greco "corno". Anticamente, nel 1178,

quest'ultimo era un bosco e si intuisce che rimase tale, perché si legge in un documento del 1270, che si proibì di tagliare e asportare legname e fascine. Confrontando questo documento con un altro del 1399 (che vieta il taglio del bosco) si scopre che Ceredo e Fossone erano due nomi per indicare lo stesso bosco (Padoan, 2011).

In effetti, nel passato esisteva una cintura boscata che andava dalle foci del Po fino al fiume Timavo ad est di Monfalcone, lunga oltre 100 Km. Di questo manto boschivo litoraneo rimangono pochi lembi: la "Pineda" alla foce del Tagliamento, il Bosco della Mesola e Bosco Nordio. Nelle dune paludose, prosciugate in epoca romana, in quel tempo c'erano lecci e allori, senza tracce di pinete (Padoan, 2011).

Questi terreni nel 1203 furono ceduti dal comune di Chioggia al monastero di San Zaccaria in Venezia.

Nel marzo del 1685 il Doge Marco Antonio Giustiniano approvò la delibera del Consiglio Maggiore di Chioggia, che risale a febbraio del 1661, in cui si parlava del trasferimento di proprietà del bosco di Fossone. Nei mesi di aprile e maggio dello stesso anno e nel novembre del 1686 il bosco venne messo all'asta per i soli diritti di utile dominio, dividendolo in dieci lotti. A Vincenzo Nordio vennero assegnati i lotti 1°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9° e 10°, per un totale di 500 campi (Loreggian, 2001). Il valore del campo padovano e vicentino era di 3862,5726 m<sup>2</sup>, ed era un'antica unità di misura agraria in uso appunto anche nei territori della ex Repubblica di Venezia. È molto probabile che questi appezzamenti siano quelli che ora formano il vero e proprio Bosco Nordio.

Nel 1760 Andrea Nordio, parente di Vincenzo, cominciò a piantare nel bosco una vasta pineta che copriva tutta l'area tranne alcune bassure, in modo da produrre pinoli (Di Gallo & De Battisti, 1979). Nel centro del bosco e lungo i margini orientali c'erano dei fabbricati, dai quali derivò la località Ca' Nordio (oggi località ancora presente). Il bosco era chiamato "Pignèa dei Nordi" e questo si può vedere in una mappa in possesso di un certo Mario Nordio, discendente di Vincenzo (Padoan, 2011).

La presenza del bosco è testimoniata anche dalla toponomastica che riporta "Bosco di Feron e Monzoni", "Bosco di Fosson", "Bosco Cerreto" e nelle più recenti il toponimo "Bosco Nordio".

Nella cartografia del 1785 (figura 1.6) si può notare che l'area rappresentata è quasi la stessa di quella nella cartografia di Von Zach del 1805 (figura 1.4 del precedente paragrafo), ed inoltre molto simile ai confini che ha attualmente la Riserva.

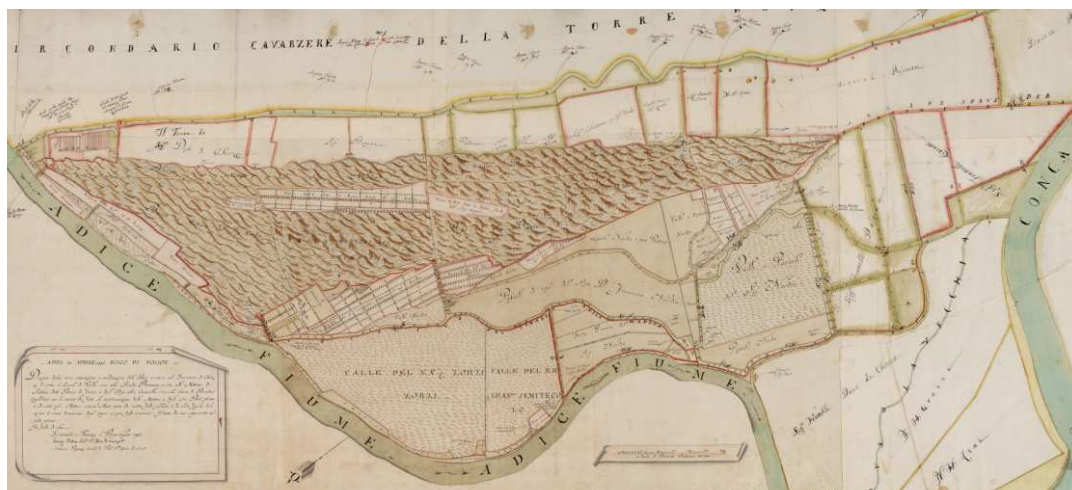


FIGURA 1.6: Mappa dell'area risalente al 1785. Archivio di Stato di Venezia.

Il bosco venne distrutto nel 1917 da un proprietario che l'aveva acquistato dagli ultimi discendenti di Andrea Nordio. Ma nel 1930 fu nuovamente acquistato dalla famiglia Nordio, che nella località "Dune della Pegorina" seminò ancora i pini.

Nel 1937 il conte Passi Mappelli acquistò il bosco e poi lo cedette ai signori Lincetto e Boschiero residenti a Padova (Padoan, 2011).

Nel 1944 venne quasi interamente raso al suolo per ordine del comando locale della Repubblica di Salò, allo scopo di procurare legname per la costruzione di rifugi antiaerei. Inoltre, per la presenza di guarnigioni tedesche a difesa del ponte sull'Adige, era necessario evitare che il bosco fungesse da nascondiglio ai partigiani. Gli effetti del disboscamento sono ancora evidenti nella foto aerea del 1955 (Figura 1.7).

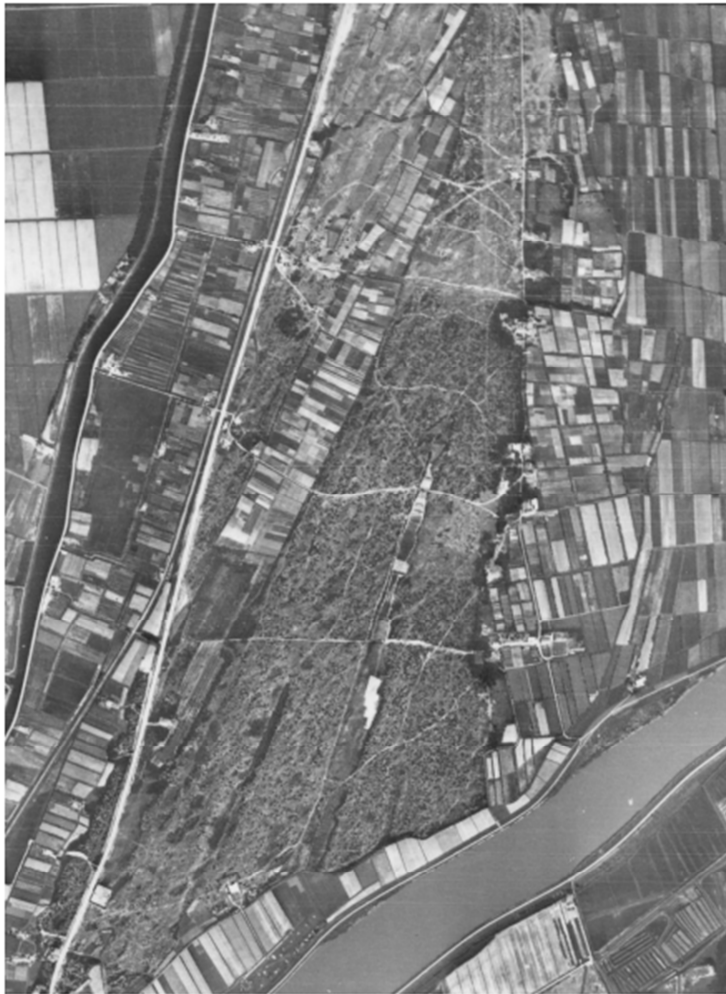


FIGURA 1.7: Bosco Nordio nel 1955 (fonte: Istituto Geografico Militare di Firenze).

Dopo la guerra il bosco fu riseminato ad opera l'Azienda di Stato per le Foreste Demaniali, che lo aveva acquistato nel 1958, ad eccezione della porzione settentrionale del Bosco Sant'Anna. L'area di Bosco Nordio è stata individuata come Riserva Naturale Integrale (RNI) con il Decreto Ministeriale del 26 luglio 1971, in ragione dell'interesse collegato ai requisiti naturalistici ed ecologici.

La gestione della Riserva è stata affidata all'Azienda Regionale Con il Decreto Interministeriale del 27 settembre 1996, la Riserva di Bosco Nordio è stata individuata tra i possedimenti della ex Agenzia di Stato per le Foreste Demaniali, ed è stata trasferita alla Regione Veneto. Con la DGR 577 del 3 marzo 1998 della Regione Veneto è stata affidata in gestione a Veneto Agricoltura, che provvede ad attuare gli interventi di manutenzione del bosco.

## 1.3 Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio di Bosco Nordio è situato sul sistema di dune più antico del litorale veneto compreso tra Chioggia e il Po. La pianura alluvionale dov'è inserito è il risultato dei depositi dei fiumi Brenta, Piave e Adige (quest'ultimo ha avuto apporto di materiale anche dal Po) durante il Pleistocene superiore e l'Olocene. Gli ampi sistemi sedimentari hanno una granulometria che diminuisce da monte a valle, partendo da ghiaia fino ad avere limo e argilla, così da generare delle conoidi definite *megafan*. Questi ultimi si sono poi incontrati e integrati con i depositi marini della bassa pianura (Bondesan *et al.*, 2008).

Il territorio della Laguna di Venezia è formato da numerosi gruppi di cordoni litorali ed esaminandone la disposizione nella parte più meridionale, si può vedere che appartengono alla porzione sinistra di un delta con foce un tempo posizionata nel punto in cui si trova ora l'Adige. Da studi archeologici risulta che questo apparato abbia un'età posteriore all'XI sec. a.C. Ad est del Canale di Valle che nel suo lato occidentale presenta una fascia di piccoli ventagli d'esondazione, si trova un complesso litorale che si allarga da nord a sud, tra Sant'Anna e il Bosco Nordio. In questo punto le dune sono conservate e hanno un rilievo fino a 6 m (Castiglioni, 2001). Questo sistema dunale è di epoca greco-etrusca (Marcolongo & Zaffanella, 1987). Il proseguimento di queste dune è nell'area di Sottomarina e sono legate all'avanzamento della linea di costa avvenuto dal Rinascimento (seconda metà del XIV sec. fino al XVI sec). Il bacino della laguna di Venezia si è costituito a causa dell'ingressione marina iniziata alla fine dell'ultimo periodo glaciale detto würmiano, ed arrivò al massimo della sua espansione circa a metà del periodo Atlantico (6000 anni BP). La figura 1.8 può essere utile per evidenziare le modificazioni della linea di costa dall'olocene fino ad oggi.



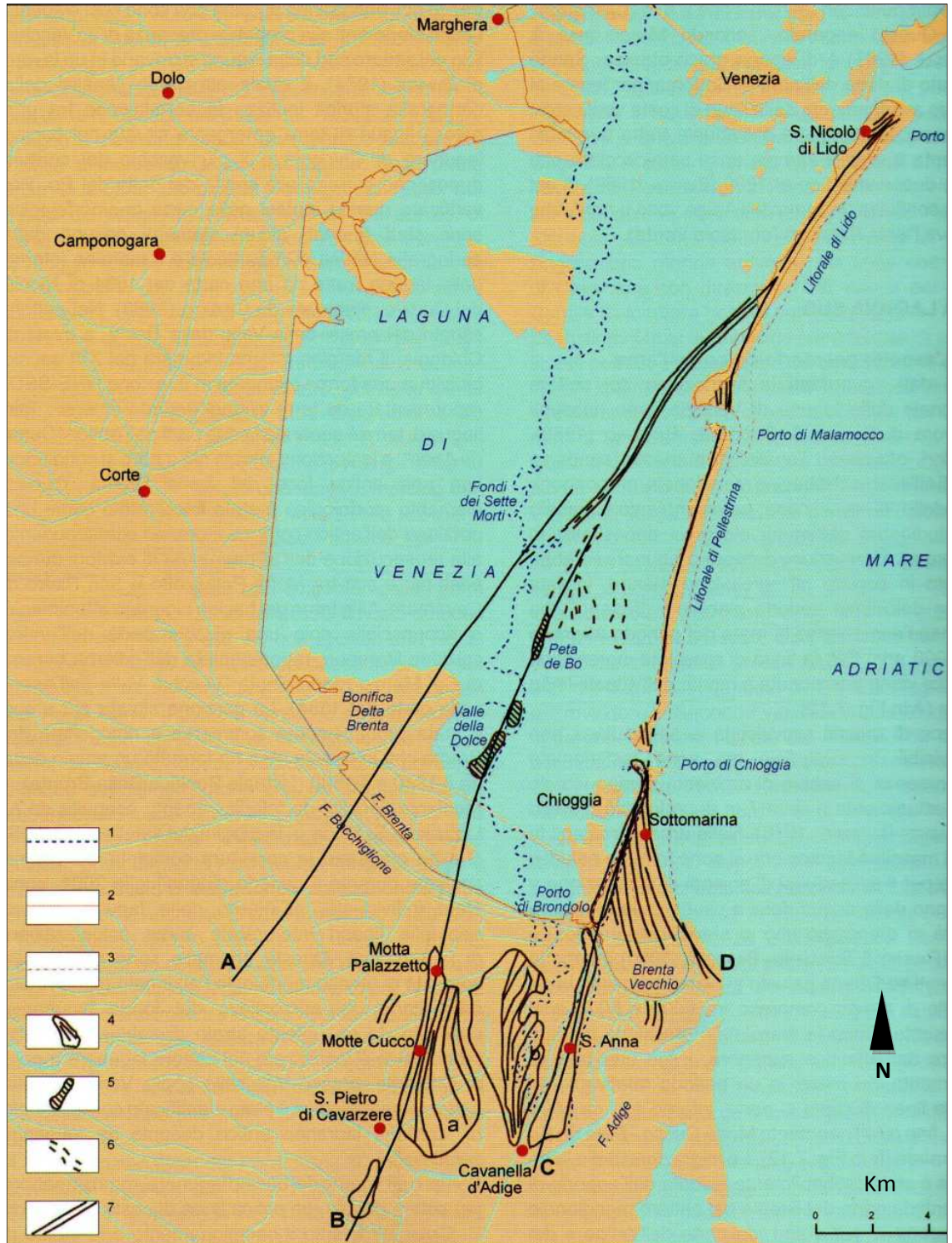


FIGURA 1.8: Variazioni della linea di costa nel settore meridionale della laguna di Venezia (Vitturi *et al.*, 2011).

La linea di massima ingressione olocenica è situata a monte dell'attuale linea di costa (A in Fig. 1.8), che è testimoniata da sabbie di ambiente marino-litorale situate ora a circa 7 m di profondità (Favero & Serandrei Barbero, 1978). Nelle zone retrostanti alla linea di massima ingressione si sono verificate inondazioni e ristagno di acque dolci (difficoltà della penetrazione dell'acqua) e di conseguenza c'è stata la formazione di paludi e torbiere, tra 6000 e 5000 anni dal presente (Favero & Serandrei Barbero, 1980). In un breve periodo la linea di costa (circa 5000 anni fa), a causa del ritiro del mare, arrivò al livello dell'allineamento Motte Cucco - Peta de Bo-Val Grande (B in Fig. 1.8). Contribuiscono allo spostamento della linea di costa l'apporto di sedimenti da parte del Brenta nel settore meridionale della laguna e da parte dell'Adige e del Po più a sud (Vitturi *et al.*, 2011). Nella presente carta geomorfologica si può identificare il litorale antico nell'allineamento Motte Cucco - Peta del Bo - Val Grande, che è delineato dalle dune di San Pietro di Cavarzere – Motte Cucco - Motta Palazzetto (B Fig. 1.8). Nel bacino lagunare, come lo vediamo oggi, le tracce dell'antica linea di costa non sono molto chiari. Attraverso un'analisi cartografica storica è stato ipotizzato un collegamento tra l'estesa lingua di terra nel bacino lagunare di Chioggia e il più antico cordone dunoso che è situato più a monte del delta del Po (Vitturi *et al.*, 2011). Nel settore posto nei pressi della Valle della Dolce il margine interno lagunare del XVI secolo individua un allungamento verso NNE-SSO rappresentato dalle terre in quel periodo emerse. Viene considerato la continuazione dell'allineamento dei cordoni dunosi più a sud tra Motta Palazzetto e San Pietro di Cavarzere. Nella carta geomorfologica tra San Pietro di Cavarzere e Cavanella d'Adige sono segnati due cordoni dunosi "A" e "B" e come si può vedere in figura 1.8 sono costituiti dai due apparati deltizi del Po (Favero & Serandrei Barbero, 1978), rappresentati dall'unità di Motte Cucco e di Cavanella d'Adige. I due apparati hanno subito profonde modificazioni che hanno causato lo spostamento della linea di costa tra 2800 e 2500 anni BP (Bondesan *et al.*, 2008).

In seguito si formò l'allineamento lungo la direttrice Cavanella d'Adige – Sant'Anna - Chioggia, che corrisponde alla linea "C" (Fig. 1.8), a causa del prolungarsi del delta più a sud. Questo cordone è collegato con quello di età etrusca, sul quale si trova l'abitato di Spina (FE). Questa serie di allineamenti sabbiosi paralleli vicini tra loro si trovano ad oriente del Canale di Valle (scorre ad ovest di Bosco Nordio) derivante da un lungo periodo di stabilizzazione del litorale in questa area (Vitturi *et al.*, 2011).

La linea di costa attuale è indicata con la lettera D. La linea tratteggiata, indicata dal numero 1, mostra il margine interno lagunare, mentre la linea indicata dal n. 2 la linea di costa. Essi sono tratti dalla cartografia storica (1 – secolo XVI e 2 – secolo XVIII). Il n 3 indica il limite della spiaggia intertidale ricavato da cartografia

storica (anno 1763). Il n 4 indica il cordone litoraneo e complesso dunoso fossile spianato o rilevato. Il n 5 indica che il cordone litoraneo antico è desunto dalla cartografia storica. Il n 6 indica che il cordone litoraneo antico è tratto da immagini satellitari. Il n 7 indica che il cordone litoraneo antico è stato ricavato attraverso il rilevamento. I sistemi “a” e “b” indicano gli antichi apparati deltizi (Fig. 1.8).

Bosco Nordio sorge sopra l’unità di Sant’Anna (Fig. 1.9), che risale all’Olocene sup. (VII sec. a.C. – XVI sec. d.C.). Essa è costituita da depositi costieri formatisi dopo che la linea di costa si fu stabilizzata lungo la direttrice Cavanella d’Adige – Sant’Anna – Chioggia. L’unità di Sant’Anna finisce dove comincia l’antico litorale di Chioggia e comprende le uniche dune fossili nell’area meridionale della provincia che conservano ancora la morfologia di origine (Bondesan *et al.*, 2008). In particolare le dune di Bosco Nordio identificano un’antica foce fluviale dell’Adige, formatasi in un intervallo di tempo compreso tra VII sec. a.C. – I sec. d.C., posta ad est di Cavanella d’Adige. La morfologia attuale dell’Alveo dell’Adige è il risultato di processi erosivi e delle trasformazioni del territorio, e ciò rende incerta l’identificazione del sistema (Bondesan *et al.*, 2008). I depositi dell’unità di Sant’Anna sono costituiti da sabbie medio-fini, talvolta limose, passanti a sabbie grosse alla base, fossilifere, che hanno uno spessore di almeno 9 m. Nella parte intermedia ci sono tracce di materiale organico. Il limite inferiore dell’unità non è mai stato analizzato, invece, per quanto riguarda il limite superiore, esso coincide con la superficie topografica attuale, rimodellato in parte dall’attività antropica recente (Bondesan *et al.*, 2008).

Bosco Nordio rientra tra i 31 geositi individuati per la Provincia di Venezia ed è considerato uno dei più rappresentativi di essa. Un geosito è una ricchezza ambientale naturale che richiede attenzione e tutela, in quanto non rinnovabile. Per il territorio in cui si trova è un elemento indispensabile per la comprensione scientifica della sua storia e delle trasformazioni che lo hanno portato ad essere come lo vediamo oggi (Bondesan *et al.*, 2008).



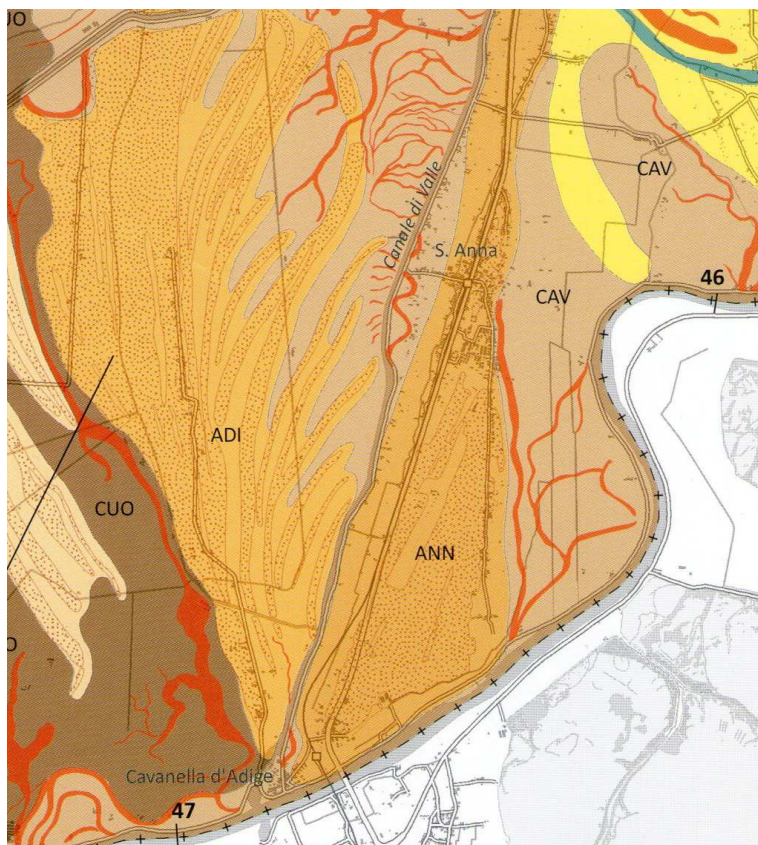


FIGURA 1.9: Rappresentazione dell'unità di Sant'Anna: ANN (dalla "Carta delle unità geologiche della provincia di Venezia", 2008).

## 1.4 Inquadramento climatico

Per descrivere le caratteristiche climatiche di Bosco Nordio si è fatto riferimento ai dati derivati dalla Stazione Meteorologica di Sant'Anna di Chioggia, che comprendono un periodo che va dal 1994 fino al 2015 (dati ARPAV dal sito [http://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/Mappa\\_2010\\_TEMP.htm](http://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/Mappa_2010_TEMP.htm)).

Le temperature medie annuali sono superiori o uguali ai 13 °C per sette mesi l'anno, quindi il clima è considerato mite. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio che hanno temperature minime di 1 °C. Nel gennaio 2012 la temperatura minima raggiunta è stata - 1.9 °C, mentre il mese più caldo è luglio che ha temperature massime in media di 28,9 °C. La temperatura massima è stata 30.8 °C nel luglio 2006. Il suolo sabbioso è un cattivo conduttore termico per cui le sue temperature non scendono mai al di sotto dello zero.

Nel grafico 1.1 si vede l'andamento delle temperature medie mensili dell'intervallo considerato.

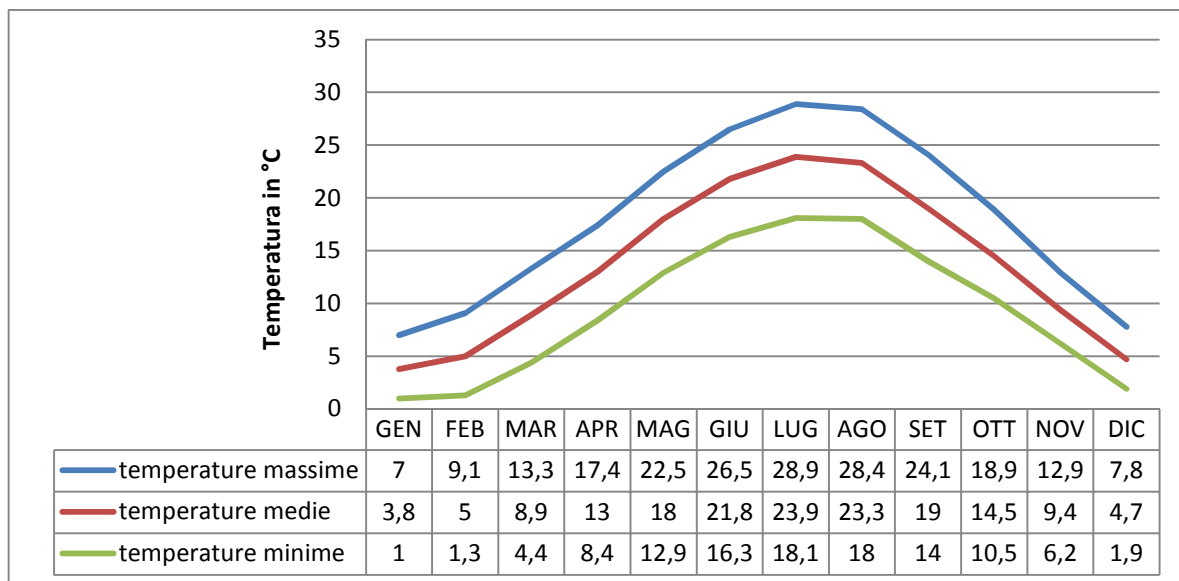


GRAFICO 1.1: Andamento delle temperature, basato sul valore medio mensile (1994-2015).

Nell’arco temporale analizzato la media delle precipitazioni totali annuali è pari a 810,5 mm, con un picco massimo di 1124,4 mm nel 2004 e un picco minimo di 502,4 mm nel 2011.

I mesi più piovosi sono settembre e ottobre, con valori medi rispettivamente di 96,9 mm e 94,5 mm.

Nella grafico 1.2 sono riportati i valori medi mensili dei mm di pioggia, confrontati con il numero medio di giorni piovosi per ogni mese. Le precipitazioni nell’arco dell’anno non subiscono variazioni brusche, ad eccezione di luglio e gennaio. La differenza tra i due è che in gennaio la pioggia è distribuita su 6 giorni anziché 4. Aprile e novembre sono i mesi con il maggior numero di giorni in cui piove, ma osservando i mm caduti si può dedurre che a novembre le piogge sono in media più intense.

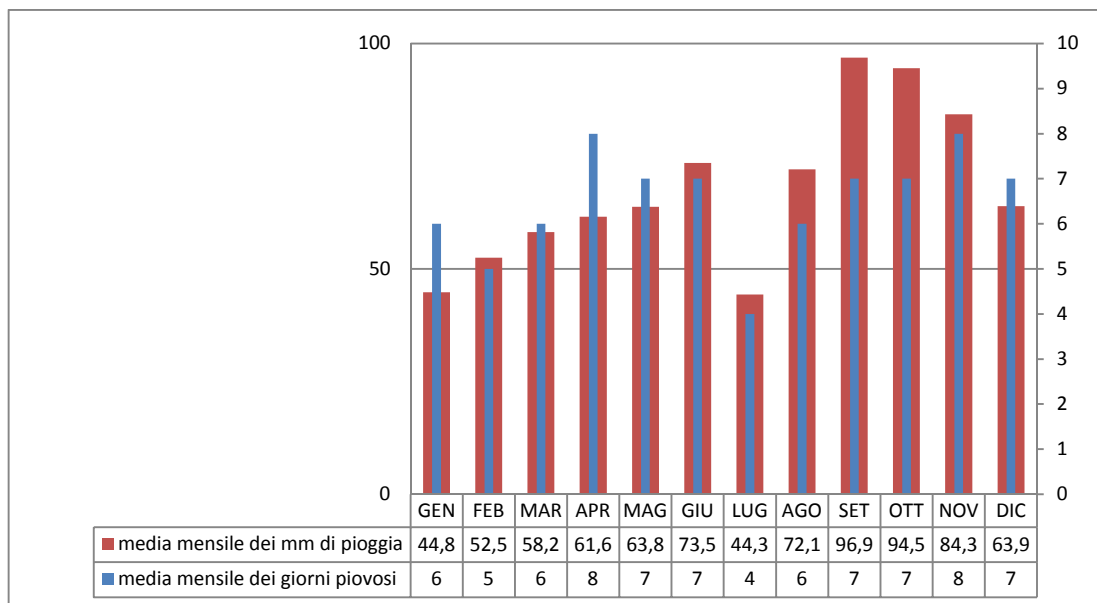


GRAFICO 1.2: Confronto dei dati sulla distribuzione delle precipitazioni.

Il grafico 1.3 presenta il diagramma di Bagnouls e Gausse (1957), che è composto da un sistema di assi cartesiani in cui sulle ordinate sono rappresentate a sinistra le precipitazioni e a destra le temperature (la scala è di  $1P = 2T$ ) e sulle ascisse vengono indicati i mesi dell'anno. I valori indicano le medie mensili. Il diagramma identifica se e quando si abbia un periodo di siccità o di abbondanti piogge. Secondo questi Autori si ha aridità quando la quantità delle precipitazioni è inferiore al valore doppio della temperatura per il periodo considerato. Dai dati risulta che a Bosco Nordio non c'è "deficit idrico", identificabile graficamente quando la curva delle precipitazioni scende al di sotto di quella delle temperature, tuttavia nel mese di luglio le due curve arrivano a toccarsi. In questo intervallo di tempo le temperature raggiungono i picchi più alti (intorno a  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) mentre le precipitazioni sono molto scarse (44,3 mm), arrivando così ad avere un periodo di sub-aridità. La stazione ha precise caratteristiche climatiche molto vicine a quelle del clima mediterraneo e ha una siccità estiva limitata a due o tre mesi (Loreggian, 2001).

Osservando la curva delle precipitazioni, si nota che assume la massima distanza dalla curva delle temperature nel mese di ottobre, per cui si ha un picco di piovosità (arrivando anche a 218,8 mm nel 2000) arrivando ad avere un "surplus idrico" (Andrich, 2010).

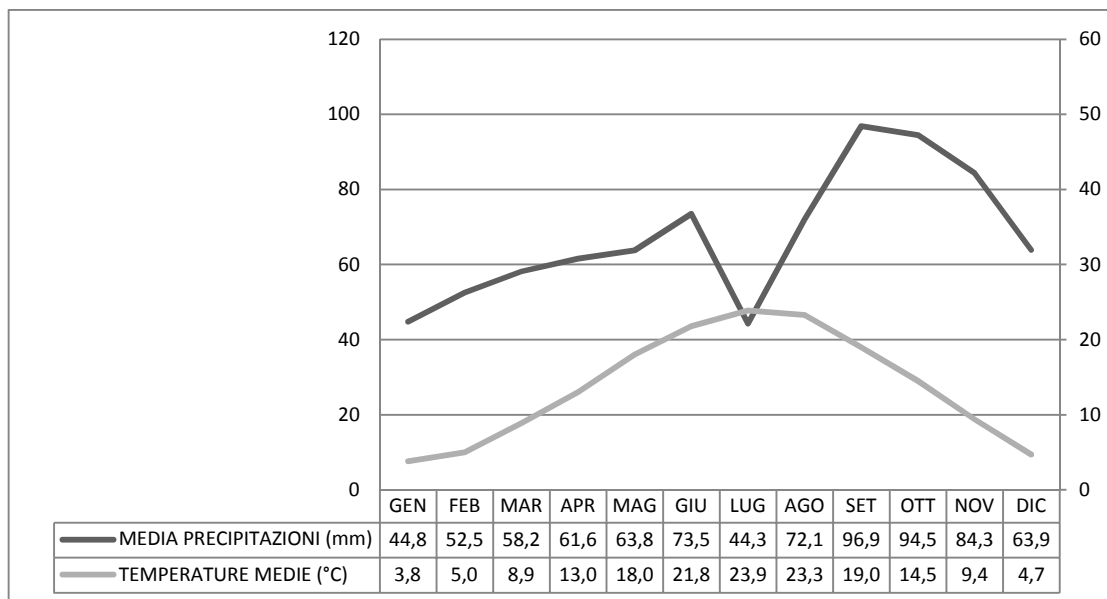


GRAFICO 1.3: Diagramma di Bagnouls e Gaussien, che illustra l'andamento delle precipitazioni nel corso dell'anno in relazione all'andamento delle temperature

In figura 1.4 sono presentati i valori dell'umidità relativa, che è il rapporto percentuale tra la quantità effettiva di vapore acqueo presente nell'aria e la massima quantità che, alla stessa temperatura, sarebbe necessaria perché l'aria fosse satura di vapore acqueo.

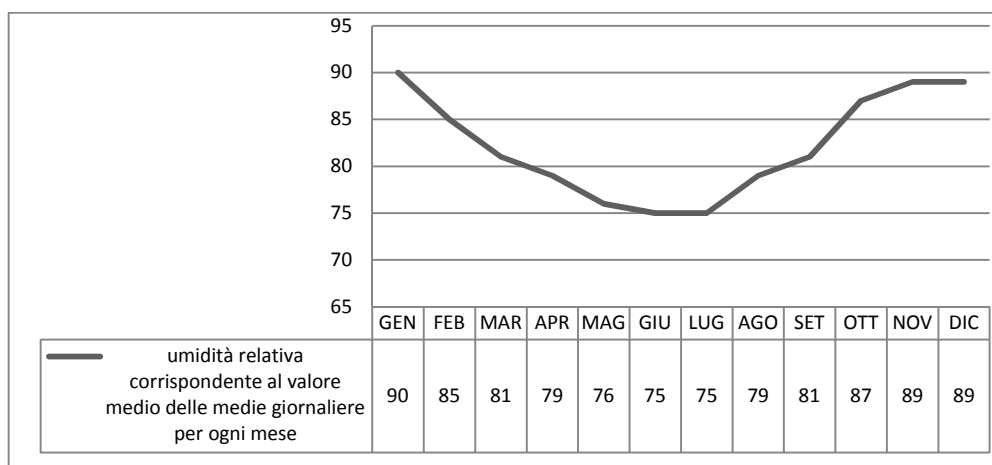


GRAFICO 1.4: Valori dell'umidità relativa.

Tutti i valori della medie mensili indicano che l'umidità è considerevole (valori dal 75% in su).

Le informazioni sui venti che soffiano nel bosco derivano dal piano di gestione del 2010. In questa zona soffiano i venti del 1° e 2° quadrante, che hanno velocità superiori a 40 Km/h principalmente nei mesi di ottobre e aprile. Questi venti sono soprattutto di Bora (1° quadrante). Nei mesi estivi soffiano specialmente i venti di Scirocco, che risultano meno violenti.

I dati rappresentati nel grafico 1.5 evidenziano che i venti con velocità tra 0,5 e 3 m/s soffiano durante tutti i mesi dell'anno (percentuali vicine al 100%), mentre i venti che hanno altre velocità variano il periodo in cui sono presenti. L'intensità più elevata del vento si è registrata ad ottobre, quando raggiunge una velocità superiore ai 10 m/s (percentuale di circa il 5%) (Andrich, 2010).

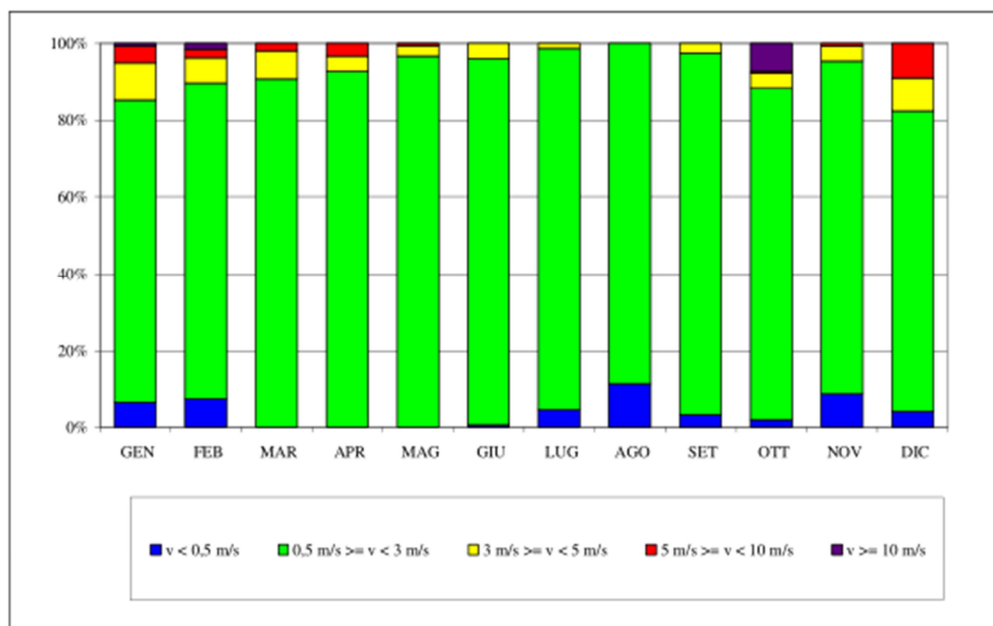


GRAFICO 1.5: Velocità del vento (m/s) ricavato dalla media mensile degli anni dal 1996 al 2007 (dal Piano di Gestione del 2010).

Un altro parametro valutato nella serie di dati dal 1994 al 2015 è l'irraggiamento, ossia l'energia per unità di area proveniente direttamente o indirettamente dal Sole. Si vede dalla figura 1.15 come i valori maggiori di irraggiamento si abbiano nei mesi di maggio, giugno e luglio.



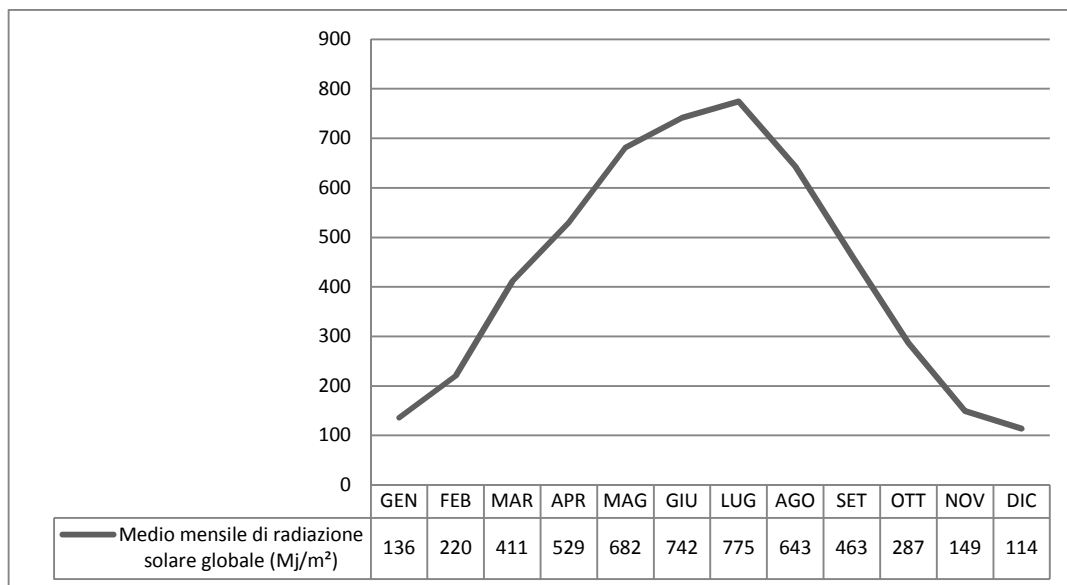


GRAFICO 1.6: Radiazione solare globale (MJ/m<sup>2</sup>).

## 1.5 Pedologia

Al termine dell'ultima glaciazione Wurmiana, 10.000 anni fa, la maggior parte della fascia di territorio tra l'Alto Adriatico e le cime delle Alpi orientali era caratterizzata da estese foreste non omogenee, che in pianura dovevano aver raggiunto quasi dappertutto il climax per quanto riguarda gli aspetti pedologici. Con il graduale ritiro del mare, il litorale si trovava costituito da dune quasi parallele che si allontanavano sempre di più dalla linea di costa. Questi suoli diventavano a mano a mano sempre più fertili e in superficie inizialmente crescevano specie erbacee pioniere e successivamente specie arbustive e arboree, con una copertura che diventava sempre più fitta (Dibona, 2000).

Nella prima metà del VIII secolo a.C. nell'area dell'attuale Bosco Nordio, sulle antiche dune, si erano già formati suoli maturi e fertili. I suoli e i soprassuoli erano molto diversi dagli attuali, perché nel tempo sono stati degradati anche dall'uomo. In età Romana ospitavano un bosco con limitata presenza di *Quercus ilex* L. e *Laurus nobilis* L.. C'erano punti di affioramento della falda freatica, in cui crescevano specie igrofile. Il bosco fu sfruttato per prelevare legname, tanto da arrivare alla quasi totale assenza di specie arboree che causò un aumento considerevole dell'erosione idrica ed eolica superficiale e quindi un apporto organico minore dovuto alla lettiera sottile. L'orizzonte minerale risultava superficiale e poco fertile (Dibona, 2000).

L'impianto di pino domestico *Pinus pinea* L. portò ad un apporto di sostanza organica diversa, che modificò i processi chimici e biochimici precedenti.

Fu intensamente sfruttato durante la Prima e Seconda guerra mondiale, fu distrutto per due volte e furono piantate conifere esotiche. La pineta dopo il 1970 cominciò a scomparire per l'attacco dello scolitide *Blastophagus piniperda* e per la naturale rinnovazione principalmente del leccio e dell'orniello.

I rilievi pedologici recenti (Dibona, 2000) sono stati effettuati nei 3 punti più rappresentativi per diversità del soprassuolo (indicatore del diverso sviluppo pedogenetico e diversa fertilità) per una profondità di 150 cm (Fig. 1.10). Il sistema di classificazione usato è quello della FAO-UNESCO. Solamente i punti A e B ricadono nell'area di interesse.

Il profilo, in corrispondenza di A, corrisponde alle prime fasi dello sviluppo pedogenetico, ci vorranno tempi lunghi per arrivare allo sviluppo massimo (minimo due secoli). Risulta fortemente sabbioso lungo l'intero profilo e ricco di granuli di quarzo. L'attività biologica è significativa solo nell'orizzonte superficiale e insignificante a profondità maggiori di 44 cm. Il contenuto in limo e argilla è basso. La presenza di carbonato aumenta con la profondità, il fosforo assimilabile

è basso lungo tutto il profilo, il potassio scambiabile regredisce in profondità. Qui l'apporto di sostanza organica è bassa e la copertura è solo di tipo erbaceo. Il pedoclima ha forti oscillazioni di temperatura. Il profilo secondo il sistema della FAO-UNESCO è classificato come: *Calcari Haplic Arenosol (ARhc) (Arenosol (AR):* suolo formato su substrato ad elevato livello di sabbia quarzifera, Calcari (c): alto contenuto di carbonati nei primi 50 cm, Haplic (h): sequenza degli orizzonti normale).

Il profilo nel punto B risulta essere più evoluto rispetto al profilo A, ed è costituito da sabbie quarzifere, ma risulta alterato probabilmente per l'introduzione di *Dama dama*, che ha favorito l'erosione superficiale. Il contenuto di sabbia è elevato e il materiale non è coeso negli orizzonti superficiali. Il suolo in questo punto presenta una buona densità di copertura di biomassa forestale, ma con poco apporto di sostanza organica al suolo, che è significativa solo nell'orizzonte superficiale. Il livello di carbonato aumenta andando in profondità, mentre, sia il fosforo assimilabile, sia il potassio scambiabile decrescono con la profondità. La falda freatica è poco profonda, il suolo è endopercolativo nei periodi di sufficiente piovosità ed esopercolativo nei periodi più caldi dell'anno. L'erosione eolica qui è ridotta e porta ad una copertura forestale mista con presenza specie che richiedono climi semiaridi. Il profilo è classificato come: *Calcari Cambic Arenosol (ARbc)* (Cambic b: netto cambiamento di colore, tessitura e struttura tra l'orizzonte minerale superficiale e quello sottostante).

Gli Arenosols sono suoli che si sono formati in condizioni di clima arido o semiarido, con substrato sabbioso ricco di granuli di quarzo, accumulati grazie al trasporto idrico ed eolico (Dibona, 2000).

Dai rilievi pedologici si ricava che il suolo di Bosco Nordio presenta una tessitura omogenea sabbiosa fine di origine alluvionale con alta perdita d'acqua e sostanze nutritive, legate a scorrimenti in profondità (Dibona, 2000). La conseguente porosità favorisce un processo di mineralizzazione della sostanza organica molto veloce, e a ciò contribuisce anche il clima (Vitturi *et al.*, 2008). Il substrato risulta omogeneo per il fatto di non avere accumuli di lettiera massicci e quindi di sostanza organica, a causa della rapida attività biotica di demolizione e trasformazione dei resti delle piante. Questo garantisce un buon equilibrio tra apporto e restituzione dei principi nutritivi. Il suolo risulta arido solo in rari momenti, perché le piogge sono frequenti e la falda è poco profonda (100 cm al momento dell'apertura del profilo, con risalita fino a 60 cm di profondità) data la vicinanza dell'Adige, inoltre è caratterizzato dall'assenza di ristagni idrici.

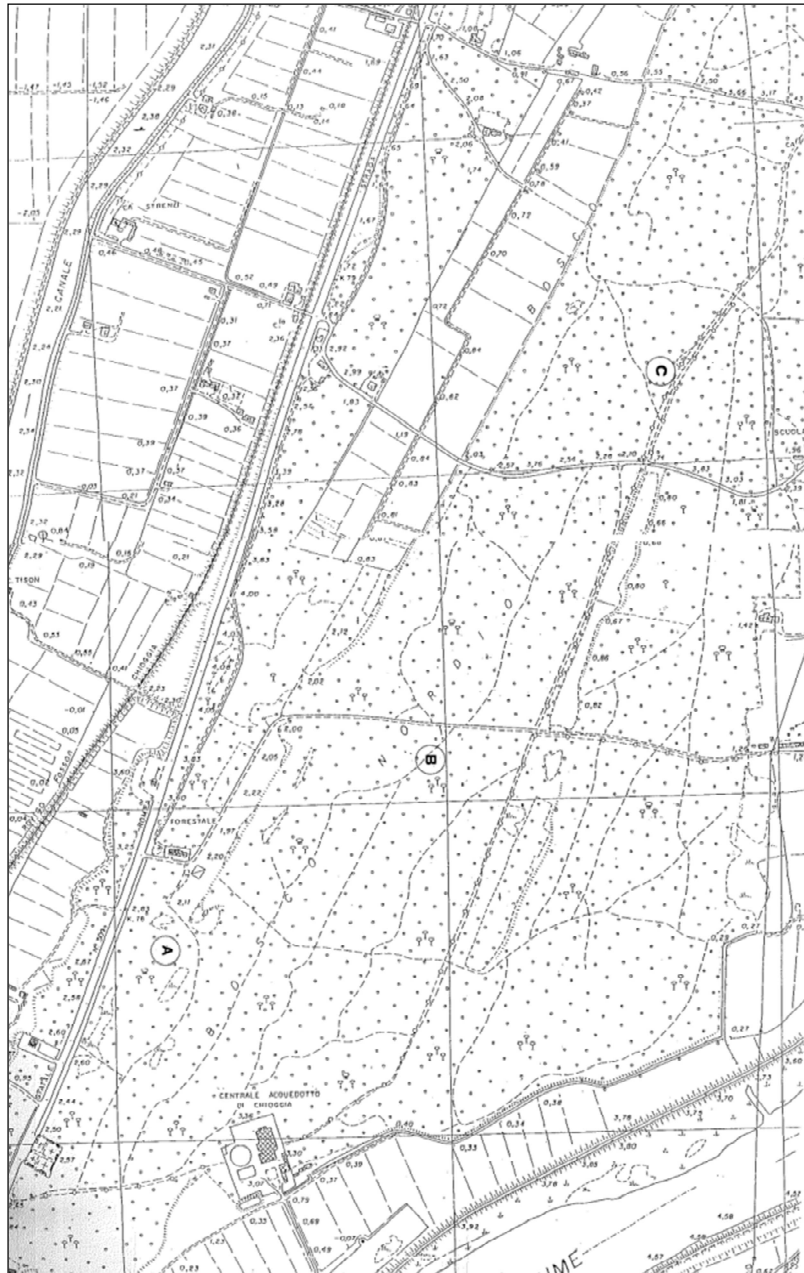


FIGURA 1.10: Localizzazione dei punti A, B e C in cui sono stati eseguiti i rilievi pedologici.

Nel lavoro “I suoli della provincia di Venezia” (Vitturi *et al.*, 2008) viene fatta una classificazione dei suoli articolata in quattro livelli gerarchici: **distretto** (indica il bacino fluviale di appartenenza), **sovraunità di paesaggio** (suddivide gli ambienti a seconda dell’età di formazione e al grado di evoluzione dei suoli), **unità di paesaggio** (si basa sulle forme delle superfici come dossi, depressioni e superfici di transizione). L’ultimo livello è l’**unità cartografica** e riguarda la tipologia di suolo (Vitturi *et al.*, 2008).

Bosco Nordio rientra nel distretto D, ossia fa parte della pianura costiera e lagunare, formata da sedimenti da molto ad estremamente calcarei, sabbiosi e con bassa AWC (capacità di ritenuta idrica). La sovraunità di paesaggio è la D2, ossia la pianura costiera sabbiosa attuale costituita da cordoni litoranei di cui buona parte è stata spianata. Più nel dettaglio va inserito nell'unità di paesaggio D2-3 che comprende i sistemi di dune rilevate costituite prevalentemente da sabbie. Il bosco corrisponde all'unità cartografica ALO1 che comprende aree di ampiezza limitata che si sono conservate (Fig. 1.11) (Vitturi *et al.*, 2008).

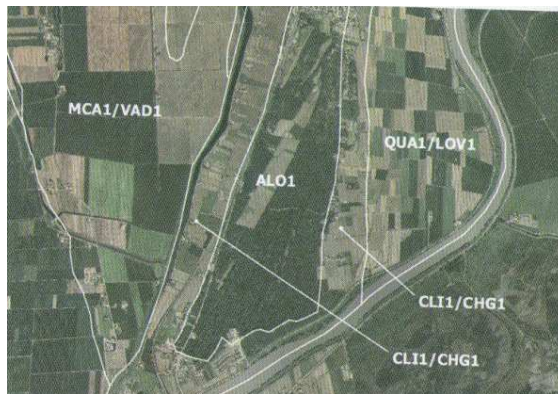


FIGURA 1.11: Unità cartografica ALO1 in corrispondenza di Bosco (Vitturi *et al.*, 2008).

Oltre a Bosco Nordio, in questa unità cartografica troviamo le parti terminali del Lido di Venezia, Cà Roman e Valle Vecchia di Caorle. Le quote sono comprese tra 4 e 0 m s.l.m. e i valori delle pendenze sono vicine allo 0,4 %. Il suolo è costituito a partire da sabbie da molto ad estremamente calcaree, ha bassa differenziazione del profilo, con orizzonte superficiale A molto sottile e granulometria sabbiosa. Ha buona profondità utile alle radici e bassa ritenuta idrica, drenaggio rapido interno, permeabilità molto alta e la falda è da profonda a molto profonda (Vitturi *et al.*, 2008).

Bosco Nordio presenta un suolo che secondo la classificazione *Soil Taxonomy* USDA (Soil Survey Staff, 2006) è inquadrabile nel: Typic Ustipsamments, mixed, calcareous, mesic, mentre nel World Reference Base WRB (FAO, 2006) è collocabile nel: Protic Arenosols (Calcaric).



FIGURA 1.12: Suolo sabbioso di duna a bosco Nordio (Protic Arenosols (Calcaric) (Vitturi *et al.*, 2008).

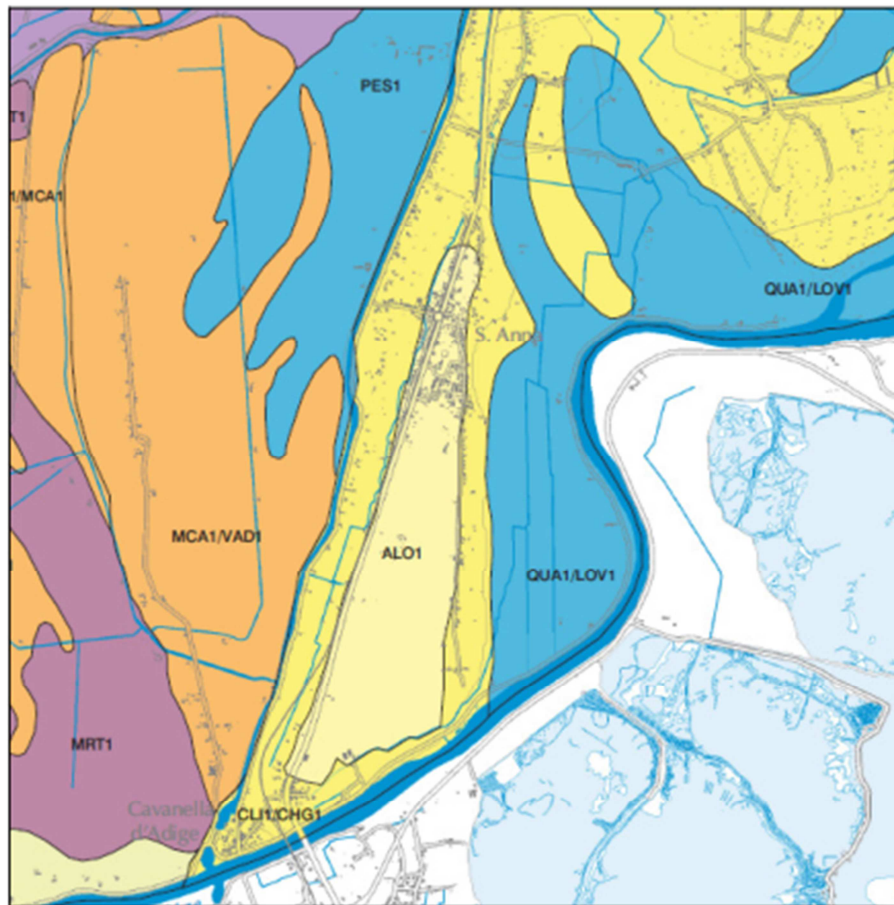
Gli orizzonti individuati sono:

A: spessore 10 cm; colore bruno per presenza di humus; tessitura sabbiosa, scheletro assente, da estremamente a molto calcareo, alcalino, saturazione molto alta, non salino, contenuto in carbonio organico moderato. È costituito da sostanza organica umificata legata alla frazione minerale.

C: a partire da 10 cm; colore bruno giallastro, tessitura sabbiosa, scheletro assente, da estremamente a fortemente calcareo, fortemente alcalino, saturazione molto alta, non salino, contenuto in carbonio organico molto basso. È dovuto all'alterazione prevalentemente fisica della roccia madre.

DISTRETTO	SISTEMA	UNITÀ DI PAESAGGIO
<b>D - Pianura costiera e lagunare</b> a sedimenti da molto a estremamente calcarei.	<b>D1 - Pianura costiera sabbiosa recente</b> con suoli decarbonatati e localmente con accumulo di sostanza organica.	<b>D1.1</b> - Cordoni dunali, costituiti prevalentemente da sabbie.
	<b>D2 - Pianura costiera sabbiosa attuale</b> con suoli non decarbonatati.	<b>D2.1</b> - Cordoni dunali, costituiti prevalentemente da sabbie. <b>D2.2</b> - Cordoni dunali, costituiti prevalentemente da sabbie, con aree di riporto a tessitura più fine. <b>D2.3</b> - Cordoni litoranei molto rilevati, costituiti prevalentemente da sabbie.
	<b>D3 - Pianura lagunare e palustre bonificata</b> con suoli non decarbonatati o a iniziale decarbonatazione e a volte con problemi di salinità.	<b>D3.1</b> - Bacini lagunari e paludi costiere bonificate, sede di apporti sedimentari fluviali, costituiti prevalentemente da limi e sabbie.

TABELLA I: Classificazione dei suoli per il distretto D, a cui appartiene Bosco Nordio (Vitturi *et al.*, 2008).



#### LEGENDA

- ALO1 Suoli Alberoni, sabbiosi
- CLI1/CHG1 Suoli Ca'Lino, sabbiosi / Suoli Chioggia, sabbiosi
- MCA1/VAD1 Suoli Motta Contarina, sabbioso franchi / Suoli Valcerere Dolfina, sabbiosi
- MRT1 Suoli Martinelli, a materiale organico umificato
- PES1 Suoli Scolo delle Pessine, franco limosi
- QUA1/LOV1 Suoli Quarto d'Altino, franco limosi / Suoli Lova, franchi

FIGURA 1.13: Unità di pedopaesaggio in corrispondenza di Bosco Nordio (Vitturi *et al.*, 2008).



## 1.6 Il sito e la Rete Natura 2000

L'area di Bosco Nordio, come indicato nel paragrafo 1.2, è stata istituita Riserva Naturale Integrale con il Decreto Ministeriale del 26 luglio 1971. Il Decreto stabilisce che all'interno della RNI l'accesso sia consentito solo per ragioni di studio, per scopi educativi, per compiti amministrativi e di vigilanza. La parte più settentrionale (44 ettari sul totale di 157), è conosciuta come "Bosco di Sant'Anna" ed è di proprietà privata. Si trova esternamente ai confini della Riserva (Fig. 1.14). La gestione selvicolturale di tale area è affidata in convenzione ai Servizi Forestali di Treviso e Venezia.



FIGURA 1.14: In verde è indicato il Bosco di Sant'Anna e in blu Bosco Nordio (dal Piano di Gestione del 2010).

La Direttiva Comunitaria "Habitat" (Direttiva 92/43/CEE) sancisce la nascita di Rete Natura 2000, che è un complesso di siti che al loro interno presentano habitat di valore naturalistico. Lo scopo è di garantire la sopravvivenza a lungo termine delle specie e degli habitat europei minacciati (Commissione delle comunità europee, 2002). La direttiva Habitat individua circa 200 tipi di habitat e 700 specie vegetali e animali di importanza comunitaria. Ad essa si associa la direttiva Uccelli (Direttiva 79/409/CEE) che elenca 181 specie vulnerabili ed evidenzia l'importanza di proteggere le zone umide per la salvaguardia delle specie di uccelli migratori (Commissione delle comunità europee 2002).



La scelta dei siti è effettuata attraverso criteri di selezione dell'allegato III della Direttiva "Habitat". L'Italia ha recepito la Direttiva attraverso il Decreto del Presidente della Repubblica n°357 dell'8 settembre del 1997, integrato e modificato con il DPR n°120 del 13 marzo 2003.

La Regione Veneto con la Delibera n°4824 del 21 dicembre 1998 ha esposto al Ministero la propria lista di siti, nella quale era incluso Bosco Nordio designato sia come ZPS (IT3250001) e sia come SIC (IT3250007). Questo elenco è stato poi reso pubblico con il Decreto Ministeriale del 3 aprile 2000 "Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciale, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE".

La Giunta Regionale Veneta, con la Delibera Giunta Regionale n°448 del 21 febbraio 2003, ha prodotto un nuovo elenco di 99 SIC e con la DGR 449/2003 la nuova lista di 70 ZPS. La Delibera 448/2003 stabilisce che i siti IT3250001 e IT3250007 vengano accorpati creando un unico SIC, denominato "Bosco Nordio" con la nuova numerazione IT3250032, per un'estensione di 157 ha comprendendo anche l'area del Bosco di Sant'Anna.

Con la DGR n°2673 del 6 agosto 2004, la Regione Veneto ha approvato un nuovo elenco ed una ripermimetrazione dei siti, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio per accogliere la comunicazione della Comunità Europea relativa alla distribuzione di alcune specie ittiche fortemente minacciate. Attualmente ogni sito è descritto da un Formulario Standard che contiene tutte le informazioni sulle specie e sugli habitat che lo caratterizzano e le particolari esigenze per la conservazione.

Per Bosco Nordio il formulario standard è stato compilato per la prima volta nel 1996 e poi aggiornato nel 2003 e successivamente nel 2014. L'ultima modifica si basa su una raccolta di dati durata 15 anni, che ha portato alla modifica dell'elenco delle specie e degli habitat. Nel caso di questi ultimi, le informazioni usate derivano dalla cartografia degli habitat (approvata con le DGRV 3919/2007, 1125/2008 e 4240/2008), integrate con rilievi effettuati durante la stesura del Piano di Gestione nel 2010.

Fino al 2006 tra gli obiettivi di conservazione, per quanto riguarda gli habitat, si riteneva importante mantenere e migliorare i popolamenti forestali per salvaguardare la fauna vertebrata e invertebrata. Gli habitat da conservare erano il 9340 "Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*", il 2250\* "Dune costiere con *Juniperus* spp." e il 2270\* "Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*" (GIUNTA REGIONALE (8^ LEGISLATURA) Allegato B Dgr n. 2371 del 27/07/2006, Regione Veneto).

Nel 2007 sono stati aggiunti gli habitat 2130\* "Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)", 6420 "Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holoschoenion*" e 91F0 "Foreste umide riparie di grandi fiumi di

*Quercus robur*, *Ulmus laevis*, e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia (Ulmion minoris)*". Per gli habitat 9340, 2270\* e 2250\* sono state modificate le estensioni.

Riguardo le specie animali, dopo le indagini condotte dal 2007 fino al 2014, sono state apportate modifiche sui dati di presenza: *Cerambix cerdo* non è più stato ritrovato per cui è considerato scomparso dal bosco, ma sono state aggiunte altre specie, quali *Pelobates fuscus insubricus*, *Triturus carnifex*, *Rana latastei*, *Ardea purpurea*, *Nycticorax nycticorax*, *Egretta garzetta* e *Alcedo attui* (Richard, 2014).

## 1.7 Cartografia ufficiale degli habitat

A partire dal 2003 sono stati avviati progetti per censire e cartografare gli habitat "Natura 2000" e degli habitat di specie nei siti della rete Natura 2000 del Veneto (dal sito <http://www.regione.veneto.it/web/vas-via-vinca-nuvv/cartografia>). Con la DGR n°2702 del 2006 è stato approvato il programma per completare la realizzazione della cartografia degli habitat, affidando gli incarichi a 16 enti territoriali, tra cui Veneto Agricoltura. Si è costruito così un database, con metodologia accettata dalla DGR n°1066 del 2007, che rappresenta il primo contributo alla conoscenza della distribuzione e dello stato di conservazione degli habitat e degli habitat di specie nei siti Natura 2000 del Veneto. È stata creata una banca dati geografica che contiene informazioni relative allo stato degli habitat, intesi come una porzioni di territorio omogenee. A ciascuna unità territoriale vengono attribuiti dei valori di qualità e vulnerabilità ambientale, calcolati con degli indicatori ambientali specifici (Avanzi *et al.*, 2010).

Tra le Zone di Protezione Speciale, all'interno della DGR n°2371 del 27 luglio 2006, troviamo Bosco Nordio, per il quale la cartografia degli habitat, approvata con DGR 3919/2007, DGR 1125/2008 e DGR 4240/2008, è pubblicata nel sito della Regione Veneto (<http://www.regione.veneto.it/Ambiente>) (Fig. 1.15). Nel 2010, durante la stesura del Piano di Gestione, tale carta è stata sottoposta a revisione ed integrata con rilievi effettuati dagli estensori del Piano.

Dei 156,90 ha che costituiscono il sito Bosco Nordio IT3250032, 130,09 ha sono interessati dalla presenza di habitat elencati nell'Allegato I della Direttiva 92/43/CEE, che sono più dell'88% del sito stesso. Gli habitat di interesse comunitario, presenti al bosco, sono riassunti nella tabella II.





Habitat	Descrizione	Prioritario	Sup. (Ha)	%
2130*	Dune costiere fisse a vegetazione erbacea ("dune grigie")	Si	2,88	1,83%
2250*	Dune costiere con <i>Juniperus spp.</i>	Si	0,25	0,16%
2270*	Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e/o <i>Pinus pinaster</i>	Si	16,48	10,49%
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	No	0,08	0,05%
6420	Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	No	0,16	0,10%
91F0	Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> ( <i>Ulmion minoris</i> )	No	4,99	3,18%
9340	Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>	No	105,26	67,05%
<b>totale</b>			<b>130,09</b>	<b>82,87%</b>

TABELLA II: Habitat di interesse comunitario nel sito IT3250030 (dal Piano di Gestione del 2010).

## 1.8 Inquadramento floristico e vegetazionale

Bosco Nordio presenta una flora molto particolare dovuta a diversi fattori che dal passato fino ad oggi hanno modellato la sua composizione (Gamper *et al.*, 2008). A partire dall'ultimo postglaciale, durante i differenti periodi climatici, si sono verificate migrazioni floristiche. Il risultato è la compresenza di specie mediterranee, illirico-orientali e montane. Le passate vicende climatiche tra il II e III millennio a.C. hanno comportato movimenti floristici dall'Italia settentrionale con dealpinizzazione di specie vegetali, migrazioni di elementi termofili lungo le coste adriatiche e dalmate ed avanzamento verso occidente di specie normalmente presenti a oriente (Lorenzoni, 1983).

Dal punto di vista fitosociologico i boschi di *Quercus ilex* L., come Bosco Nordio, appartengono al *Vincetoxico-Quercetum ilicis* Gamper, Filesi, Buffa, Sburlino 2008 inquadrata nella classe *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. et O. Bolòs 1950, nell'ordine *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. ex Molinier 1934, e nell'alleanza *Fraxino ornio-Quercion ilicis* Biondi, Casavecchia et Gigante 2003. Si tratta di boschi sempreverdi, chiusi, a netta dominanza di *Quercus ilex* L. con altezza variabile tra 8 e 20 m. In misura ridotta troviamo nello strato arboreo anche *Fraxinus ornus* L.. Per quanto riguarda lo strato arbustivo, ha una copertura all'incirca del 30%. La porzione erbacea occupa circa il 50% (Gamper *et al.*, 2008).

L'insieme delle specie vegetali di Bosco Nordio presenta molte entità mediterranee che si trovano al limite settentrionale del loro areale di distribuzione (Marchesoni, 1962; Lorenzoni, 1983; Giacomini & Fenaroli, 1958). L'attuale distanza dal mare permette lo sviluppo di un maggior numero di

comunità vegetali, con una flora più varia e meno specializzata (Buffa *et al.*, 2007). Le specie mediterranee più rappresentative attualmente presenti sono: *Quercus ilex* L., *Asparagus acutifolius* L., *Rubia peregrina* L., *Ruscus aculeatus* L., *Osyris alba* L., *Clematis flammula* L., *Lonicera etrusca* Santi, *Phillyrea angustifolia* L..

Come indicato nel paragrafo 1.2, un tempo era stata piantata e mantenuta la pineta che, dopo il passaggio a Riserva Naturale Integrale, non è stata più curata. Da questo momento gradatamente è stata sostituita dalla vegetazione spontanea. Attualmente i pochi esemplari di pini (in prevalenza *Pinus pinea* L.), spesso in deperimento, si trovano solamente in alcune aree e oltre a questo il leccio e la farnia a poco a poco li soppiantano. I pini facilmente vanno incontro a fitopatologie e attacco degli insetti dannosi per la poca adattabilità all'ambiente costiero, caratterizzato da basse temperature, venti marini e salsedine, inoltre a questo va aggiunta la troppa densità del bosco che crea problemi alla sua sopravvivenza in quanto specie eliofila (Del Favero, 1989).

In circa 40 anni il leccio è diventato preponderante rispetto alla pineta, per la sua velocità di colonizzazione, ed ora è l'entità dominante.

Nel Piano di Gestione Naturalistica del Bosco del 1979 fu segnalata la presenza di *Ostrya carpinifolia* Scop. e *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl., anche altre specie, ossia *Smilax aspera* L. e *Cistus incanus* L. si ritenevano presenti a Bosco Nordio, ma nell'indagine di Ghirelli (2000) non sono state ritrovate. È stata confermata invece la presenza di *Phillyrea angustifolia* L., ma si tratta di pochissimi individui.

Nel lavoro di Ghirelli (2000) è stato individuato *Carpinus betulus* L., che è specie caratteristica dei quercu-carpineti planiziali e non era mai stata citata prima. Probabilmente è un esemplare piantato. Inoltre non viene confermata la presenza di *Caltha palustris* L., che è presente nel sottobosco lungo la fascia riparia delle foci dell'Adige nelle cenosi ad ontano nero e nemmeno di *Trachomitum venetum* (L.) Woodson e *Gentiana pneumonanthe* L.. *Centaurea tommasinii* Kerner è l'unica specie endemica presente ed è tipica delle dune costiere e rupi marittime di natura calcarea.

Nel bosco sono presenti specie elencate all'interno delle "Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia" (Conti *et al.*, 1997); *Epipactis palustris* (Miller) Crantz risulta far parte della categoria "minacciata", che indica un grave rischio di estinzione in natura, mentre *Rubia peregrina* L. è considerata specie "vulnerabile" ossia è a grave rischio di estinzione in un futuro a medio termine. Infine *Melilotus neapolitana* Ten., *Osyris alba* L. e *Phillyrea angustifolia* L. vengono considerate "a minor rischio" cioè in una condizione critica, ma non della gravità delle due precedenti categorie (Ghirelli, 2000).

Dal punto di vista vegetazionale, Bosco Nordio può essere suddiviso in due parti. Nella parte meridionale nelle aree meno soleggiate e nelle porzioni ad ovest, prevale la lecceta (habitat 9340), con presenza di orniello (*Fraxinus ornus* L.) con alcuni residui di pineta con *Pinus pinea* L. (corrispondente all'habitat 2270\*). Fra le dune è presente la formazione del querceto caducifoglio a *Quercus robur* L. (farnia), relegato a corridoi stretti e lunghi, ossia nelle depressioni fra i cordoni. Nelle zone più depresse, essendo la falda acquifera superficiale, si aggiungono esemplari di pioppo bianco (*Populus alba* L.). Nelle aree aperte, complessivamente di ridotta estensione, sono presenti residui di macchia a ginepro (*Junipero-Hippophaetum fluviatilis*), e altri habitat prativo arbustivi xerici (habitat 2130\*) (Ghirelli, 2000).

Gli interventi di gestione di Veneto Agricoltura, hanno consentito di realizzare ambienti acquatici che in passato erano inesistenti all'interno del bosco. Attualmente ci sono nove stagni di dimensioni variabili, realizzati tra il 2000 ed il 2011, che mostrano vegetazione igrofila ed idrofila a vari stadi di sviluppo, compresi dei giuncheti e fragmiteti.

Nel bosco sono presenti numerose radure di dimensioni molto variabili e più o meno povere di specie erbacee. Il bosco le sta chiudendo in fretta e lo studio di Giovanni Bombieri (2016) evidenzia che tale processo si è velocizzato in particolare da quando non sono più stati eseguiti tagli dal 1971. Da allora gli interventi riguardano: eliminazione dei rami più bassi nei pini, mantenimento dei sentieri, abbattimento degli esemplari malati, instabili e pericolosi, eliminazione delle specie non autoctone (*Ailanthus altissima* (Mill.) e *Robinia pseudoacacia* L.). Le foto storiche dimostrano che il bosco era molto meno fitto di come lo vediamo ora, per esempio in figura 1.16, risalente al 1983, la vegetazione arborea era molto più rada, e le radure più ampie. Gli alberi più vecchi risalgono agli anni '50 e sono distanti 10-20 metri dall'attuale confine delle radure. Le prime fasi di colonizzazione del leccio erano rallentate dalle caratteristiche delle radure, che presentavano condizioni di spiccata aridità. Crescendo gli alberi hanno creato un microclima favorevole all'espansione più veloce del leccio, essendo una specie sciafila (Lorenzoni, 1983). La velocità media è di 1 metro ogni 5 anni, per cui se non si interviene le radure sono destinate a scomparire al massimo entro 10 anni (Bombieri, 2016).



FIGURA 1.16: Immagine aerea dell'area (volo 83 reven Venezia-Treviso del 15/03/1983).

### 1.8.1 Habitat 2130\*: Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)

Questo habitat prioritario è caratteristico della fascia dunale stabilizzata e non più influenzata dal mare e dal vento, quindi è costituito da depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi quasi del tutto consolidati. Si trova localizzato tra le dune mobili e le dune stabilizzate dalle comunità legnose (Fig. 1.17) (<http://vnr.unipg.it/habitat/>).

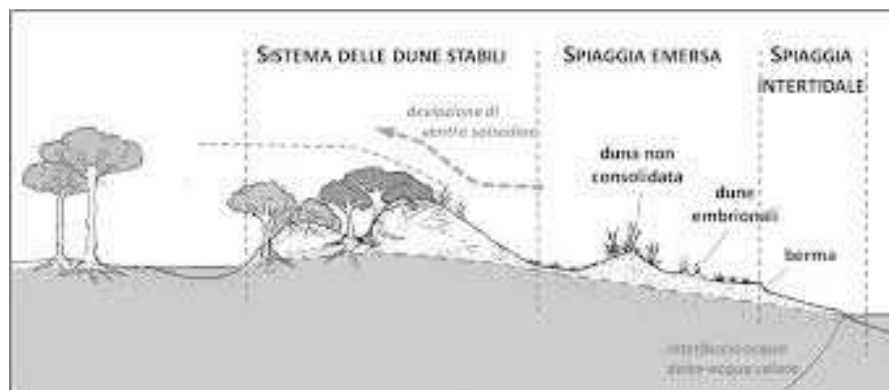


FIGURA 1.17: Transetto della vegetazione dunale (da <http://vnr.unipg.it/habitat/>).



In Italia l'habitat si trova solamente nella parte settentrionale del bacino Adriatico (Fig. 1.18). Qui il sistema di dune risulta molto ricco di piante particolari, spesso con presenza di comunità endemiche dovute ai fattori climatici, alla chimica del suolo, alla profondità del sistema dunale e alla buona conservazione di alcune aree (Sburlino *et al.*, 2013).



FIGURA 1.18: Distribuzione habitat 2130\*(da <http://vnr.unipg.it/habitat/>).

La vegetazione è caratterizzata dalla presenza di numerose emicriptofite e camefite e da un abbondante tappeto di muschi e di licheni. Alcune specie significative sono mostrate nelle figure 1.19, 1.20, 1.21, 1.22 e 1.23.



FIGURA 1.19: *Cladonia rangiformis* Hoffm.



FIGURA 1.20: *Teucrium polium* L.



FIGURA 1.21: *Cladonia convoluta* (Lam) Andres



FIGURA 1.22: *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F. Weber et D. Mohr var. *ruraliformis* (Besch.) Delogne



FIGURA 1.23: *Fumana procumbens* (Dunal) G. et G.

Le specie vegetali presenti nelle radure della RNI, confrontate con i dati fitosociologici più completi e recenti (Sburlino et al., 2013), evidenziano una composizione vegetazionale vicina al *Tortulo-Scabiosetum* Pignatti 1952. Esso si sviluppa su un suolo perennemente secco, la vegetazione è di breve durata e si sviluppa al di sopra di un fitto tappeto di briocamefite e licheni, tra i quali si trovano emicriptofite, terofite e camefite (*Fumana procumbens*, *Teucrium polium* ssp. *capitatum*, *Helianthemum nummularium* ssp. *obscurum*). Queste

ultime specie sono molto frequenti nella sub associazione *fumanetosum*. Lo strato di crittogame superficiale, permette al suolo di stabilizzarsi e sviluppare una vegetazione fanerogamica. (Sburlino *et al.*, 2013). Il *Tortulo-Scabiosetum* è un'associazione strutturalmente composta da specie perenni, come *Syntrichia ruralis* var. *ruraliformis*, che è specie caratteristica delle comunità del *Koelerio-Corynephoretea* (Pott, 1995; Rivas-Martinez *et al.*, 2002; Géhu, 2006). Pignatti (1952) attribuì il *Tortulo-Scabiosetum* all'alleanza endemica del Nord-Adriatico *Psammo-Koelerion*. Nello studio fitosociologico del 2013 vengono descritte due nuove sub associazioni, *Tortulo-Scabiosetum fumanetosum* e *Tortulo-Scabiosetum typicum* (Sburlino *et al.*, 2013). Il *Tortulo-Scabiosetum fumanetosum* corrisponde alla più evoluta, come indicato dal suolo più sviluppato, strutturato e ricco di materia organica. Le radure di Bosco Nordio afferiscono a quest'ultima sub associazione.

Le radure 6, 8 e 19 sono interessate dalle sovrapposizione, in alcuni punti, dell'habitat 2250\* "Dune costiere con *Juniperus* spp." caratterizzato da *Juniperus communis*. Attualmente la presenza del ginepro sta diminuendo, in quanto per lungo tempo la gestione a riserva integrale ha favorito il leccio, che chiudendo le radure lascia pochi spazi aperti favorevoli alla crescita di questi arbusteti.

# CAPITOLO 2

## Materiali e metodi

### 2.1 Individuazione delle aree di studio

Le prime fasi del lavoro si sono svolte nel mese di marzo 2015, valutando le aree dove era possibile effettuare i campionamenti. Queste si sono scelte identificando dove fosse riportato l'habitat 2130\* nella Carta degli habitat della riserva ed effettuando un controllo in campo, perché alcune delle radure indicate risultavano troppo degradate e altre si erano notevolmente ristrette. Alla fine di questa fase si sono scelte 20 radure. Si è poi scelto di effettuare il campionamento attraverso l'uso di plot per lo studio della vegetazione (fig. 2.1), seguendo la metodica e la tipologia di scheda di raccolta dati utilizzata nel progetto CON.ECO.FOR. (Canullo et al., 2005). In particolare si sono utilizzati plot di forma quadrata con misure diverse, finalizzati a due tipi di analisi, di cui quello più grande misurava 100 X 100 cm mentre il più piccolo misurava 50 X 50 cm. Il quadrato di dimensione maggiore si è utilizzato per valutare la copertura delle specie erbacee, mentre il più piccolo è stato usato per cercare di capire quale fosse la strategia funzionale utilizzata dalle piante per occupare lo spazio fisico, utilizzando i traits proposti da Canullo et al. (2005). L'eventuale presenza di piante ormai morte non veniva presa in considerazione.

Durante il lavoro sono stati prelevati campioni di specie erbacee, di muschi e di licheni per poterli riconoscere con precisione. L'identificazione si è basata sulle chiavi dicotomiche di "Flora d'Italia" (Pignatti, 1982) ed è stato creato un erbario. Nella fase di accesso alle radure si è prestata attenzione a ridurre al minimo il calpestio delle piante in modo da non danneggiare le specie presenti, in quanto molte di loro erano di dimensioni ridotte.

Il lavoro in campo è stato svolto durante il periodo più favorevole per l'individuazione e per il riconoscimento della maggior parte di specie vegetali, ossia da aprile a settembre 2015. Nel mese di aprile sono state effettuate 5 uscite giornaliere, nel mese di maggio 8, nel mese di giugno 3 e nel mese di luglio una giornata. A metà agosto, poi a settembre e inizio novembre, sono stati effettuati dei controlli per verificare eventuali fioriture di specie che non erano in antesi durante il periodo precedente, questo per poter classificare con maggior sicurezza le specie. A marzo 2016 sono state effettuate altre due uscite di controllo durante le quali si sono potute individuare fioriture di specie non viste precedentemente.

Il numero di plot usati per ogni area non era stato fisso ma variabile in base all'estensione della radura e all'omogeneità della vegetazione. Il posizionamento dei plot è stato realizzato in modo che i 100X100 cm risultassero rappresentativi della distribuzione della vegetazione all'interno di ogni area. Per quanto riguarda i quadrati 50X50, venivano posizionati all'interno dei quadrati 100X100. Per ogni plot 100X100 cm si è compilata la scheda CON.ECO.FOR. inserendo:

- Codice del plot,
- Data del rilievo,
- Coordinate rilevate con il GPS,
- Elenco delle specie erbacee con la rispettiva copertura in cm<sup>2</sup> ed eventuale presenza di danni meccanici o parassitari,
- Elenco specie legnose con indicata la corrispondente copertura in cm<sup>2</sup>, altezza, età strutturale (ossia i giovani, senza ramificazioni J=1, oppure gli immaturi ma ramificati I=2), presenza o assenza (0=ass e 1=pres) di danni meccanici o parassitari e alla fine la radicazione interna (indicata con numero 1) o esterna (indicata con numero 2) al plot, la cui ombra ricadesse all'interno.

Per quanto riguarda l'analisi delle specie erbacee la copertura è stata misurata con l'aiuto di un metro pieghevole, valutando lo spazio coperto dalla proiezione al suolo dalle piante appartenenti alla stessa specie, ed è stata indicata in cm<sup>2</sup>. Per le specie legnose è stata indicata anche la copertura esercitata dalle piante esterne al plot la cui ombra ricadesse all'interno del telaietto (Canullo et al., 2005).

Sono state valutate le strategie di crescita delle specie erbacee nei plot 100X100 attraverso il posizionamento del plot 50X50 al loro interno. Questa operazione non è stata eseguita su tutti i plot 100X100 di ogni radura, ma solamente in quelli in cui fossero riconoscibili strategie differenti.

Per ogni plot 50X50 si compilava la parte della scheda CON.ECO.FOR. indicando:

- Il plot 100x100 di riferimento,
- Elenco delle specie erbacee con la rispettiva copertura,
- Conteggio degli individui funzionali (numero cespi, numero di individui o nodi radicanti oppure nodi fogliari delle stolonifere epigee, numero dei getti).

Come esplicitamente indicato nel manuale CON.ECO.FOR., il conteggio degli individui funzionali è stato effettuato senza asportare la lettiera o scavare, ma un'operazione utile in questa fase consisteva nel tirare delicatamente le strutture

per verificare le ramificazioni e il tipo di radicamento. Sotto la voce degli individui funzionali sono stati riportati:

- numero di cespi ("**n cespi**"): questa categoria si riferisce a tutte le piante che hanno un comportamento cespitoso. I cespi venivano conteggiati prestando attenzione a suddividere quelli più vicini tra loro (dovrebbero avere una distanza di almeno 3 cm dalla base) altrimenti risultano un unico individuo funzionale. Il numero di fusti che lo compone dovrebbe essere superiore a 5.
- numero di strutture stolonifere epigee ("**stolonifere epigee**"), per le quali è stato segnato il numero di individui stoloniferi, il numero di individui stoloniferi ("**ind**"), il numero di nodi radicanti ("**nrad**") e i nodi con le sole foglie ma che non sono radicati ("**nfg**").
- numero di getti epigei ("**n getti**"), parametro che riguarda gli individui singoli, singole rosette, singoli fusti, scapi e culmi, struttura epigea con fusti interiori a 5, foglie radicali.

Per quanto riguarda le specie legnose, in ogni riga delle tabella va indicato ogni individuo che sia al di sotto di 1.30 m di altezza. Per ognuno va indicata la copertura generata dalle foglie e gli individui esterni che generano copertura nel plot (Canullo *et al.*, 2005).

L'altezza è stata misurata con il metro di legno. Poi si indica con **J** i giovani privi di ramificazioni e con **I** gli individui immaturi ma ramificati.

È stata riportata per ogni individuo la presenza o assenza sia di danni meccanici, sia parassitari. Si indica anche se l'individuo è radicante internamente o esternamente.



FIGURA 2.1: Plot per studio di vegetazione.

Per ogni radura è stata misurata l'area utilizzando una cordella metrica rilevando la lunghezza dell'asse maggiore (passante per il centro) e alcuni transetti perpendicolari per trovare la larghezza media.

## 2.2 Elaborazioni cartografiche

Per una maggior precisione nel calcolo dell'area delle radure è stato utilizzato il DTM (Modello Digitale del Terreno), ottenuto dai dati LiDAR (*Light Detection And Ranging*), del Servizio forestale di Verona. I dati LiDAR si acquisiscono mediante un volo eseguito con strisciate perpendicolari o parallele, di cui si calcolano le coordinate tridimensionali di tutti i punti colpiti (Casella, 2013). La matrice raster che si ottiene da questi dati si chiama Modello digitale della superficie (DSM – *Digital Surface Model*), ossia una rappresentazione virtuale tridimensionale di tutta la superficie intercettata dall'impulso laser. Include qualsiasi elemento, edifici, manufatti, chiome e terreno senza copertura. I vari elementi poi vengono suddivisi in classi di appartenenza mediante una classificazione. Un'ulteriore elaborazione è il filtraggio, cioè vengono eliminati i punti non appartenenti alla superficie del terreno e così si produce il DTM (Digital Terrain Model), un grigliato regolare contenente solo i punti appartenenti al suolo nudo senza vegetazione e senza ostacoli (Cecchinato, 2012).

Si può ottenere anche il DCM (Digital Canopy Model) o CHM (Canopy Height Model) generato dalla differenza algebrica locale tra DSM e DTM. Il DCM rappresenta l'altezza della superficie occupata da vegetazione. Questa superficie raster normalizzata sul piano fornisce per ogni singolo pixel, il valore di altezza dal terreno della porzione di copertura forestale (Penasa, 2012).

Per questo lavoro, mi è stato fornito da Giovanni Bombieri il DCM in formato vettoriale. In figura 2.2 si vede un esempio di DCM in cui sono raggruppati i pixel di uguale altezza e dentro ogni figura geometrica che si viene a creare è indicata l'altezza in metri della vegetazione arborea (la risoluzione è di 1 metro) accompagnata da diversi colori. Attraverso QGIS, grazie alla funzione "misura area" sono state segnate manualmente le aree delle radure, racchiudendo gli spazi con altezza della vegetazione arborea pari a zero, ossia dove c'è solo vegetazione erbacea. Per l'individuazione di ogni radura sono stati scaricati con QGIS i punti rilevati in campo attraverso il GPS Garmin Dakota 20.



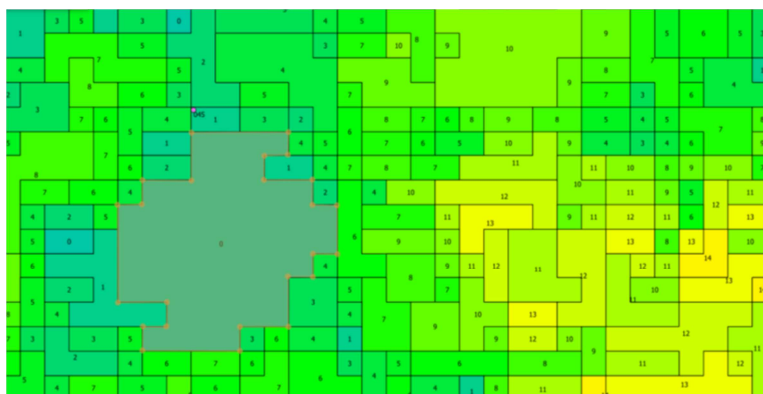


FIGURA 2.2: Esempio del DCM della radura numero 3.

Per trovare l'elevazione della superficie del terreno sul livello del mare, si è utilizzato il DTM, da cui sono state estratte le curve di livello (con passo di 10 cm). Utilizzando QGIS, impiegando una foto aerea del bosco del 2007 fornita da Veneto Agricoltura, si sono realizzate altre due mappe: una rappresenta l'area delle radure campionate, e l'altra i punti di posizionamento dei plot. La mappa con le aree evidenziate in giallo è stata utilizzata per misurare la superficie delle radure attraverso la funzione "misura area". In totale si sono utilizzati tre metodi per la misurazione delle radure e poi si è scelto di analizzare i dati in relazione alle misurazioni effettuate in campo, in quanto le foto aeree e i dati vettoriali risalgono al 2010 e le radure si sono già ristrette notevolmente.

## 2.3 Elaborazione dei dati

### 2.3.1. Organizzazione dei dati

Nella prima fase di elaborazione dei dati, questi sono stati ordinati in modo da avere un foglio Excel per ogni radura, con le seguenti informazioni: coordinate GPS, quota sul livello del mare, superficie, data del rilevamento e i dati della scheda CON.ECO.FOR. compilata per ogni plot.

Successivamente i dati sono stati raggruppati in tabelle sintetiche, separatamente per le specie erbacee, le specie legnose e per le strategie di crescita utilizzate dalle piante.

Per avere una visione globale dei campionamenti e delle specie più frequenti, si è costruita una tabella con l'elenco di tutte le specie rilevate, poste in ordine di importanza e di fianco indicata, per ogni radura, la presenza o assenza. Nella fase successiva è stata utilizzata la tabella relativa alla somma delle coperture nei plot utilizzati per ottenere i valori complessivi riferiti ad ogni radura. Infatti, dato che

in ogni radura il numero di plot usati è variabile, si è calcolata la percentuale di copertura di ogni specie riferita all'area totale, ossia la somma delle aree dei plot utilizzati, impiegando la seguente equazione:

$$\frac{\text{Copertura specie per plot (cm}^2\text{)}}{\text{Area totale dei plot usati}} = X : 100$$

### 2.3.2. Analisi dei dati

Si è utilizzata l'analisi di regressione lineare per verificare l'ipotesi di una relazione tra l'area delle radure e le specie presenti. Il risultato atteso è che all'aumentare dell'estensione delle radure, aumentino anche il numero delle specie (Smith & Smith, 2007) in quanto in un'area di maggiori dimensioni presenta più tipologie di habitat al suo interno. L'analisi di regressione permette di capire la relazione tra due variabili quantitative. Come da indicazioni bibliografiche (Smith & Smith, 2007) si sono trasformati il numero di specie e l'area delle radure in logaritmi di base 2, al fine di normalizzare la distribuzione dei dati stessi. Lo stesso tipo di analisi (senza trasformazione logaritmica) è stata effettuata tra il numero di specie e l'altitudine sul livello del mare delle radure, anche se le variazioni sono minime (da 0.85 a 2.15 m.s.l.m.).

Con lo stesso tipo di analisi è anche testata l'ipotesi che le differenti composizioni dello strato erbaceo delle radure potessero essere influenzate dalla diversa copertura di specie legnose.

Si è proceduto all'analisi dei dati utilizzando un approccio multivariato per mezzo del software Past, versione 3.12 (Hammer & Hamper, 2016). In particolare, allo scopo di evidenziare l'esistenza di gruppi di plot simili, sulla tabella di 79 righe (plot) x 48 colonne (specie), comprendente i dati relativi alle coperture specifiche dei singoli plot 100x100 cm, è stata operata una cluster analysis utilizzando l'algoritmo UPGMA, su matrice di distanza della corda.

Lo stesso approccio è stato utilizzato anche per l'analisi dei dati ricavati attraverso l'equazione di paragrafo 2.3.1, relativi le percentuali delle coperture delle specie nelle radure, sulla matrice di 20 righe (aree) x 48 colonne (specie). Infine si è cercato di analizzare le relazioni fra le strategie di occupazione dello spazio delle fanerogame e la copertura delle crittogame. I dati relativi ai plot 50x50 cm sono stati riuniti in una tabella, utilizzando come variabili le coperture per muschi e licheni e le strategie per le piante superiori. Sulla matrice di correlazione risultante, di 34 righe (plot) e 5 colonne (coperture e strategie), è

stato calcolato un ordinamento mediante la tecnica delle componenti principali (PCA).

### 2.3.3. Uso di indici di biodiversità

Sui dati di copertura delle specie nei plot, per ogni radura sono stati calcolati l'indice di diversità di Shannon-Wiener (Shannon e Wiener, 1949) e l'indice di Equiripartizione di Pielou (J) (Pielou, 1975), che ci danno indicazioni, il primo, della biodiversità specifica per radura, e il secondo, sulla distribuzione delle coperture delle varie specie.

L'indice di Shannon-Wiener si calcola ( $H'$ ):

$$H' = - \sum p_i \times \log(p_i)$$

Dove  $p_i$  = copertura degli individui di una specie/copertura totale di tutte le specie.

È stato calcolato per ogni radura sul totale dei plot usati in ognuna.

L'indice di equiripartizione di Pielou (J) si calcola:

$$J = H' / H \text{ max}$$

L' $H'$  è l'indice di Shannon-Wiener. Per  $H \text{ max}$  si intende il logaritmo naturale del numero di specie totali.

L'indice di Shannon-Wiener è stato utilizzato per verificare se la biodiversità varia con l'estensione delle radure e con la copertura delle specie legnose. Si è utilizzato un modello di regressione lineare per verificare le ipotesi.

# CAPITOLO 3

## Risultati e discussione

### 3.1 Inquadramento delle radure

Le mappe ottenute con QGIS mostrano le superfici di campionamento (Fig. 3.1) e i valori delle aree sono inseriti nella tabella I. La dislocazione degli 89 plot 100X100 cm utilizzati è rappresentata in 4 raggruppamenti in Fig. 3.2, che nelle immagini successive sono mostrati più nel dettaglio (Figure 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6), così da individuare con più precisione la distribuzione dei plot.

	<b>superficie (m<sup>2</sup>)</b>
AREA 16	25,8
AREA 17	26,48
AREA 14	30
AREA 7	35,5
AREA 2	36
AREA 15	41
AREA 4	44
AREA 12	44,37
AREA 6	46,8
AREA 1	50
AREA 19	56,15
AREA 8	57,2
AREA 13	59,69
AREA 3	77,28
AREA 20	85,54
AREA 11	86,28
AREA 5	164,43
AREA 10	572,325
AREA 18	630
AREA 9	768,98

TABELLA I: Valori dell'estensione delle radure posti in ordine crescente.

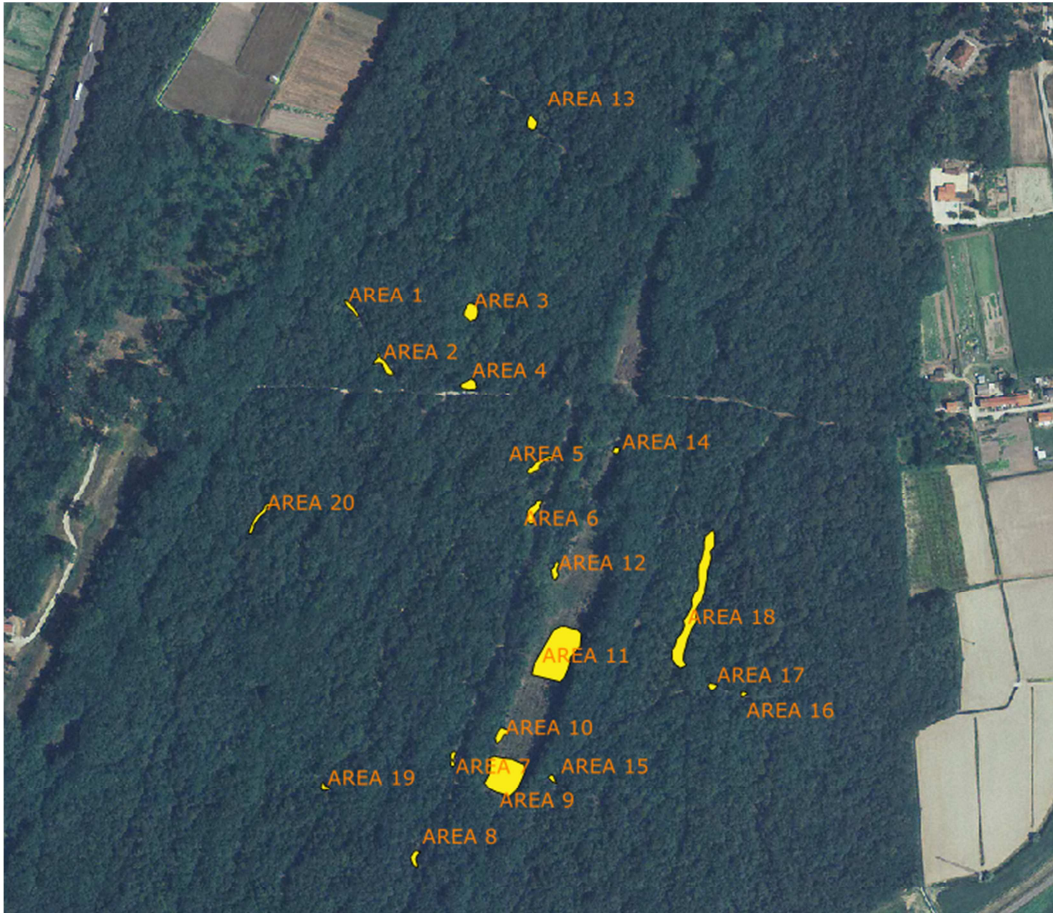


FIGURA 3.1: Mappa della dislocazione delle 20 aree di campionamento.

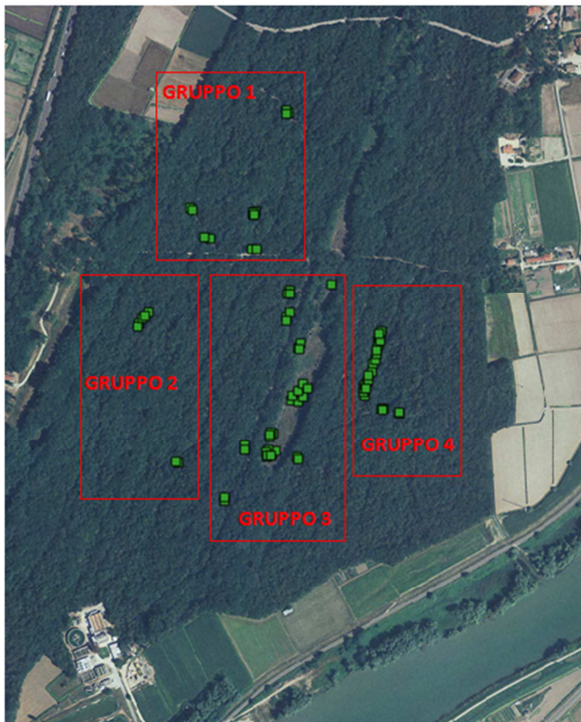


FIGURA 3.2 Distribuzione dei plot nell'area.



FIGURA 3.3: Plot e rispettivi codici nelle radure numero 13, 3, 1, 2 e 4.



FIGURA 3.4: Plot e rispettivi codici nelle radure numero 20 e 19.





FIGURA 3.5: Plot e rispettivi codici nelle radure numero 14, 5, 6, 12, 11, 10, 9, 7, 15 e 8.

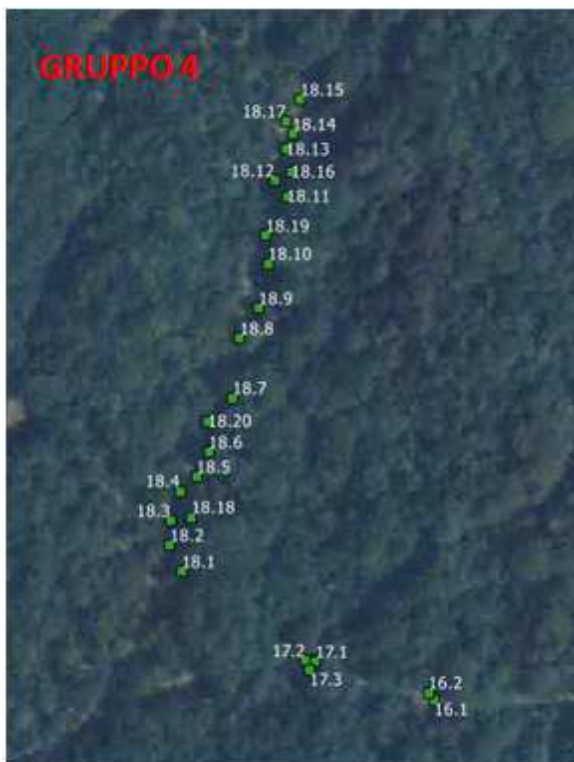


FIGURA 3.6: Plot e rispettivi codici nelle radure numero 18, 17e 16.



Per quanto riguarda i dati relativi alle presenze delle specie, come evidenziato in tabella II, *Syntrichia ruralis* var. *ruraliformis* è la specie più diffusa, in quanto è presente in tutte le radure, così come *Carex caryophyllea* Latourr.. *Cladonia rangiformis* Hoffm e *Teucrium chamaedrys* L. sono presenti in 18 aree, *Teucrium polium* L. è presente in 17. Anche *Cladonia convoluta* (Lam.) Anders e *Festuca stricta* subsp. *Sulcata* (Hack.) Patzke, *Euphorbia cyparissias* L. sono diffuse, infatti le prime due sono state trovate in 15 radure e l'ultima in 14. *Sanguisorba minor* Scop. è presente in 12 aree, *Helianthemum nummularium* subsp. *Obscurum* (Celak.) Holub e *Cerastium semidecandrum* L. in 11, *Bromus sterilis* L. e *Dactylis glomerata* L. in 10.

Le specie rimanenti hanno una presenza molto ridotta, in particolare 12 specie sono presenti in una. Solo nell'area 1 è stato trovato *Allium vineale* L., specie comune mediterranea. Nell'area 3 *Polygala comosa* Schkuhr tipica di luoghi che arrivano ad essere sub aridi in estate, è frequente lungo i sentieri soleggiati del bosco. In area 5 è presente *Spartium junceum* L. tipica delle radure calcaree. L'area 9 che è parte della radura coltivata fino al 2000 infatti presenta *Verbascum sinuatum* L. tipica di incolti sabbiosi e *Oxalis stricta* L. che è infestante esotica. Inoltre è l'unica area ad avere la specie *Cistus creticus* L. subsp. *eriocephalus* (Viv.) Greuter et Burdet (protetta a livello regionale), probabilmente perché essendo una specie eliofila, riesce a svilupparsi solo al centro della più grande radura dove è esposta al sole il più a lungo.

L'area 10 presenta *Vicia pseudocracca* Bertol. Tipica delle coste mediterranee e dei terreni sabbiosi. L'area 14 è l'unica a presentare *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh., questo è positivo, in quanto è una specie esotica. L'area 18, è ciò che rimane di un sentiero in disuso da circa vent'anni, infatti solo quest'area presenta specie tipiche dei bordi stradali, ossia *Galium aparine* L., *Paspalum dilatatum* Poir. (esotica) e *Setaria pumila* (Poir.) Roem. & Schult. (<http://www.actaplantarum.org/>).

Sempre dalla tabella delle presenze, si può vedere che le specie caratteristiche del *Tortulo-Scabiosetum fumanetosum*, ossia *Fumana procumbens* (Dunal) Gren. Et Godr, *Helianthemum nummularium* subsp. *obscurum* (Celak.) Holub e *Teucrium polium* L. sono scarsamente presenti e non sono mai contemporaneamente insieme nella medesima radura. Inoltre si trovano in aree con dimensioni variabili, per cui non sembrano risentire dell'estensione dell'area in cui si trovano.

	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11	A.12	A.13	A.14	A.15	A.16	A.17	A.18	A.19	A.20	A. TOT.
<i>Syntrichia ruralis</i> var. <i>ruraliformis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
<i>Cladonia convoluta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	15
<i>Cladonia rangiformis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
<i>Fumana procumbens</i>	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>Obscurum</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	11
<i>Vicia pseudocracca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	11
<i>Poa bulbosa</i> L.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Petrorhagia saxifraga</i> L.	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	9
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Erophila verna</i> L.	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	9
<i>Sanguisorba minor</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	12
<i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy, non Borbas	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	14
<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	10
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
<i>Melilotus neapolitanus</i> Ten.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Clematis flammula</i> L.	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	6
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Allium vineale</i> L.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Bromus sterilis</i>	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	10
<i>Carex caryophylla</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
<i>Erigeron sumatrensis</i> Retz.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>Sulcata</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	15
<i>Galium aparine</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hedera helix</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
<i>Osyris alba</i> L.	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7
<i>Oxalis stricta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paspalum dilatatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Polygala comosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Potentilla pusilla</i> Host	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	7
<i>Setaria pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Spartium junceum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Teucrium polium</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	17
<i>Verbascum sinuatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Viola odorata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Carex flacca</i> Schreb	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	5
<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
<i>Cistus creticus</i> subsp. <i>eriocephalus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Clypeola jonthlaspi</i> L. subsp. <i>Jonthlaspi</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SPECIE TOTALI	14	13	22	14	20	18	11	11	25	18	24	17	9	9	8	9	11	27	11	15	

TABELLA II: Tabella relativa alla presenza (=1) e assenza (=0) delle 48 specie nelle diverse aree (A.).



## 3.2 Ricchezza specifica

Le radure presentano un numero di specie molto variabile; grazie all'analisi di regressione lineare si evidenzia una relazione significativa fra il logaritmo del numero di specie e il logaritmo delle aree, e questo è espresso dal valore del coefficiente  $R^2$ , che è 0.5 (Fig. 3.7).

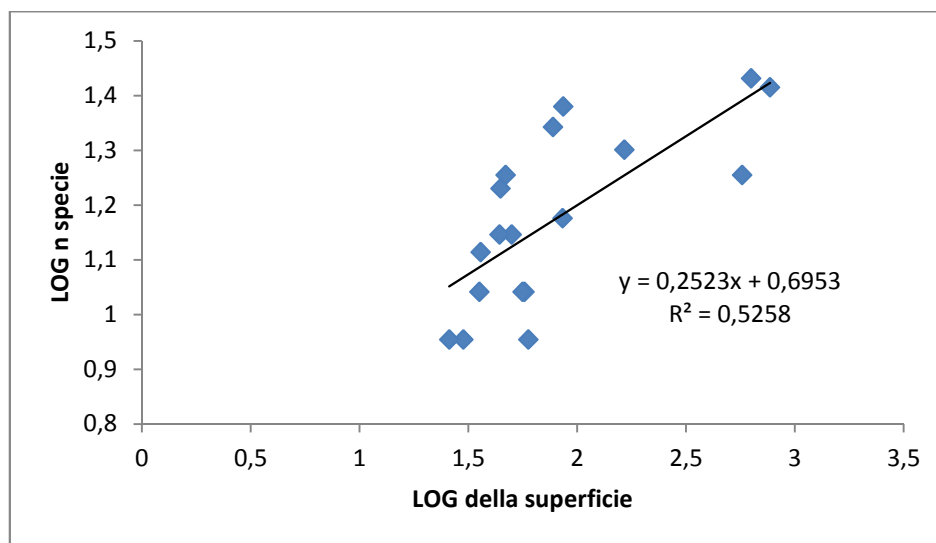


FIGURA 3.7: Relazione tra il numero di specie e l'area.

Si è poi provato a verificare se il numero di specie fosse variabile con la quota della radura, utilizzando l'analisi di regressione lineare (Fig. 3.8). Le specie non risentono del dislivello tra le radure, come indicato dalla scarsa significatività ( $R^2 = 0.3$ ).

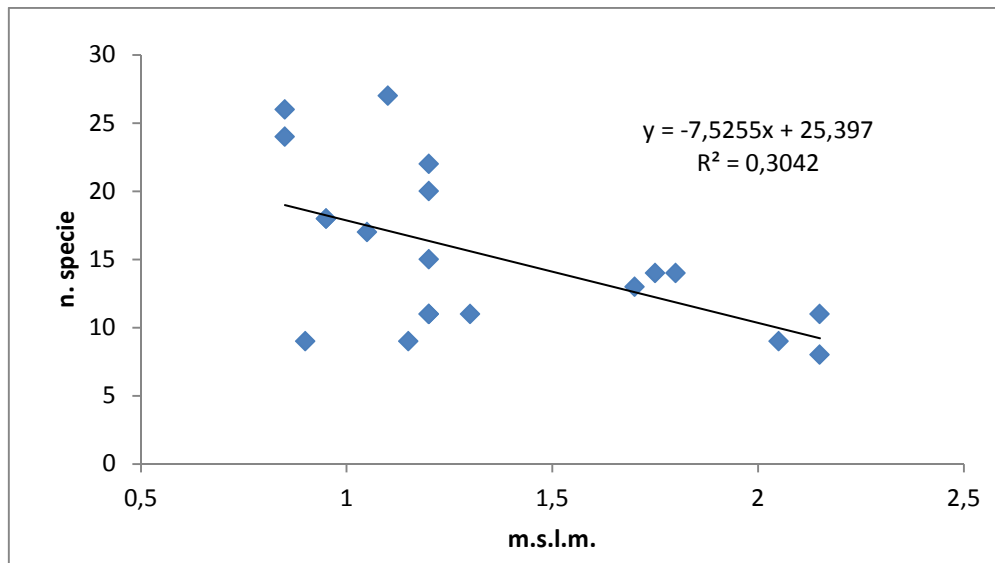


FIGURA 3.8: Relazione fra numero di specie e quota sul livello del mare.

Si è ipotizzato anche che la colonizzazione delle aree da parte delle plantule di specie legnose potesse influenzare la vegetazione erbacea, in particolare l'area 14 che risulta quasi interamente coperta da plantule di *Fraxinus ornus* L. e anche le radure più strette che risentono di una colonizzazione veloce di *Quercus ilex* L.. La figura 3.9 mostra che la composizione delle specie erbacee non è influenzata dalla componente legnosa, probabilmente perché le plantule non hanno copertura tale da influenzare in maniera significativa l'espressione delle specie erbacee.

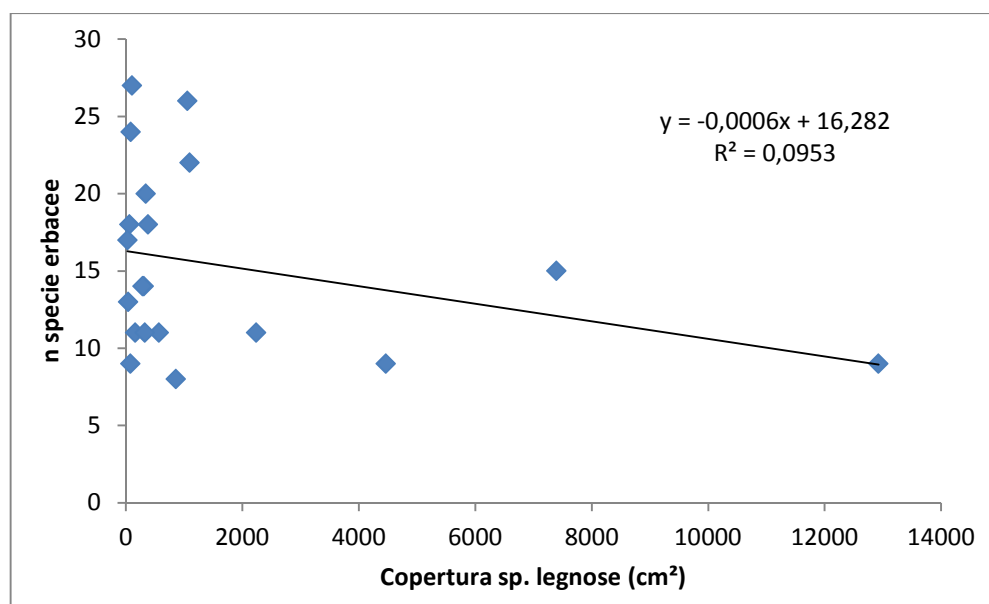


FIGURA 3.9: Relazione tra la copertura delle specie legnose e il numero di specie erbacee.

### 3.3 Condizioni ecologiche

Dalla tabella III si può vedere come varia il valore di biodiversità e la ripartizione delle specie, nelle 20 radure.

	AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	AREA 5	AREA 6	AREA 7	AREA 8	AREA 9	AREA 10	AREA 11	AREA 12	AREA 13	AREA 14	AREA 15	AREA 16	AREA 17	AREA 18	AREA 19	AREA 20
H'	0,67	0,64	0,7	0,34	0,75	0,88	0,62	0,54	0,99	0,92	0,86	0,83	0,72	0,37	0,56	0,38	0,71	0,83	0,84	0,83
J	0,25	0,25	0,23	0,13	0,25	0,31	0,26	0,23	0,31	0,32	0,27	0,29	0,33	0,17	0,27	0,17	0,3	0,25	0,35	0,31

TABELLA III: Indice di Shannon-Wiener (H') e indice di Equiripartizione di Pielou (J).

L'indice di biodiversità, essendo ponderato sulle coperture delle specie, tende ad essere basso nelle radure dove c'è abbondanza di muschio e licheni, i quali avendo una crescita orizzontale, assumono una copertura maggiore del terreno. Questo si vede nella tabella IV in cui sono posti a confronto i valori di H' con le coperture totali di muschi e licheni. Lo stesso vale per l'indice di equiripartizione; dove sono maggiori le coperture di muschio e licheni le specie sono ripartite in maniera meno bilanciata (Tab. IV). Si tratta comunque di tendenze, non di relazioni statisticamente significative, come dimostrato dai risultati dell'analisi di regressione (tab. V). Alcune radure come ad esempio la numero 16, hanno bassa copertura di muschi e licheni (34,47 cm<sup>2</sup>), ma presentano comunque un basso valore di H' (0,38), questo è spiegabile in quanto mostra un'abbondante copertura di aghi di pino che soffoca le specie.

aree	cop tot musch. E lich. (cm <sup>2</sup> )	H'	aree	cop tot musch. E lich. (cm <sup>2</sup> )	J
4	85,19	0,339795	4	85,19	0,128756
14	72,23	0,36791	14	72,23	0,167443
16	37,74	0,380599	16	37,74	0,173218
8	75,67	0,543123	3	56,37	0,225736
15	53,53	0,563297	8	75,67	0,2265
7	51,3	0,616389	5	79,24	0,249753
2	66,87	0,640746	2	66,87	0,249809
1	35,71	0,665951	18	31,22	0,251407
3	56,37	0,69776	1	35,71	0,252344
17	3,43	0,707835	7	51,3	0,257054
13	22,45	0,718078	11	61,72	0,269279
5	79,24	0,748193	15	53,53	0,270889
12	27,74	0,826404	12	27,74	0,291684
18	31,22	0,828598	17	3,43	0,29519
20	9,19	0,832058	6	44,92	0,305724
19	28,23	0,839479	20	9,19	0,307253
11	61,72	0,855784	9	25,41	0,308402
6	44,92	0,883656	10	24,15	0,316668
10	24,15	0,915289	13	22,45	0,326812
9	25,41	0,992708	19	28,23	0,35009

TABELLA IV: Relazione tra indici di biodiversità e copertura totale di muschi e licheni (le due serie di dati sono ordinati in base al valore crescente degli indici).

RELAZIONI		R <sup>2</sup>	SIGNIFICATIVITA'
H'	cop. tot. muschi e licheni	0,3058	NO
H'	cop. licheni	0,0004	NO
H'	cop. muschi	0,4047	NO

TABELLA V: Risultati delle analisi di regressione con indici di biodiversità e coperture di muschi e licheni.



Per verificare se la variazione degli indici di biodiversità dipendesse dall'estensione delle aree, si è messo in relazione l'indice di Shannon-Wiener con il logaritmo dell'area delle radure (Fig. 3.10). Si è provato a vedere se, come ci si aspettava, i due valori avessero una relazione significativa. Il risultato invece indica che le radure di Bosco Nordio presentano una biodiversità che non è dipendente dall'estensione, ma da altri fattori. Si è provato a vedere anche se  $H'$  dipendesse dalla copertura delle specie legnose, ma dalla figura 3.11 si vede che la relazione non è significativa ( $R^2=0,4$ ). Uno degli elementi che probabilmente possono aver influito è il tipo di gestione della radura nel passato. Le radure 9, 10 e 11, hanno dimensioni diverse, ma indici di biodiversità elevati e simili. Questo probabilmente perché in queste aree la componente lichenica e muscinale è molto scarsa, e fanno parte di quello che fino al 2000 era un unico campo coltivato. Le tre aree ora sono separate a causa dell'invasione di *Populus alba* L. e *Quercus ilex* L.

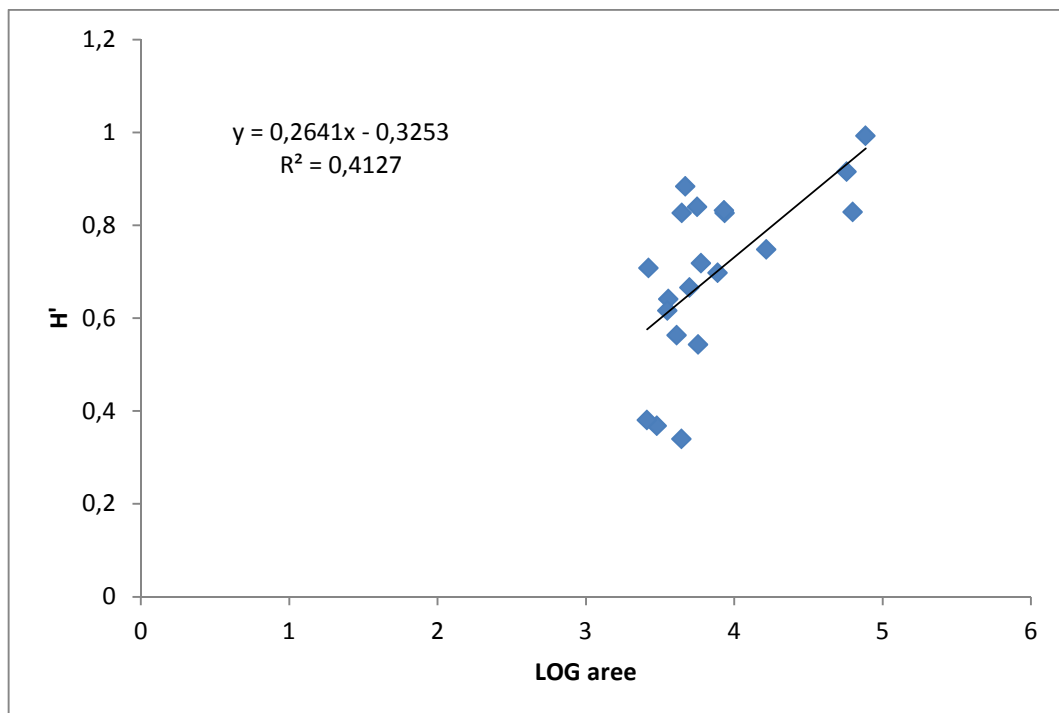


FIGURA 3.10: Relazione tra indice di Shannon-Wiener ( $H'$ ) e il logaritmo delle aree.

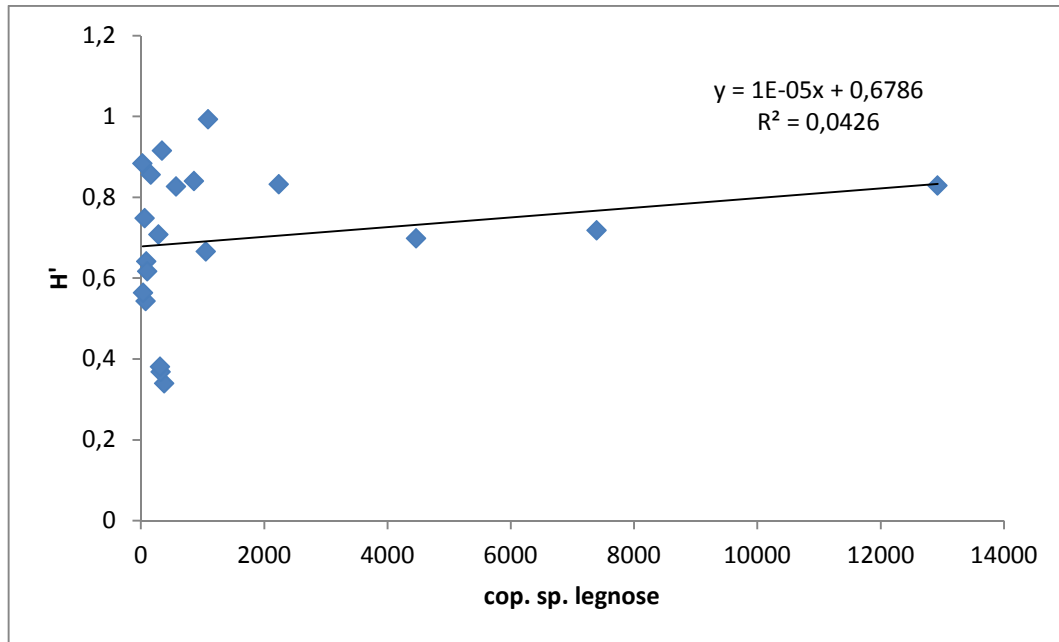


FIGURA 3.11: Relazione tra  $H'$  e la copertura delle specie legnose.

### 3.4 Analisi delle coperture delle specie erbacee

La cluster analysis è stata effettuata sui dati di copertura delle specie nei singoli plot, che in totale sono 79. Da questa elaborazione si ricavano 5 gruppi (Fig. 3.12), evidenziati con colori diversi nella tabella ordinata sui risultati della cluster analysis (tabella VI).

	9f	9	10g	17b	20d	17c	12c	18t	18g	18v	20	13c	13b	20b	19b	20c	18h	7	15b	7b
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	1568	48	1037	661	310	1019	2750	604	484	490	4	795	534	30	74	7	270	275	357	185
<i>Syntrichia ruralis</i> (Haedw.) F. Weber et D. Mohr var. <i>ruraliformis</i>	154	1840			52		1155		70		1242	138	532	410	2029	992		2242	66	1012
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	344	180	197	6		72	878	342	319	482	1179	952	2155	3350	487	2069	285			
<i>Teucrium polium</i> L.	326	44		839	252	820	244							36	294	48	112	80	130	12
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	282	28	96	89	529	78			130		440						539	72		
<i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm		322			132		280	64							63	140	104	30		
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	375	65	7		110					44	58	178	104			507		137	30	185
<i>Cladonia convoluta</i> (Lam.) Anders					24			44							66	56	72	3900	5075	3075
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>Sulcata</i> (Hack.) Patzke							230							45	12			30		
<i>Dactylis glomerata</i> L.	1714	2907	7000							24	42	92	81				10			
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>Obscurum</i> (Celak.) Holub	852	358																		
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak							338	128		35										
<i>Bromus sterilis</i> L.								935											1256	504
<i>Petrorhagia saxifraga</i> L.				15,3		2,5					2,5					1				
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.		99																		
<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. Et Godr								86										5		585
<i>Potentilla pusilla</i> Host		30																		
<i>Clematis flammula</i> L.											48					20				
<i>Osyris alba</i> L.								12												
<i>Erophila verna</i> L.		6									5									
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.									20	9500	1140	1062	2800	2000	1550	1800	6650			
<i>Carex flacca</i> Schreb		2221							25			140	250					829		
<i>Dasypyrum villosum</i> (L.) P. Candargy, non Borbas																				
<i>Lotus corniculatus</i> L.	48		291																	
<i>Oxalis stricta</i> L.		9	65																	
<i>Viola odorata</i> L.	51	42	25				82													
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.		99																		
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	70																			
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	701																			
<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.						92														
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.																				
<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.																				
<i>Hedera helix</i> L.					252				9											
<i>Poa bulbosa</i> L.																				
<i>Asparagus acutifolius</i> L.																				
<i>Clypeola jonthlaspi</i> L. subsp. <i>Jonthlaspi</i>																				
<i>Erigeron sumatrensis</i> Retz.		94																		
<i>Melilotus neapolitanus</i> Ten.																				
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.																				
<i>Allium vineale</i> L.																				
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.																				
<i>Cistus creticus</i> L. subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter et Burdet																				
<i>Galium aparine</i> L.										172										
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.																	2			
<i>Polygala comosa</i> Schkuhr																				
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.				15																
<i>Spartium junceum</i> L.																				
<i>Vicia pseudocracca</i> Bertol.			50																	

TABELLA VI: Nella tabella sono mostrate le coperture dei singoli plot (100X100) e il raggruppamento ottenuto dalla cluster analysis. I 4 colori evidenziano i diversi gruppi.







Il gruppo evidenziato con il verde (tab. VI) è costituito da 6 plot che si differenziano per avere coperture elevate di *Carex caryophyllea*, valori bassi di coperture licheniche e di *Tortula ruralis* e, in generale hanno una scarsa copertura totale.

Il gruppo evidenziato di giallo, comprende 8 plot. La caratteristica distintiva è l'elevata copertura di *Hypnum cupressiforme* Hedw., ad indicare condizioni di maggiore ombreggiamento e disponibilità idrica.

Il gruppo azzurro, composto di tre plot, è caratterizzato da elevatissimi valori di *Cladonia convoluta* (Lam.) Anders.

Il gruppo in arancione, presenta valori di copertura elevata di *Dactylis glomerata* che, associata a valori bassi o nulli di coperture delle specie di *Cladonia* e a presenze sporadiche di camefite, indicano plot tendenzialmente con caratteri di praterie mesofile anziché xeriche.

Il gruppo con sfondo bianco è formato da 59 plot, e la loro caratteristica principale è avere elevate coperture di *Syntrichia ruralis* var. *ruraliformis* che arrivano a 8350 cm<sup>2</sup> e un'elevata presenza di *Carex caryophyllea*. *Cladonia rangiformis* Hoffm è presente in 37 plot con coperture elevate che arrivano a 2799 cm<sup>2</sup>.

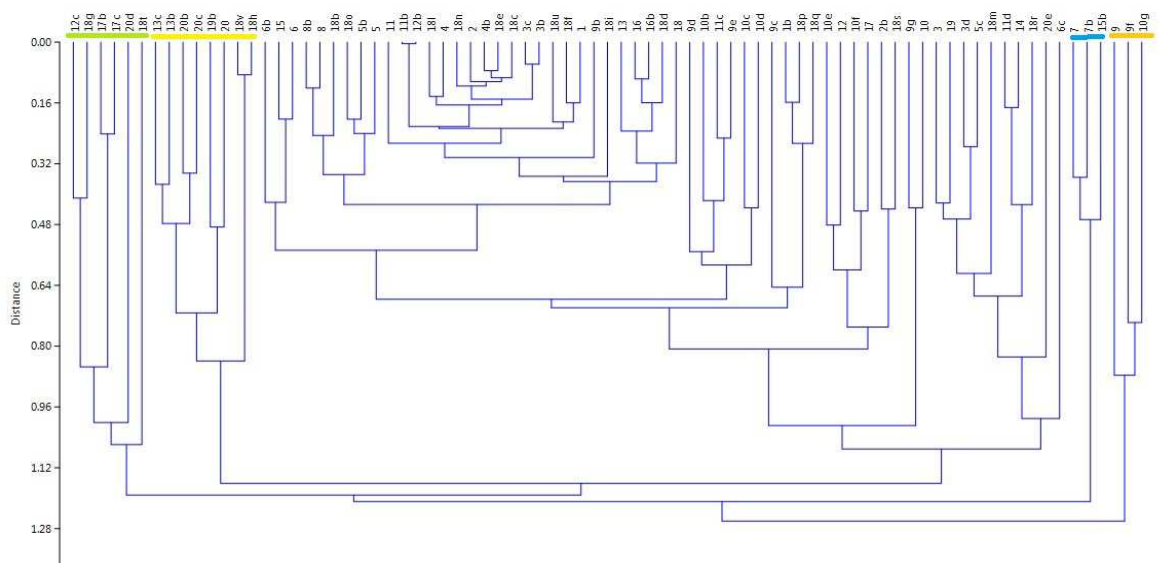


FIGURA 3.12: Cluster analysis applicata ai singoli plot.

Si è successivamente applicata la cluster analysis sui dati relativi alla copertura specifica delle radure. Come si vede in figura 3.13, si vengono a creare 5 gruppi, evidenziati con colori diversi nella tab. VII.



	AREA 1	AREA 2	AREA 3	AREA 4	AREA 5	AREA 6	AREA 8	AREA 9	AREA 18	AREA 16	AREA 10	AREA 11	AREA 12	AREA 14	AREA 7	AREA 15	AREA 17	AREA 19	AREA 13	AREA 20
<i>Carex caryophyllaea</i> Latourr.	3,94	4,24	7,01	1,84	8,14	3	0,55	10,7	3,53	1,48	18	7,9	11,4	9,53	2,3	4,65	9,81	5,79	4,85	3,53
<i>Syntrichia ruralis</i> (Haedw) F. Weber et D. Mohr var. <i>ruraliformis</i>	<b>27,8</b>	<b>59,1</b>	<b>43,4</b>	<b>78</b>	<b>49,5</b>	<b>24,9</b>	<b>48</b>	<b>25</b>	<b>26,2</b>	<b>36,6</b>	<b>24,2</b>	<b>42,1</b>	<b>24</b>	8,23	16,3	20,3	2,69	15,8	18,8	5,39
<i>Cladonia rangiformis</i> Hoffm	3,35	2,59	12,3	5,3	18,6	5,48	23,8	0,46	2,87	0,24	0	18,4	2,13	<b>64</b>	0,15	0	<b>0,74</b>	12,1	3,63	3,64
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	11,4	1,13	10,2	0,16	2,94	0,56	7,95	6,96	5,25	14,2	8,45	4,7	5,95	0,36	0	0	0,49	7,06	18,6	13,6
<i>Teucrium polium</i> L.	2,06	4,3	1,87	0,98	2,1	4,78	0	0,81	1,67	0,04	7,02	5,18	4	0	0,46	1,05	7,83	1,65	0	0,82
<i>Cladonia convoluta</i> (Lam.) Anders	4,56	5,23	0,7	1,89	11,2	14,6	3,86	0	2,16	0,88	0	1,2	1,6	0	<b>34,9</b>	<b>33,2</b>	<b>0</b>	0,33	0	0,16
<i>Festuca stricta</i> subsp. <i>Sulcata</i> (Hack.) Patzke	0,38	0,2	1,52	0	1,48	6,95	0,52	0,06	1,01	0	0	0,58	2,27	0	0,15	0	0,07	0,06	0,69	0,82
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	0,82	0	1,68	0	1,04	0,13	0,99	1,2	0,2	0	0,17	1,11	0	0	1,61	0,39	0	3,89	1,01	1,73
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	0	0	0,33	4,13	0	2,56	0	4,31	1,16	0	7,1	4,16	1,44	0	0,36	0,65	1,98	0	0	2,51
<i>Cerastium semidecandrum</i> L.	0,05	0,94	0,05	0,02	0,22	0,24	0	0,39	0	0	0,01	3	0,02	0,56	0	0	0	0	0	0
<i>Helianthemum nummularium</i> subsp. <i>Obscurum</i> (Celak.) Holub	0,02	0	0	1,95	1,53	1,83	0	2,43	0,05	0,25	5,53	3,81	2,55	1,13	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus sterilis</i> L.	0	0	0,74	0	1,07	1,67	0	3,51	0,8	0	0	0,22	0	0,06	2,52	9	2,03	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i> L.	0,03	1,89	0,24	0	0	0	0	7,36	1,05	0	10,8	0,39	0	0,21	0	0	0	0	0,63	0,08
<i>Erophila verna</i> L.	0,09	0	0,01	0	0,11	0,02	0	0,01	0	0	0	1,5	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0,01
<i>Petrohragia saxifraga</i> L.	0	0	0,01	0,04	0	0	0	0	0,01	0,02	0,09	0,04	0,1	0	0	0	0,07	0	0	0,01
<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. Et Godr	0,36	0	0	0,03	0,1	0,3	0,08	0	0,05	0	0	1,96	0	0	2,95	0	0	0	0	0
<i>Scirpoides holoschoenus</i> (L.) Sojak	0	0	0,14	0	0	0	0,29	2,44	0,97	0	1,05	0,5	1,43	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	0	0	0	0,01	0,05	0,02	0	0,14	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clematis flammula</i> L.	0	0	2,07	0	0	0	0,12	0	0,25	0	0	0,71	0,67	0	0	0	0	0	0	0,14
<i>Osyris alba</i> L.	0	0	0,06	0	0,4	0	1,39	0	0,33	0	0	0,25	0,33	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla pusilla</i> Host	0	0	0,11	0	0	6	0	0,04	0	0	0,78	0,34	0,17	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carex flacca</i> Schreb	0	0	0	0	3,24	0	0	3,9	0,02	0	0	0	0	0	4,15	0	0	0	1,3	0
<i>Lotus corniculatus</i> L.	0	0	0	0	0,02	0	0	0,09	0	0	1,16	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	0	8,46	0	0	0	0	0	0	0,34	0,44	0	0	0	0	0	0	0,31	0	0	0
<i>Dasyphyrum villosum</i> (L.) P. Candargy, non Borbas	0	3,1	0	0	0	0	0	1,59	0,01	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	0	0	0	0	0	0	0	0	8,08	0	0	0	0	0	0	0	0	7,75	14,1	12,4
<i>Medicago minima</i> (L.) L.	0	0	0	0,25	0	0,35	0	0,1	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Viola odorata</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0,45	0	0	0,04	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	3,75	0	0
<i>Clypeola jonthlaspi</i> L. subsp. <i>Jonthlaspi</i>	0	0	0	0	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron sumatrensis</i> Retz.	0	0	0,25	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erodium ciconium</i> (L.) L'Hér.	0	2,43	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hedera helix</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,76
<i>Melilotus neapolitanus</i> Ten.	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxalis stricta</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0,43	0	0	0,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa bulbosa</i> L.	0	0,53	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arabidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,48	0	0	0	0	0	0
<i>Allium vineale</i> L.	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L.) Rich.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cistus creticus</i> L. subsp. <i>eriocephalus</i> (Viv.) Greuter et Burdet	0	0	0	0	0	0	0	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galium aparine</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polygala comosa</i> Schkuhr	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0
<i>Spartium junceum</i> L.	0	0	0	0	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	0	0	0	0	0	0	0	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vicia pseudocracca</i> Bertol.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TABELLA VII: La tabella indica la % totale di copertura delle specie nei plot effettuati per ogni



Il primo gruppo evidenziato in rosa è composto solamente dall'area 14, che presenta una copertura molto elevata di *Cladonia rangiformis* (64%) rispetto alle altre radure, ed inoltre ha una superficie piccola (30 m<sup>2</sup>) sempre in ombra, con una deposizione di foglie elevata. Nel cluster comprendente tutte le altre radure, si segrega a parte l'area 17 (in rosso), che presenta la più bassa percentuale di *Syntrichia* ed è l'unica area ad avere *Setaria pumila*. Questa è una radura quasi interamente coperta da aghi di pini che impediscono la crescita delle altre specie. Il gruppo in giallo è composto dalle aree 7 e 15 che presentano una più elevata copertura di *Cladonia convoluta*. Il gruppo in verde è composto dalle aree 19, 13 e 20 che presentano una più alta copertura di *Hypnum cupressiforme* e quindi comprende le radure più ombreggiate. Il gruppo con sfondo bianco comprende 13 radure che hanno alte percentuali di *Syntrichia ruralis* var. *ruraliformis* (dal 24 al 78%). Presentano inoltre discrete coperture licheniche, indicando uno stato di conservazione discreto.

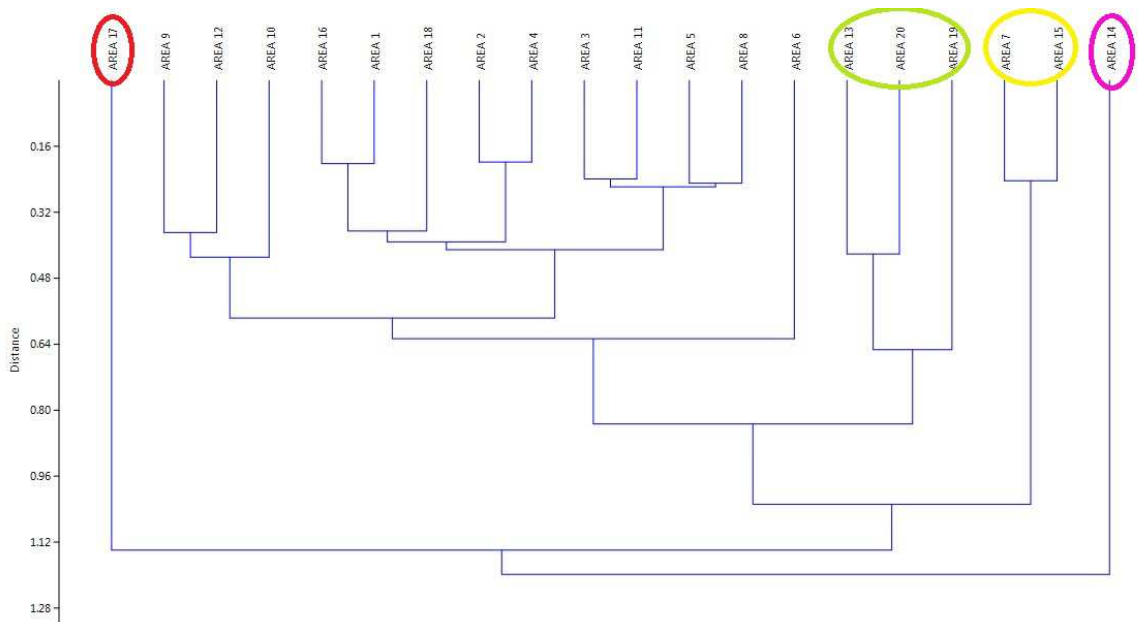


FIGURA 3.13: Cluster analysis applicata alla percentuale delle coperture delle specie nelle radure.

### 3.5 Analisi delle strategie di colonizzazione

Per quanto riguarda le strategie di crescita utilizzate dalle piante, sui dati relativi ai plot 50x50 cm si è effettuata l'analisi delle componenti principali, che ha evidenziato 3 gruppi (Fig. 3.14), riportati in tab. IX. Le caratteristiche fondamentali del primo gruppo (evidenziato in arancione) sono le coperture di *Syntrichia var. ruraliformis*, che sono molto più elevate degli altri due gruppi. I licheni sono discretamente rappresentati, come pure tutte e tre le strategie delle specie fanerogamiche.

Il secondo gruppo, evidenziato in azzurro si caratterizza per avere elevate coperture delle due specie del genere *Cladonia*, bassa copertura muscinale e il valore più elevato di cespi rispetto agli altri due gruppi (valore medio=8,5) L'ultimo gruppo, evidenziato in verde, si caratterizza per avere quasi scarsa copertura lichenica o addirittura assenza di licheni, coperture di muschio molto inferiori al primo gruppo e valori elevati di specie con habitus stolonifero (valore medio=20) o scaposo (valore medio=9,5).

Si può vedere che la strategia più utilizzata è la propagazione per stoloni, probabilmente perché permette uno sviluppo veloce di coperture molto fitte. Questa strategia, probabilmente permette di essere più competitive con il muschio.

L'analisi di regressione, i cui risultati sono riportati in tab.VIII, evidenzia che le strategie delle specie erbacee non sono influenzata dalle coperture di muschi o licheni.

	VALORI DI R <sup>2</sup> DELLE RELAZIONI		
	n. cespi	n. stolonifere	n. getti
cop licheni	0,0165	0,0015	0,0395
cop muschi	0,0401	0,0001	0,001
cop tot	0,0126	0,0003	0,0151

TABELLA VIII: Valori di R<sup>2</sup> non significativi per le relazioni.

PLOT	TOT. CLA	SYN	n. cespi	n. stolonifere	n. getti
3	316	<b>1000</b>	13	3	36
3b	288	<b>1300</b>	8	4	32
4	312	<b>2250</b>	0	4	7
5	299	<b>1750</b>	7	52	0
5b	814	<b>950</b>	4	13	15
6	540	<b>1000</b>	5	23	0
8	966	<b>1250</b>	9	8	0
10b	0	<b>1350</b>	1	7	13
11	0	<b>1800</b>	10	46	0
13	250	<b>1442</b>	2	41	0
18	315	<b>1000</b>	19	10	0
18c	290	<b>2150</b>	0	0	20
2	0	<b>1500</b>	2	10	5
18e	0	<b>2600</b>	2	15	0
8b	236	<b>1700</b>	2	0	14
9	384	<b>1150</b>	2	40	0
11b	<b>2000</b>	0	9	25	0
19	<b>840</b>	128	13	0	19
7	<b>1230</b>	126	11	2	5
14	<b>1350</b>	165	1	37	0
15	0	<b>550</b>	1	4	17
16	0	<b>400</b>	13	3	9
17	66	<b>252</b>	17	4	12
18b	0	<b>105</b>	0	18	16
18d	0	<b>800</b>	2	20	0
18f	500	<b>100</b>	3	10	0
18g	0	<b>360</b>	6	9	2
9b	0	<b>800</b>	14	87	0
9c	0	<b>252</b>	3	17	13
10	0	<b>700</b>	14	7	19
10c	0	<b>600</b>	2	20	9
12	264	<b>520</b>	3	44	0
1	300	<b>500</b>	1	7	36
20	0	<b>12</b>	0	34	0

TABELLA IX: coperture licheniche e muscinali e numero di cespi, getti e stoloni nei plot (50X50).

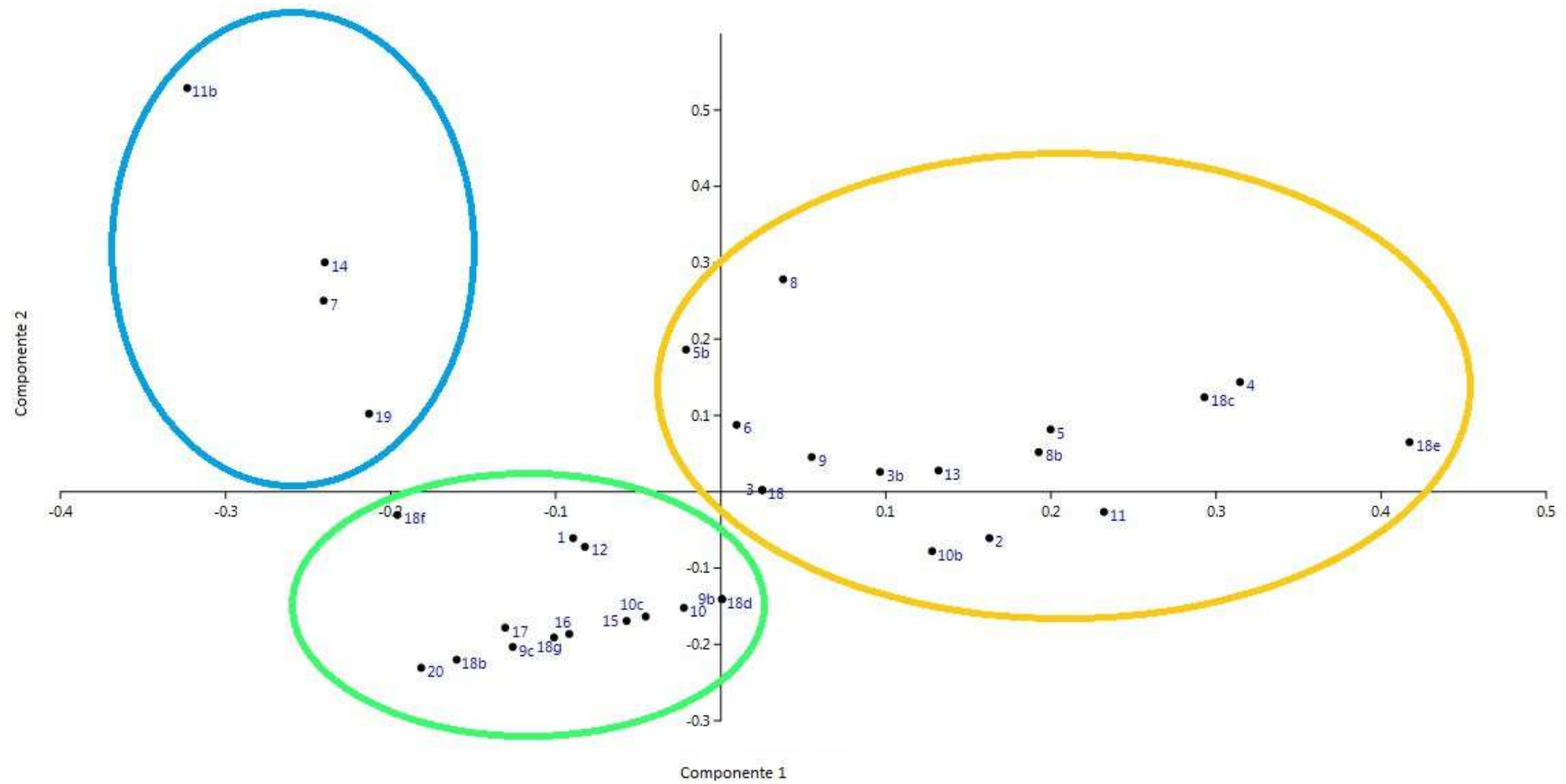


FIGURA 3.14: Analisi delle componenti principali, applicata ai dati relativi alle strategie di occupazione del terreno delle specie erbacee.

# CAPITOLO 4

## Conclusioni

Le radure di Bosco Nordio sono il residuo di più ampie estensioni prative xeriche, ormai in procinto di essere chiuse dall'avanzata del bosco, che dagli anni '60 sembra averne ridotto l'estensione ad 1/3 e 1/4 della superficie di allora (Bombieri, 2016).

Questi piccoli lembi relitti di prato presentano solamente 48 specie, tra cui 14 appartenenti al *Tortulo-Scabiosetum*. Questi sistemi dunali sono ormai stabilizzati e distanti dalla linea di costa e la loro conservazione richiede sicuramente l'intervento dell'uomo. In alcune delle radure studiate inoltre, nel corso degli anni sono state condotte coltivazioni (prima orticole, poi vivai forestali gestiti dal Corpo Forestale dello Stato). In tali radure, la ricolonizzazione da parte delle specie ora rinvenibili è presumibilmente iniziata verso la fine degli anni 90 del secolo scorso, a partire dai margini delle stesse.

In generale, se esiste una correlazione positiva tra il numero di specie presenti e la superficie delle radure, questa non esiste se si mette in relazione alla superficie delle radure la biodiversità delle stesse, calcolata tramite l'indice di Shannon. Ciò sembrerebbe spiegabile con lo sviluppo dei muschi e dei licheni nelle aree che hanno avuto una continuità storica, tranne nelle aree coltivate dove la scarsa presenza muscinale può essere imputata alla gestione pregressa, che avrebbe alterato profondamente il substrato impedendo lo sviluppo del tappeto muscinale, che richiede tempi lunghi per realizzarsi. muschi e licheni formano larghe coperture della superficie, che sembrano escludere competitivamente altri tipi di vegetazione. Inoltre un altro motivo che può giustificare la scarsa ricchezza floristica è la densa copertura di foglie di *Quercus ilex* L. e di *Pinus pinea* L. che interessano vaste porzioni di radure. Non esistendo dati di confronto con aspetti più tipici dell'habitat non è possibile verificare se questa sia una situazione normale oppure in qualche modo alterata. Questa è una linea di ricerca che sarà sviluppata in futuro.

Le indicazioni del Piano di Gestione della Riserva comunque prevedono interventi attivi finalizzati alla conservazione di questi habitat, che costituiscono una componente della biodiversità dell'area, ed alcuni interventi per bloccare l'espansione della lecceta sono stati già effettuati. Studi futuri che mettano a confronto tali ambienti con quelli analoghi presenti lungo la costa, quindi ancora attivi (ad esempio presso la località di Porto Caleri (RO)), ed altri lungo il cordone



di dune fossili (ad esempio presso Donada (RO)), potrebbero permettere di trarre utili indicazioni sul loro stato di conservazione.

# Bibliografia

ARPAV Centro Meteorologico di Teolo (2016) – Bollettino dei valori mensili pluriennali della Stazione di Sant’Anna di Chioggia. Valori dal 1 gennaio 1994 al 31 dicembre 2015.

AVANZI E., BIANCO P., BOATO S., BORTOLAMI P., BRENTAN D., BURBELLO A., CAPOGROSSI R., DRAGO A., FUSATO G., FUSER S., GASPARINI S., GIAROLA N., LAURETI L., MARTINI BARZOLAI G., SALMASO P., TORMEN R. (2010) – *Carta della Natura del Veneto alla scala 1:50.000* – ISPRA, 1-5 pp.

BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1957) - *Les climats biologiques et leur classification* - Annales de Géographie, 66: 193-220.

BIONDI E., BLASI C., BURRASCANO S., CASAVECCHIA S., COPIZ R., DEL VICO E., GALDENZI D., GIGANTE D., LASEN C., SPAMPINATO G., VENANZONI R., ZIVKOVIC L. (2009) – *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE* – Società Botanica Italiana, Ministero Ambiente Tutela Territorio e Mare, D.P.N.

BOMBIERI G. (2016) - *Studio sulle dinamiche di avanzamento del bosco nelle aree di habitat 2130\* (dune grigie) nella lecceta della Riserva Naturale Integrale Bosco Nordio* – Tesi di Laurea Magistrale in Scienze Forestali e Ambientali, Dipartimento del Territorio e Sistemi Agro-Forestali dell’Università di Padova, Mario Pividori: A.A. 2015-16, 101 pp.

BONDESAN A., LEVORATO C., FONTANA A., FURLANETTO P., MENEGHEL M., MOZZI P., PRIMON S., SCORTEGAGNA U., ROSSETTO T., VITTURI A., BASSAN V. (2008) – *I geositi della provincia di Venezia* – Servizio Geologico e Difesa del suolo, Società Italiana di Geologia Ambientale, 123-125 pp.

BONDESAN A., PRIMON S., BASSAN V., VITTURI A., ABBÀ T., BISAZZA A., FAGARAZZI E., FONTANA A., FRANCESE R., FURLANETTO P., MAZZUCCATO A., MOZZI P., PIOVAN S., PRIMON S., STEFANI C., (2008) – *Le unità geologiche della provincia di Venezia* – Servizio Geologico e Difesa del suolo, Dipartimento di Geografia dell’Università di Padova, pag. 150.

BUFFA G., FILESI L., GAMPER U., SBURLINO G. (2007) – *Qualità e grado di conservazione del paesaggio vegetale del litorale sabbioso del Veneto (Italia settentrionale)* – Fitosociologia 44 (1): 49-58.

BUFFA G., LASEN C. (2010) – *Atlante dei siti Natura 2000 del Veneto* – Regione del Veneto, Direzione Pianificazione Territoriale e Parchi, Venezia, pag. 367.

CANULLO R., ALLEGRI M.C., CAMPETELLA G., DE LAURENTIS D., PETRICCIONE B. (2005) – *Programma Nazionale per il Controllo degli Ecosistemi Forestali (CON.ECO.FOR): Studio della Vegetazione. Manuale per le operazioni di campionamento* – Università degli Studi di Camerino e Ministero per le Politiche Agricole, 27 pp.

CASELLA V. (2003) – *Introduzione al Laser Scanning Aereo. In Crosilla F. e Galetto R., 2003. La tecnica del Laser Scanning. Teoria ed applicazioni* - CISM, Collana di Geodesia e Cartografia: 1-37 pp.

CASSOL M., RENIERO S., SALVIATI S., ANDRICH O., SCARZELLO P., PETTENELLA D., RAMANZIN M., BUSNARDO G., CALLEGARI A., SCARIOT A., CASANOVA E., FABBRICA G. (2010) – *Piano di Gestione del Sito Natura 2000 "Bosco Nordio"* – Veneto Agricoltura, 361 pp.

CASTIGLIONI G.B. (2001) – *Le risposte del sistema fluviale alle variazioni ambientali*. In: CASTIGLIONI G.B. & PELLEGRINI G.B. (a cura di) – *Note illustrative della Carta Geomorfologica della Pianura Padana* - Geogr. Fis. Dinam. Quat., suppl. IV, 165-188.

COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE. (2002) – *Documento di lavoro della commissione Natura 2000*, 14 pp.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1997) - *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia* - WWF Italia, Società Botanica Italiana, Università di Camerino, 139 pp.

DI GALLO A., DE BATTISTI R. (1979) – *Piano di Gestione NATURALISTICA R.N.I. "Bosco Nordio"* – Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Gestione ex Azienda di Stato per le Foreste demaniali, 29 pp.

DIBONA D., (2000) – *Indagini pedologiche nel Bosco Nordio* – Relazione tecnica dell'Azienda Regionale Veneto Agricoltura

FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. (1978) – *La sedimentazione olocenica nella piana costiera tra Brenta e Adige* - CNR Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, Venezia.

FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. (1980) – *Origine ed evoluzione della laguna di Venezia. Bacino meridionale* – Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali, 8: 83-102 .

GAMPER U., FILESI L., BUFFA G., SBURLINO G. (2008) – *Diversità fitocenotica delle dune costiere nord-adriatiche. 1 – Le comunità fanerofitiche* – Fitosociologia 45 (1): 3-21 .

GHIRELLI L., (2000) – *Indagine floristico-vegetazionale della Riserva Naturale "Bosco Nordio"* – Relazione interna dell'Azienda Regionale Veneto Agricoltura, 105 pp.

GIUNTA REGIONALE (8<sup>a</sup> LEGISLATURA) (2006) – *Misure di conservazione per le Zone di Protezione Speciale della regione Veneto e strumenti di indirizzo per la valutazione di incidenza* – Allegato B Dgr n. 2371 del 27/07/2006, regione Veneto, 457 pp.

LOREGGIAN M. (2001) – *Piano di Gestione della Riserva Naturale Integrale di Bosco Nordio* – Veneto Agricoltura, 57pp.

LORENZONI G.G. (1983) – *Il paesaggio vegetale del Nord Adriatico* – Atti Mus. Civ. St. Nat. Trieste, 35: 1-34.

MARCHESONI V. (1962) – *Dal leccio al cembro* – Studi Trent. Sc. Nat., 39 (3): 364-422.

MARCOLONGO B., ZAFFANELLAG.C. (1987) - *Evoluzione paleogeografica della Pianura veneta Atesino-Padana* - Athesia, 1: 31-67.

PADOAN A. (2011) – *I 40 anni di Bosco Nordio dopo una lunga storia* – Nuova Scintilla, settimanale d'informazione della diocesi di Chioggia, n°43, [www.nuovascintilla.com](http://www.nuovascintilla.com), 2 pp.

PENASA A. (2012) – *Impiego di dati LiDAR per la creazione di mappe tematiche a supporto del tecnico forestale. Uno studio condotto in Val di Rabbi (Trentino)* – Tesi di Laurea Magistrale in Tecnologie Forestali e Ambientali, Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali dell'Università di Padova, Cristiana Colpi: A.A. 2011-12, 68 pp.

PIELOU E. (1975) – *Ecological Diversity* – John Wiley, New York. N. Y. 165 pp.

PIGNATTI S. (1952) – *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea* – Arch. Bot. 28: 265-329.

PIGNATTI S. (1982) – *Flora d'Italia* – Edagricole, Bologna.

RICHARD J. (2014) – *Sito rete Natura 2000 “Bosco Nordio” SIC/ZPS 3250032. Relazione sulle modifiche del Formulario Standard* – Veneto Agricoltura, 4 pp.

RIVAS-MARTÌNEZ S., DIAZ T.E., FERNÁNDEZ-GONZALEZ F., IZCO J., LOIDI J., LOUSA M., PENAS A. (2002) – *Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001* – Part. II. *Itinera Geobot.* 15 (2): 433-922.

RIVAS-MARTÌNEZ S., FERNÁNDEZ –GONZÀLEZ F., LOIDI J., LOUSA M., PENAS A. (2001) – *Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level* – *Itinera Geobotanica*, 14: 5-341.

SBURLINO G., BUFFA G., FILESI L., GAMPER U., GHIRELLI L. (2013) – *Phytocoenotic diversity of the N-Adriatic coastal sand dunes – The herbaceous communities of the fixed dunes and the vegetation of the interdunal wetlands* – *Plant Sociology*, 50 (2): 57-77.

SHANNON C., WEAVER W. (1949) – *The mathematical theory of communication* – Univ. Illinois Press. Urbana: 117 pp.

SMITH T.M., SMITH R.L. (2007) – *Elementi di ecologia* – Sesta edizione, Person Benjamin Cummings, 389-392 pp.

VITTURI A., BASSAN V., MAZZUCCATO A., PRIMON S., BONDESAN A., RONCHESE F., ZANGHERI P., AMATUCCI M., BARBI A., BASSO B., BEZZI A., BOAGA J., BENINCASA F., CANALI G., CARBOGNIN L., CONCHETTO E., DE GÖTZEN A., DESTRO E., DI SIPIO E., FASTELLI C., FONTANA A., FONTOLAN G., FURLANETTO P., GALGARO A., GATTOLIN M., ILICETO V., LEVORATO C., LOVISON GOLOB L., MENEGHEL M., MONAI M., MOZZI P., PILLON S., RACCA R., RAGAZZI F., RECH F., ROSINA A., ROSSELLI R., STROZZI T., TEATINI P., TOSI L., VIANELLO G., ZAMARCHI P., ZUPPI G.M. (2011) – *Atlante geologico della provincia di Venezia* – Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 298 – 301 pp.

VITTURI A., GIANDON P., BASSAN V., RAGAZZI F., VINCI I., GARLATO A., AURIGHI M., BASSO B., BENINCASA F., BISAGLIA V., BRUGGIANESI L., CHIAMENTI E., FONTANA A., MAGAZZINI P., FRANZOI M., MACALUSO L., MOZZI P., NALESSO L., PACI A., RAIMONDI S., MARIA SALE V., SAMMICHELI F., SARTI F., ZAMARCHI P., FANTINATO L. (2008) - *I Suoli della provincia di Venezia* – Servizio Geologico e Difesa del Suolo, ARPAV, 263 pp.

HAMER, HAMPER, D.A.T. RYAN, P.D. (2016) – PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1): 9pp.

## Siti consultati

[http://www.arpa.veneto.it/rete-ea/retedamb\\_area.php](http://www.arpa.veneto.it/rete-ea/retedamb_area.php)

[http://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/Mappa\\_2010\\_TEMP.htm](http://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/Mappa_2010_TEMP.htm)

[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/2130\\_Fixed\\_coastal\\_dunes.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/pdf/2130_Fixed_coastal_dunes.pdf)

<http://www.regione.veneto.it/web>

<http://vnr.unipg.it/habitat>

[http://mapserver.iuav.it/website/foto\\_aeree](http://mapserver.iuav.it/website/foto_aeree)

<http://www.actaplantarum.org>

*Desidero innanzitutto ringraziare la Dott. Mariacristina Villani per le numerose ore e la pazienza dedicate alla realizzazione di questa tesi. Inoltre, ringrazio il Dottor Jacopo Richard per la disponibilità e i numerosi consigli. Federico Vianello per il materiale fornitomi. Ringrazio gli operai di Bosco Nordio per avermi equipaggiato di utili strumenti per il lavoro in campo e la grande gentilezza, in particolare Stefano. Ringrazio Giovanni Bombieri per avermi aiutata ed essere stato sempre disponibile a chiarire i miei dubbi durante la stesura di questo lavoro. Inoltre, vorrei esprimere la mia sincera gratitudine ai miei compagni di corso, che hanno condiviso con me un capitolo importante della mia vita, in particolare Francesca e Angela. Ringrazio di cuore Veronica che mi ha supportata nelle prime fasi di scrittura e mi ha incoraggiata sempre. Ringrazio con affetto i miei genitori per aver fatto il possibile per non farmi mancare mai niente. Infine, ringrazio infinitamente mia madre per il suo indispensabile aiuto, per il tempo speso per me, per essermi stata vicina in ogni momento durante questo duro percorso e per aver creduto in me, sempre.*

*Grazie*