

1. DINAMICA DI VEGETAZIONE

INTRODUZIONE

In pianura padana, come in molte altre aree della nostra penisola, nel corso degli ultimi decenni la pressione antropica insieme alla meccanizzazione agricola, ha portato un'accelerazione dei fenomeni di distruzione degli habitat naturali. Questa incessante perdita di habitat, dapprima lenta e graduale, poi incalzante a partire dalla fine della seconda guerra mondiale è in realtà iniziata tra il II e il I millennio a.C., come testimoniano le analisi polliniche e dei carboni, (KELLER, 1931; CASTELLETTI E ROTTOLI, 1998), quando i boschi padani erano già nella condizione di residuo della foresta originaria ed in condizioni ecologiche compromesse a causa dei frequenti disboscamenti e incendi praticati dagli agricoltori.

I pochi lembi di bosco ora presenti sono elementi rari e frammentati, probabilmente non più riconducibili al "mitico" *Quercus-carpinetum* del periodo sub-atlantico; relitti forestali che si stanno riducendo e alterando nella loro composizione specifica al contrario di quanto accade in molte zone montane dove negli ultimi decenni si sono innescati fenomeni spontanei di ricolonizzazione da parte del bosco di aree non più soggette ad attività umane.

In realtà, anche nelle aree di pianura, si sta assistendo ad un fenomeno d'espansione di superficie dei boschi anche se a questo evento si accompagna spesso una riduzione di biodiversità degli ecosistemi interessati. Infatti, se da un lato è in corso una graduale espansione del bosco, si deve tener conto che ad un aumento d'area complessivo corrisponde una sempre maggiore frammentazione dell'habitat bosco (CHINCARINI 2004, DIGIOVINAZZO 2008), che porta alla riduzione e semplificazione in termini ecologici delle fitocenosi, oltre al fenomeno di scomparsa degli elementi lineari, i filari, importanti elementi di connessione ecologica per i boschi residui (CHINCARINI 2004).

Dobbiamo anche considerare che, contemporaneamente ai fenomeni di frammentazione della superficie a bosco, in pianura si assiste all'avvio *spontaneo* di alcuni processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione di suoli non più interessati da pratiche di origine antropica. Infatti, a causa di fattori socio-economici modificati, si sono rese disponibili porzioni di territorio, in particolare in quelle aree marginali, dove la produttività agricola è bassa a causa di fattori ambientali (RÜHL *et al.* 2005); o a causa di pratiche volte alla tutela del territorio agricolo come il caso degli incentivi UE, rivolti agli agricoltori, che hanno favorito la pratica della rotazione delle colture mediante messa a riposo dei terreni agricoli per un determinato periodo di tempo (*set aside*¹).

Questi processi di ripresa della vegetazione post-abbandono non sono fenomeni recenti, ci sono infatti testimonianze di abbandono delle colture sin dal neolitico antico (CASTELLETTI E ROTTOLI, 1998). Oltre ai fattori negativi che causano perdita di naturalità, dobbiamo anche considerare gli eventi positivi che possono innescare fenomeni di rinaturalizzazione, che sono rappresentati da atti di tutela e protezione del territorio come l'istituzione di nuove aree protette.

¹ La pratica del *set aside* è stata introdotta dalla UE nel 1992 ed è stata mantenuta fino al 2008, come strumento di controllo al fenomeno della sovra-produzione di cereali e al relativo aumento dei costi pubblici.

Il presente lavoro ha preso in considerazione una fascia di territorio dell'alta pianura padana compresa tra le province di Milano, Varese, Lecco e Bergamo in cui accanto all'intenso sfruttamento antropico si possono osservare fenomeni di ripresa della vegetazione spontanea dovuti alla comparsa di nuove nicchie ecologiche.

Questo lavoro intende perciò indagare i processi di ricolonizzazione da parte della vegetazione di quelle aree lasciate "indisturbate" dalle attività umane che fungono da nuove nicchie ecologiche come i campi agricoli e i prati da sfalcio abbandonati, ma anche le radure che si aprono all'interno dei boschi. Scopo della presente indagine è quello di individuare le diverse tappe (stadi) della serie che in ambito planiziale potrebbero portare alla ricostituzione della vegetazione forestale naturale.



fig. 1.1 - ricolonizzazione spontanea da parte di arbusti di Robinia pseudoacacia di un campo abbandonato all'interno del PLIS del Monte Canto e del Bedesco (BG).

1.1 DEFINIZIONI

Per *dinamismo di vegetazione* s'intende quei processi che coinvolgono intere comunità vegetali finalizzati all'appropriazione da parte degli individui di risorse non ancora utilizzate in un certo biotopo.

Il primo studioso ad occuparsi di dinamismo della vegetazione fu CLEMENTS (1936) che identificò le diverse fasi della successione e definì il *climax*² come lo stato di stabilità finale che raggiunge la *serie* e si mantiene per tempi più o meno lunghi. MCCORMICK (1968) definisce come successione “il fatto che in un determinato sito differenti fitocenosi si presentino in successione temporale”. PIROLA (1970) definisce il *dinamismo della vegetazione* come “una lenta e spontanea evoluzione nel corso della quale per progressive sostituzioni floristiche più aggruppamenti vegetali si succedono nel medesimo punto d'osservazione”. ODUM (1971) ampliò il significato e attribuì alla successione una forma di auto-organizzazione del sistema e la inquadrò in termini ecosistemici. OZENDA (1982) definì come *serie di vegetazione* l'insieme del climax e degli aggruppamenti che ad esso conducono per evoluzione progressiva e di quelli che ne derivano per degradazione.

Negli studi successivi fu rispettata questa concezione, sostituendo all'aggruppamento l'*associazione vegetale*³. GÈHU E RIVAS MARTINEZ (1981) definiscono la *serie di vegetazione* (detta anche *sigmetum*⁴) “formata da tutte le comunità vegetali che possono rinvenirsi in uno spazio omogeneo, con le stesse potenzialità vegetazionali (la *Tessera*⁵) e che comprende insieme allo stadio più maturo tutte le fitocenosi di sostituzione”. Per PIGNATTI (1985) la *successione* “è un processo continuo dalla vegetazione pioniera al *climax*, ma con una serie di stadi temporanei, che in generale corrispondono ad *associazioni vegetali* ben distinte.” PIUSSI (1994) definisce come *successione* “il processo di colonizzazione di un biotopo da parte della vegetazione e della fauna ed i cambiamenti che la comunità subisce attraverso il tempo”. ANDREIS (1996) definisce il *climax* come il “punto d'arrivo della serie temporale cui corrisponde la saturazione della fitocenosi (massima complessità strutturale) ed occupa la maggior parte degli habitat della zona”.

Molti autori preferiscono definire lo stadio finale della successione in termini di *vegetazione naturale potenziale*⁶ al posto del concetto di *climax*.

² Termine già introdotto da COWLES (1899), discusso e criticato ma tutt'ora molto utilizzato, che PIGNATTI (1985) ritiene utile come riferimento mentale ma difficile da osservare nella realtà.

³ Unità fondamentale della fitosociologia che BRAUN-BLANQUET (1915) – fondatore della disciplina – definì “un aggruppamento vegetale più o meno stabile con il mezzo ambiente, caratterizzato da una composizione floristica determinata, nel quale alcuni elementi esclusivi o quasi, le specie caratteristiche, rilevano con la loro presenza un'ecologia particolare e autonoma”. Tale definizione ha subito modifiche nel corso del tempo; quella attuale più recente ed esaustiva è del 2005 (POLDINI, SBURLINO, 2005); gli autori prendono in considerazione nel dettaglio caratteri floristici, statistici, ecologici, dinamici, corologici, genetici e fisionomico strutturali.

⁴ Il *Sigmetum* è formato da tutte le comunità che possono rinvenirsi in uno spazio omogeneo, con le stesse potenzialità vegetazionali (la *Tessera*) e che comprende insieme allo stadio più maturo tutte le fitocenosi di sostituzione (BIONDI, 1993).

⁵ La *Tessera* (o *Tesela* o *Tessella* o *Fliese* o *Site*) è la porzione di territorio che possiede un'unica potenzialità che porta ad un unico raggruppamento climacico.

⁶ La *vegetazione naturale potenziale* rappresenta la vegetazione che si formerebbe naturalmente in un certo luogo e ha carattere reale oltre che teorico, venendo riconosciuta sul terreno.

In alcuni casi si utilizza il termine *sub-climax* o *climax edafico* per definire le fitocenosi permanenti che si insediano su suoli umidi; il termine *paraclimax* per definire le fitocenosi permanenti che si insediano su suoli poveri e degradati; infine il termine *plesioclimax* o *preclimax* per indicare le foreste naturali che non ha ancora raggiunto il loro stadio di maturità.

Sulla base delle caratteristiche del substrato che viene colonizzato sono state distinte due diversi tipi di successioni (PIGNATTI, 1985; PIROLA 1970).

La *successione primaria* ha inizio da un suolo sterile e procede per progressivo aumento della complessità fino ad uno stadio maturo (PIGNATTI, 1985); un substrato privo di copertura vegetale può essere quello che si forma per opera di una colata di lava vulcanica, situazione piuttosto estrema dal punto di vista edafico (fig. 1.2).



fig. 1.2 - colata lavica del 2002 dell' Etna, substrato in fase di ricolonizzazione da parte della vegetazione (CT)

La *successione secondaria* ha inizio dopo che la copertura vegetale preesistente è rimossa o distrutta per cause naturali o antropiche, come il caso di un campo coltivato che è stato abbandonato (fig. 1.3) o di un bosco che è stato rimosso (fig.1.4).



fig. 1.3 – incolto erbaceo- Parco Rio Vallone (MI)



fig. 1.4 - radura causata dalla rimozione di un boschetto a Robinia pseudoacacia - Parco Rio Vallone (MI)

CANULLO E PEDROTTI (1992) inseriscono un terzo tipo di successione, la *successione secondaria replicativa*, che s'instaura su successioni secondarie che sono state interrotte da fenomeni naturali che si ripetono senza portare alla distruzione della vegetazione, come il caso delle piccole slavine.

Risulta pertanto che le condizioni iniziali del substrato pedogenetico, su cui si sviluppa la serie, sono fortemente influenti sull'andamento della stessa; si possono in questo caso distinguere tipi di serie differenti (RIVAS-MARTINEZ, 1987; BIONDI, 1996).

- Serie di *tipo climatico* (la successione è regolata solo dal clima), dette *climaciche* o *climatofile* che si sviluppano su un suolo con acqua derivante esclusivamente dalle precipitazioni.
- Serie di *tipo edafico* (in cui lo sviluppo del suolo è determinante per lo sviluppo dei diversi stadi) che sono dette *edafofile* e si suddividono in:
 - serie *edafogrofile* quelle si sviluppano in terreni in cui c'è un buon apporto di acqua;
 - serie *edafoxerofile* quelle che s'insediano su terreni in condizioni di particolare aridità rispetto alle condizioni medie del luogo.

Sulla base del raggiungimento o meno del climax si possono distinguere *serie costruttrici*⁷ (progressive) che terminano nella vegetazione climax e *serie destruttrici*⁸ (regressive), il cui punto di arrivo possiede minor complessità rispetto agli stadi iniziali, e che sono generalmente generate da impatti antropici (ANDREIS, 1996).

Nella figura sottostante (fig. 1.5) si riportano, a titolo esemplificativo, gli stadi della serie di vegetazione delle superfici terrazzate in zona Isola Bergamasca (BG), (ANGELUCCI 2009). In questo caso si tratta di una serie edafogrofila in cui la tappa finale è rappresentata dal *Robinieto* mesoigrofilo, bosco destrutturato e degradato che non corrisponde alla vegetazione forestale climacica potenziale dell'area che, al contrario è rappresentata dai boschi mesoigrofilo riferiti al *Carpinion betuli s.l.*

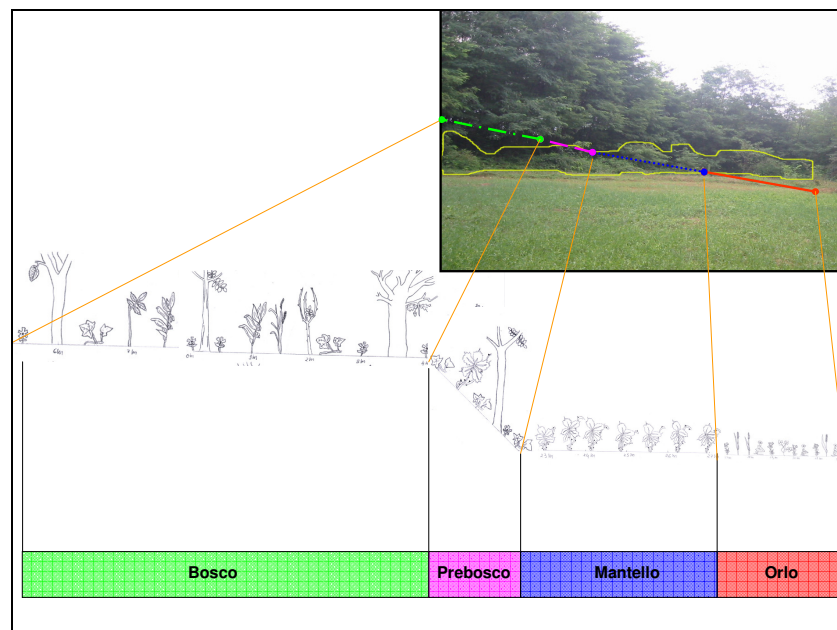


fig. 1.5 - serie mesoigrofila dei terrazzi alluvionali antichi (mindel) in area Bedesco, Isola Bergamasca (BG); BOSCO - robinieto mesoigrofilo a *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus minor* e *Quercus robur*; PREBOSCO - prebosco a *Robinia pseudoacacia* dominante; MANTELLO - mantello di vegetazione a *Rubus gr.caesius* e *Prunus spinosa*; ORLO - prateria igrofila a *Setaria viridis* e *Potentilla erecta* (ANGELUCCI, 2009)

⁷ Una serie si definisce *costruttrice* quando si assiste ad un aumento della complessità vegetazionale e della biomassa.

⁸ Una serie si definisce *distruttrice* quando si assiste ad una graduale perdita della complessità vegetazionale.

Una sequenza dinamica di più associazioni costituisce dunque una *serie* o *successione* e le singole *associazioni* che la compongono sono definite *stadi della serie* o *stadi della successione* (PIROLA, 1970). Una generica serie è formata da:

stadi iniziali* → *stadi intermedi* → *stadi finali

e viene generalmente descritta come un processo lineare che ha un inizio e una fine e descritto da una curva logistica, secondo l'interpretazione proposta da FEOLI, LAUSI E PIGNATTI (1975) (come riportato in fig. 1.6).

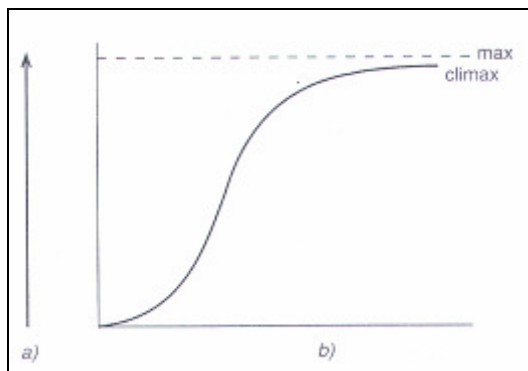


fig. 1.6 - diversi modi di rappresentare la successione secondo il modello lineare:

a = freccia (vettore);
b = funzione continua
 (tratto da PIGNATTI, 1998)

Questa interpretazione ha però dei limiti in quanto la vegetazione nel suo complesso è un sistema cibernetico e informazionale (PIGNATTI, 1997) che scambia con l'esterno oltre a materia e energia anche informazioni. La successione per PIGNATTI è “dunque un processo continuo dalla vegetazione pioniera al climax, ma con una serie di stadi temporanei, che in generale corrispondono ad associazioni vegetali ben distinte”.

Le considerazioni di PIROLA (1970) in materia di dinamismo di vegetazione vengono sintetizzate e riportate nella tabella sottostante:

STADI INIZIALI		STADI INTERMEDI			STADI FINALI
Aggruppamenti vegetali a carattere prevalentemente erbaceo caratterizzati da specie definite <i>pioniere</i> ⁹ legate soprattutto a fattori geografici e a fattori ecologici di tipo edifico.		Aggruppamenti vegetali caratterizzati da specie più esigenti dal punto di vista ecologico legate a fattori di ordine sociologico.			Aggruppamenti che rappresentano la massima possibilità strutturale e produttiva legati a fattori climatici
VEGETAZIONI PIONIERE		VEGETAZIONI DI TRANSIZIONE			VEGETAZIONI CLIMAX
SUOLO NUDO	AGGRUPPAMENTI PIONIERI	PRATERIA	CESPUGLIETO	CESPUGLIETO BOSCATO	FORESTA

⁹ FALIŃSKI (1995) definisce “specie pioniere” le specie che possiedono alcune proprietà biologiche e ecologiche grazie alle quali sono in grado di: approfittare delle condizioni di habitat estremi per realizzare il loro ciclo vitale; acquistare la capacità di adattarsi a condizione estreme; trasformare le condizioni estreme in condizioni ottimali per la vita; precedere le altre specie nella conquista di nuovi substrati; decidere lo svolgimento delle fasi iniziali della successione primaria o secondaria, lo svolgimento della rigenerazione negli aggruppamenti forestali, ma che hanno l'abitudine di ritirarsi una volta che si raggiunge la stabilità ecologica del sistema.

I principali stadi, progressivi o regressivi, di una serie si presentano sotto l'aspetto di comunità a struttura sempre più semplificata o degradata in base alla loro distanza dal climax che è generalmente forestale (GEHU, 1988). Non è sempre possibile raggiungere il massimo grado strutturale, la distanza dal climax fornisce indicazioni circa la maturità e stabilità delle singole cenosi (ANDREIS, 1996) che definiscono i singoli stadi.

GEHU (1988) ricostruisce i principali stadi della serie come riportato nella figura sottostante.

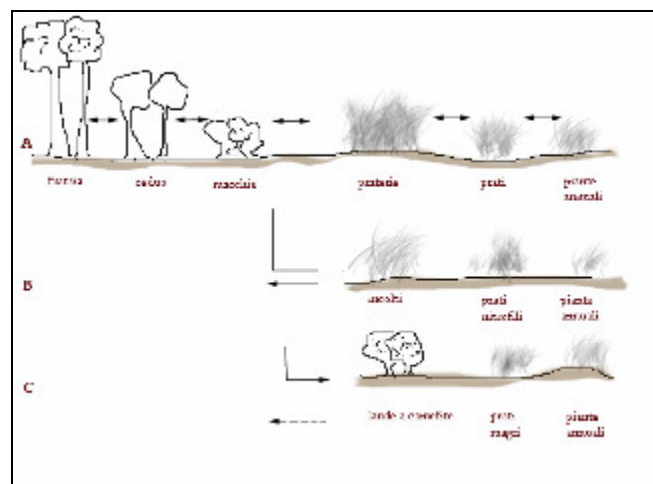


fig. 1.7 - da GEHU (1988) "principales étapes sériales", *ridisegnato*

CONNELL E SLATYER (1977) teorizzarono dei *modelli di successione* per spiegare le cause del processo di *successione* che dipenderebbe dai rapporti tra le diverse specie:

- ❖ nel *modello di facilitazione* sono le specie pioniere a modificare l'ambiente e a creare le condizioni favorevoli per l'ingresso successivo di altre specie;
- ❖ nel *modello di tolleranza* non si verificano rapporti di concorrenza in quanto le specie presentano caratteri ecologici differenti; le specie che arrivano in un secondo tempo non vengono né beneficate né ostacolate dalla presenza delle presenti;
- ❖ nel *modello di inibizione* nessuna specie risulta essere più favorita di altre. Le prime specie che s'insediano impediscono l'arrivo di altre finché non sopraggiunge un evento esterno che ne provochi il declino.

Infine ELLEMBERG (1988) distingue le successioni in due categorie:

- *successioni fitogene* (o autogena): determinate dalle specie presenti e dalle interazioni di esse con l'ambiente (produzione di materia organica, mineralizzazione delle parti morte, ecc.);

- *successioni allogene*: quelle che sono determinate da fattori estranei all'azione diretta delle piante; fattori esterni naturali come: frane, valanghe, abbassamento della falda freatica, vento, ecc., e fattori esterni d'origine antropica che risultano essere molto complessi (incendio, pascolo, sfalcio, interventi selvicolturali, concimazioni, diserbi, ecc.).

1.2 LA RICOLONIZZAZIONE POST-ABBANDONO

Per ricolonizzazione *post-abbandono* s'intende la riconquista da parte della vegetazione naturale di un territorio destinato in passato ad attività antropiche quali: la coltura agraria, lo sfalcio dei prati o il pascolamento. In casi come questi, quando le attività umane cessano, si possono innescare successioni secondarie progressive che se lasciate indisturbate possono portare alla ricostituzione della vegetazione forestale, che rappresenta lo stadio finale. DEL FAVERO (DEL FAVERO *et al.*, 1998) sintetizza nello schema riportato nella fig. 1.9 le varie fasi che portano alla ricolonizzazione da parte del bosco degli ex-coltivi in ambiente esalpico.

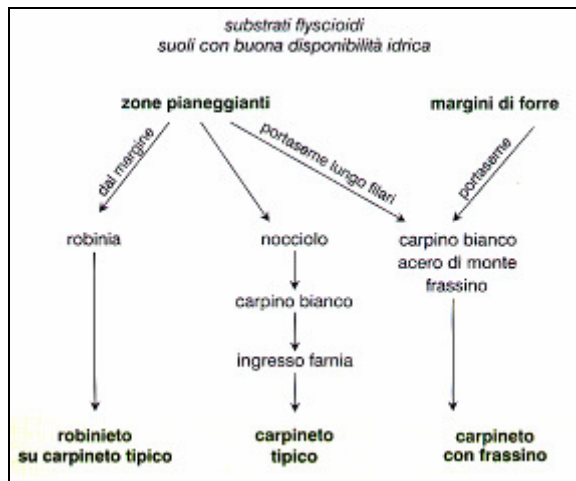


fig. 1.8 - ricolonizzazione degli ex-coltivi in ambienti esalpici (Del Favero, 1998)

Per le regioni temperate della Polonia nord-orientale CANULLO *et al.* (1996) ricostruiscono la successione secondaria di vegetazione identificando quattro differenti stadi:

PRATO DI RECENTE ABBANDONO	PRATO UTILIZZATO	ARBUSTETO PRATO CON ARBUSTI	BOSCO SECONDARIO,
----------------------------	------------------	-----------------------------	-------------------

1.2.1 Un modello di struttura della serie secondaria

Come esempio di serie in ambito planiziale si riporta quella proposta da VERDE (2006), che descrive la successione secondaria che in pianura conduce alla ricostituzione del bosco partendo dalla *ricolonizzazione* di aree di prato o pascolo abbandonate. VERDE (2006) individua in successione spaziale dal prato (o dal pascolo) al bosco diverse *zone*, che sono riportate schematicamente nella tabella qui sotto (fig. 1.9).

ZONA	STRUTTURA	RIFERIMENTI FITOSOCIOLOGICI
ORLO DI VEGETAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Comunità erbacea</u> semi-eliofila ad andamento lineare; - elemento più esterno della struttura orizzontale delle comunità forestali. 	<i>Trifolio-Geranietea samuinei</i> Müller 1961 (per le vegetazioni erbacee termofile e neutro-basifile)
FRUTICETO	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Vegetazione a frutici</u> diffusa solitamente nei pascoli abbandonati con caratteristiche morfologiche e floristiche proprie; - dominato da arbusti diversi in base delle delle caratteristiche climatiche ed edafiche. 	—
MANTELLO	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Comunità arbustiva</u> che si dispone con andamento lineare e che circonda la foresta delimitandola dai prati-pascoli e dai coltivi; - prevalenza di nanofanerofite; - spessore variabile (solitamente <10m); - le prime specie che si spingono a colonizzare il terreno sono le quelle più eliofile e meno esigenti in umidità; - man mano che si struttura l'<i>arbusteto</i> favorisce a sua volta le condizioni d'impianto delle essenze forestali meno esigenti e con caratteristiche pioniere. 	<i>Rhamno-prunetea</i> Rivas Goday et Borja Carbonell 1961 ex Tüxen 1962 (per i mantelli termofili e calcofili); <i>Prunetalia spinosae</i> Tü.1952 (per i mantelli mesofili); <i>Epilobietea angustifolii</i> Tx. Et Preising ex Von Rochow 1951, (per i mantelli acidofili).
PREBOSCO	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Comunità forestale</u> che rappresenta uno stadio anteriore al bosco maturo nella successione; - composto da specie arboree pioniere, con accrescimento rapido e dal legno tenero (es. <i>Betula</i>, <i>Fraxinus</i>, <i>Ostrya</i>). 	<i>Epilobietea angustifolii</i> Tx. Et Preising ex Von Rochow 1951, (per i mantelli acidofili).
BOSCO CLIMACICO	<ul style="list-style-type: none"> - Formazione forestale complessa e articolata strutturalmente in equilibrio con l'ambiente; - buon sviluppo delle specie arboree, frammiste (se presenti) a quelle arbustive, erbacee e muscinali. 	<i>Quercio-Fagetea</i> Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937

fig. 1.9 - schematizzazione della successione spaziale che dal prato (o dal pascolo) porta al bosco. I riferimenti fitosociologici sono stati attribuiti relativamente alla regione Lombardia (BIONDI, ALLEGREZZA, 1988; BIONDI 1996; POLDINI, SBURLINO, 2005).

1.3 IL SISTEMA BOSCO

Anche l'ecosistema *bosco*¹⁰ subisce una serie di trasformazioni identificabili mediante una *successione*. Dato che le fitocenosi forestali occupano le fasi finali del processo di successione, risulta utile utilizzare per la descrizione del processo il *modello ciclico* (come riportato in fig.1.6), piuttosto di quello lineare proposto nel paragrafo precedente. Il bosco tende infatti a ricostruire le parti mancanti con scadenza annuale, però l'intero ciclo necessita di tempi molto lunghi, variabili tra 50 anni e alcuni secoli (PIGNATTI, 1998). OZENDA (1964) ritiene che una foresta di latifoglie in ambiente planiziale e basso montano necessita di circa 100 anni.

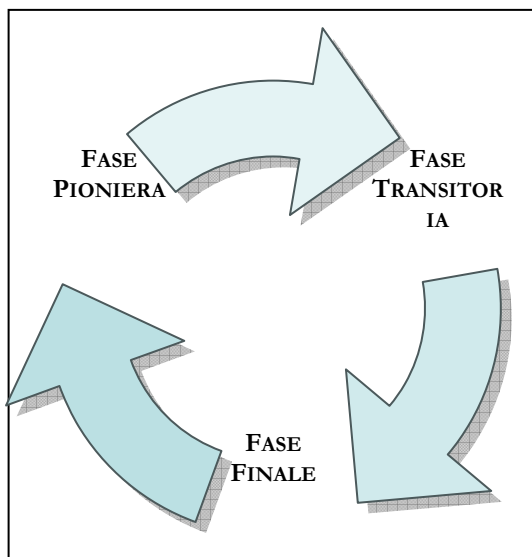


fig 1.10 – rappresentazione grafica del processo ciclico

¹⁰ Definito da PIGNATTI (1998) come “un sistema auto-organizzatesi che si trova in uno stato di continua trasformazione, che negli individui vegetali si rende evidente attraverso i processi metabolici della germinazione, crescita, riproduzione e senescenza”

1.3.2 Modelli di espansione del bosco

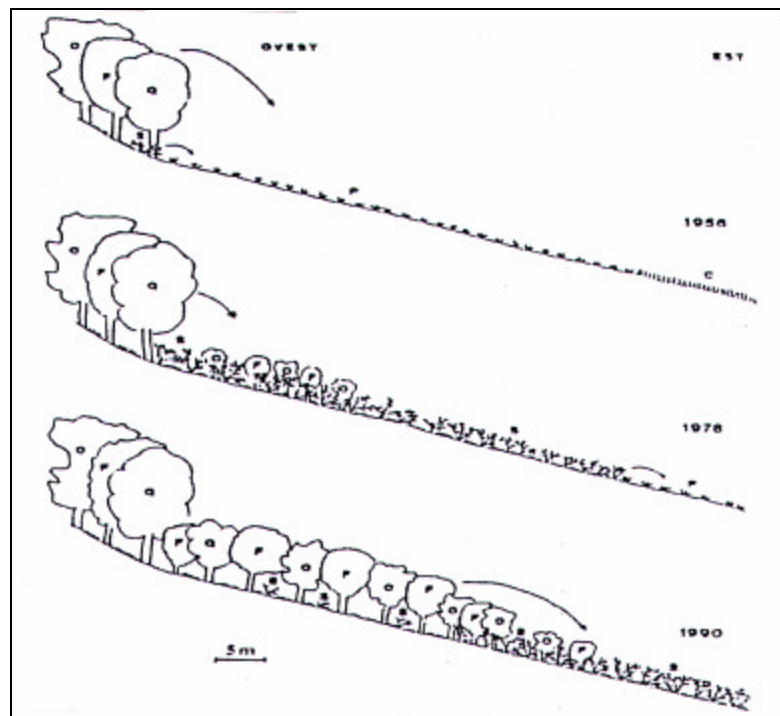
Per spiegare i processi che portano all'avanzamento del bosco in aree lasciate libere dalle attività umane sono stati riconosciuti, da diversi autori, due principali *modelli di espansione del bosco* che spiegano i processi implicati nelle fasi della ricolonizzazione:

1. costituzione di un *preliminare stadio ad arbusti* (MONDINO 1974, BIONDI *et al.* 1997) che si realizza per:
 - avanzamento frontale mediante disseminazione di specie forestali da un fronte boschivo (fig. 1.11);
 - dispersione di semi da alberi isolati (fig. 1.12).
2. ricostituzione *diretta* della vegetazione forestale senza passare attraverso lo stadio ad arbusti (PEYRONEL 1974, SALBITANO 1987, BIONDI *et al.* 1997), anche in questo caso l'evento si realizza in due modalità diverse;
 - avanzamento frontale mediante disseminazione di specie forestali da un fronte boschivo (fig. 1.13);
 - dispersione di semi da alberi isolati (fig. 1.14).

fig. 1.11 - colonizzazione per avanzamento frontale del mantello di vegetazione.

I transetti si riferiscono ad anni diversi.

F= orniello (*Fraxinus ornus*);
 O= carpino nero (*Ostrya carpinifolia*);
 Q= roverella (*Quercus pubescens*);
 S= ginestra (*Spartium junceum*);
 C=coltivo; P= pascolo; (BIONDI *et al.*, 1997)



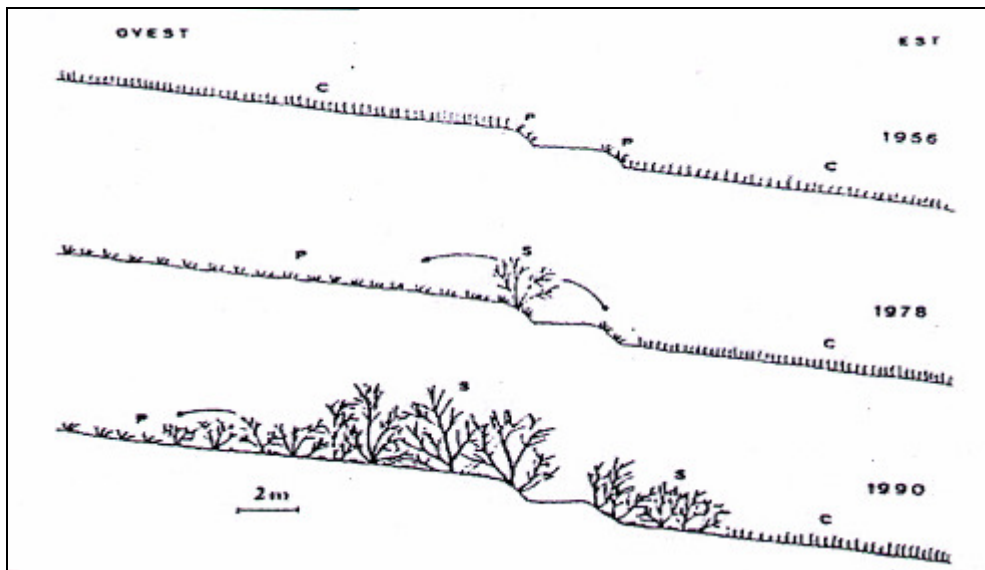


fig. 1.12 – successione per nucleazione da individui isolati di ginestra.
I transetti si riferiscono ad anni diversi.
S= ginestra (*Spartium junceum*); C=coltivo; P= pascolo;
(BIONDI *et al.*, 1997).

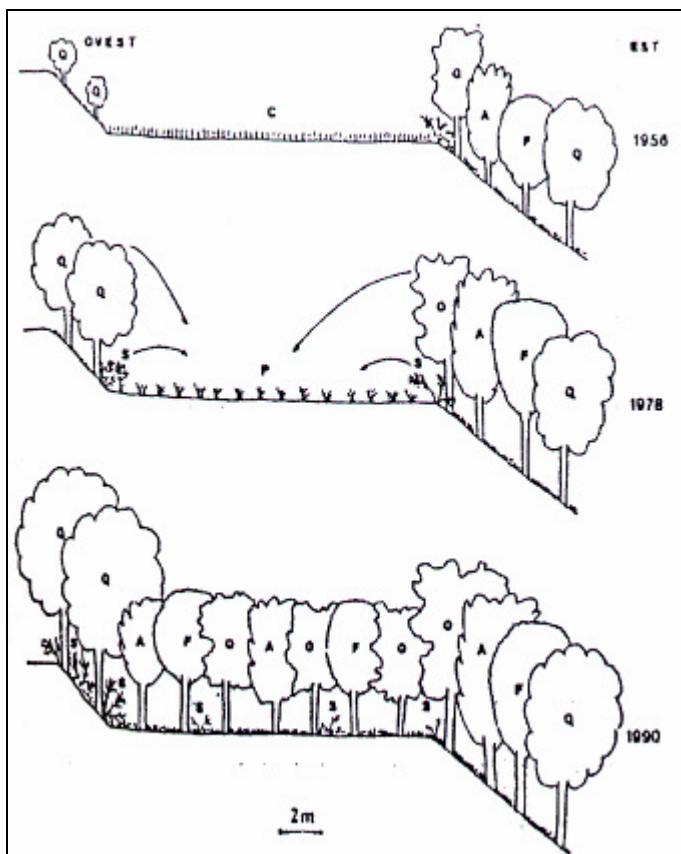


fig. 1.13 - colonizzazione veloce di un campo più o meno pianeggiante. Disseminazione diretta delle specie arrivate da un fronte boschivo.

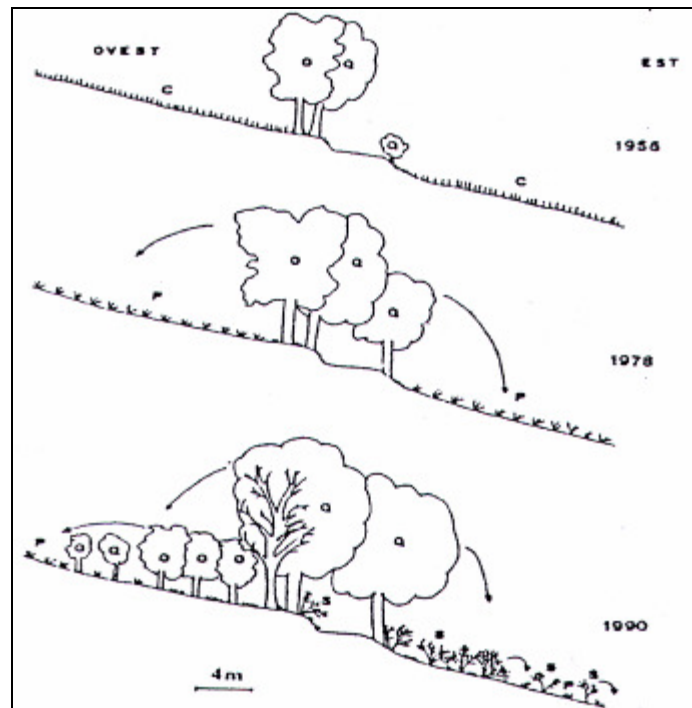
I transetti si riferiscono ad anni diversi.

A= acero d'Ungheria (*Acer abtusatum*);
F= orniello (*Fraxinus ornus*); O= carpino
nero (*Ostrya carpinifolia*); Q= roverella
(*Quercus pubescens*); S= ginestra (*Spartium
junceum*); C=coltivo; P= pascolo; (BIONDI
et al., 1997).

fig. 1.14 - colonizzazione di un campo per dispersione di semi da alberi isolati. La successione è diversa tra la parte del pendio più fresca ed in ombra su cui si diffonde direttamente la specie arborea e quella soleggiata nella quale si impianta il ginestreto.

I transetti si riferiscono ad anni diversi.

Q= roverella (*Quercus pubescens*); S= ginestra (*Spartium junceum*); C=coltivo; P= pascolo;
(BIONDI et al., 1997)



1.4 LE FORME BIOLOGICHE NELLE FASI DI SUCCESSIONE

Diversi studi hanno evidenziato le correlazioni esistenti tra la presenza di determinate forme biologiche e il grado di disturbo esistente in un determinato habitat. HODGSON & al. (2005) dimostrano che le *specie annuali* e le geofite primaverili sono dominanti negli habitat disturbati e durante le fasi di successione caratterizzate da disturbo, che le *specie biennali* sono indice di situazioni intermedie e infine che le *specie perenni* caratterizzano habitat indisturbati. PIGNATTI (1995) e MEINERS & al. (2002) mettono in risalto come i primi stadi della successione secondaria sono caratterizzati da un'abbondanza di specie annuali e biennali che lasciano poi spazio alle specie arboree e arbustive perenni nelle fasi mature.

Analizzando lo spettro biologico dei diversi stadi di successione della serie dei terrazzi antichi del Parco del Rio Vallone (ANGELUCCI 2008, ZOIA 2008) emerge che i primi stadi sono caratterizzati da un'elevata frequenza di piante erbacee annuali (terofite), gli stadi intermedi da una maggioranza di piante perenni erbacee (emicriptofite) e gli stadi maturi da un'elevata presenza di piante perenni legnose ed erbacee (fanerofite e geofite).

Alcune categorie sembrano però essere maggiormente caratterizzanti del definire alcuni *stadi*; come riportato dal grafico, in figura sotto, il gruppo delle terofite, quello delle geofite e quello fanerofite risulta dominante in alcuni stadi. Le emicriptofite invece non hanno variazioni consistenti, la loro frequenza si mantiene elevata in tutte le fasi dinamiche, anche se con lievi oscillazioni.

	H	T	G	Ch	NP	P	He
1	42	46	4	0	2	4	0
2	54	35	4	0	1	4	0
3	54	31	7	0	2	7	0
4	53	22	13	0	4	13	1
5	45	14	23	2	2	23	0

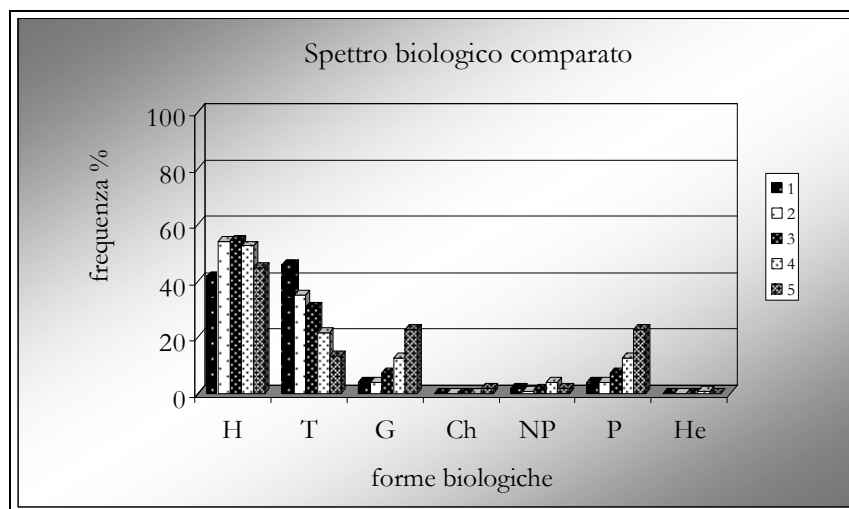


fig. 1.15 - grafico che mostra la frequenza delle sette categorie di forme biologiche (H=emicriptofite, T=terofite, G=geofite, Ch= camefite, NP=nanofanerofite, P=fanerofite, He=elofite) nei 5 stadi individuati - stadio 1: incolti erbacei degli stadi iniziali; stadio 2: incolti erbacei degli stadi intermedi; stadio 3: incolti erbaceo-arbustivi degli stadi maturi; stadio 4: vegetazione di mantello; stadio 5: vegetazione forestale (Angelucci, 2008).

FANEROFITE (P), piante perenni legnose, le cui gemme sono poste ad un'altezza superiore a 2 m dal suolo (alberi e molti arbusti);

NANOFANEROFITE (NP), arbusti legnosi con gemme portate ad un'altezza dal suolo compresa tra 30 cm e 2 m;

CAMEFITE (Ch), piante perenni che mantengono gli apparati aerei e con gemme situate sul fusto a meno di 30 cm dal suolo;

EMICRIPTOFITE (H), piante perenni erbacee con gemme svernanti situate al livello del suolo e protette dagli apparati aerei morti o da foglie;

GEOFITE (G), piante perenni che trascorrono la stagione avversa portando le gemme su organi ipogei, quali bulbi, tuberi o rizomi;

TEROFITE (T), piante annuali che trascorrono la stagione avversa sotto forma di semi, non hanno quindi gemme durante il periodo critico;

IDROFITE (I), piante perenni acquatiche con gemme sommerse durante la stagione avversa; possono avere radici ancorate al suolo (radicanti) o galleggiare sulla superficie dell'acqua (natanti);

ELOFITE (He), piante semi-acquatiche con gemme svernanti sommerse, ma fusto e fiori emergenti.

fig 1.16 – significato delle forme biologiche, proposto dal fitogeografo danese Raunkiaer nel 1934 e modificato successivamente da Ellemberg nel 1974. Raunkiaer ripartì le piante superiori in alcune categorie considerando come carattere adattativo fondamentale la posizione delle gemme rispetto al suolo, che riflette una serie di soluzioni adattative al superamento della stagione avversa, che nel caso dell'area di studio è l'inverno.

1.5 LE FORME COROLOGICHE NELLE FASI DI SUCCESSIONE

Così come per le forme biologiche (paragrafo 1.4), anche il dato corologico può essere utilizzato per l'interpretazione dei processi dinamici. Diversi studi hanno evidenziato le correlazioni esistenti tra la presenza di determinate forme corologiche (tabella 4.2) e il grado di disturbo di un territorio. PIGNATTI (1994) evidenzia lo stretto legame tra la concentrazione di specie esotiche e il grado dello sviluppo urbano, come accade in Lombardia e in Piemonte, regioni che hanno il maggior il maggior numero di specie esotiche.

Analizzando lo spettro corologico dei diversi stadi di successione della serie di vegetazione dei terrazzi antichi del Parco del Rio Vallone (MI), riportato in figura 1.16, possiamo notare come alcune categorie risultano più significative di altre all'interno della serie. La frequenza delle specie Esotiche, sebbene si mantenga sempre elevata, aumenta negli stadi 3 e 4 ed è indice di disturbo essendo riferita a cenosi di bosco aperto e destrutturato che favoriscono l'ingresso di specie esotiche come *Prunus serotina* e *Robinia pseudoacacia*. Il valore delle specie Mediterranee, al contrario, risulta elevato nei primi stadi e si attenua negli ultimi stadi, si tratta infatti di specie legate al fattore termico dovuto a un maggiore irraggiamento durante le prime fasi della successione. Il valore delle specie ad ampia diffusione, come le cosmopolite, si mantiene elevato in tutti gli stadi con un certo incremento nelle prime fasi di incolto erbaceo (orlo) trattandosi di ambienti che subiscono un forte disturbo antropico.

STADI	Eurasiatiche	Boreali	Esotiche	Mediterranne	Cosmopolite	Europee
1	47,81	10,01	13,65	8,65	12,53	7,35
2	48,09	10,81	14,08	13,03	11,48	2,50
3	47,06	11,76	17,65	4,41	13,24	5,88
4	43,64	15,75	16,06	5,72	10,77	8,06

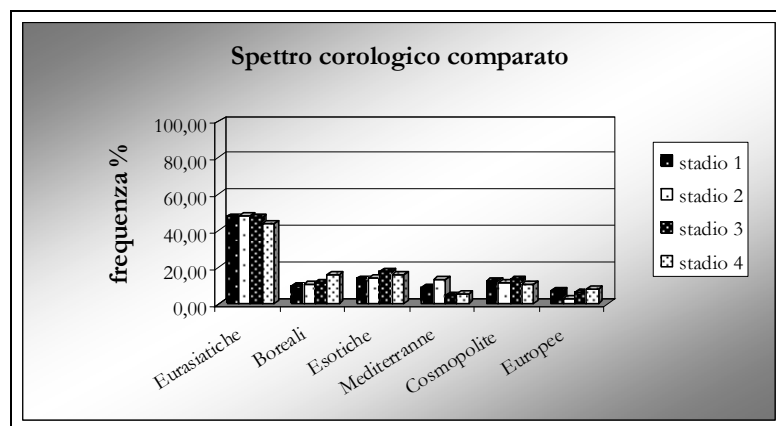


fig. 1.16 - grafico che mostra la frequenza delle sei categorie di forme corologiche nei 4 stadi individuati - STADIO 1: orli e fruticeti degli stadi iniziali; STADIO 2: fruticeti e mantelli; STADIO 3: mantello maturo; STADIO 4: prebosco e bosco.

MEDITERRANEE, specie con areale concentrato nel Mediterraneo, comprendono le:

Euri-Mediterranee (Euri-Medit.), con areale prolungato verso Nord-Est (area della vite);

Steno-Mediterranee (Steno-Medit.), con areale limitato alle coste da Gibilterra al Mar Nero (area dell'ulivo);

Mediterranee settentrionali e Nord-orientali (N-Medit. e NE-Medit.), con areali più limitati (rispettivamente dalla Spagna alla Grecia e dai Balcani alla Turchia);

Mediterraneo-turaniche (Medit.-Turan.), con areale nelle aree desertiche e subdesertiche del bacino Mediterraneo dell'Asia Centrale;

EUROPEE, specie con areale nel solo continente europeo, comprendono le:

Europee in senso stretto (Europ.);

Centro-Europee (Centro-Europ.), con areale nell'Europa temperata dalla Francia all'Ucraina;

Subatlantiche (Subatl.), con areale in Europa Occidentale o anche più a Oriente nelle zone a clima suboceanico;

EURASIATICHE (Eurasiat.), specie con areale generico in Europa e Asia; comprendono le:

Eurasiatriche propriamente dette (Eurasiat.);

Paleotemperature (Paleotemp.), Eurasiatiche in senso lato che ricompaiono anche nel Nord-Africa;

Europeo-Caucasiche (Euro-Caucas.), con areale in Europa e nel Caucaso;

Pontiche (Pont.), con areale nelle zone dell'Ucraina, della Pannonia ed in generale nelle regioni a Nord del Mar Nero a clima continentale-substeppico;

BOREALI, specie con areale limitato alle zone fredde o temperato-fredde dell'emisfero boreale, che comprendono le:

Eurosiberiane (Eurosib.), con areale limitato alle zone fredde e temperato-fredde dell'Eurasia;

Circumboreali (Cirumbor.), con areale limitato alle zone fredde dell'Eurasia e del Nord-America;

ESOTICHE, raggruppano tutte le specie con areale al di fuori dell'Europa; comprendono le Nordamericane (Nordamer.), le specie originarie di Cina e Giappone, le SW Asiatiche, le Tropicali, Subtropicali e Neotropicali, le Sudafricane;

COSMOPOLITE (Cosmop.) e **SUBCOSMOPOLITE** (Subcosmop.), specie con areale in tutte le zone del mondo senza lacune importanti le prime; in quasi tutte le zone del mondo, ma con lacune importanti, le seconde (ad esempio, mancano in un continente o in una zona climatica).

fig 1.17 – categorie di corotipi utilizzati nel presente studio. I principali elementi della flora italiana si possono ripartire in circa una settantina di corotipi PIGNATTI nel 1997 ne ha individuati 52.; per l'area di studio sono stati accorpanti in 7 categorie. I corotipi sono definiti sulla base dell'areale proprio di ogni specie, nel quale la specie cresce allo stato spontaneo, prescindendo dall'elemento genetico e che è il risultato di fattori ecologici attuali (clima e substrato) che impongono limiti alla distribuzione delle piante e fattori storici pregressi (come il punto in cui una specie si è originata, la possibilità di espandersi avuta nel passato, l'esistenza di antiche barriere fitogeografiche).

1.6 METODI DI INDAGINE DEL DINAMISMO DELLA VEGETAZIONE

I processi di *dinamismo della vegetazione* possono essere studiati mediante uno studio diacronico con aree di saggio permanenti (BRAUN BLANQUET, 1964) o con uno studio sincronico (PICKETT, 1989).

1.6.1 Studio diacronico o metodo del quadrato permanente

Il processo di insediamento della vegetazione viene seguito in *aree di saggio permanenti*¹² o *permanent plots* (PICKETT 1982, PIUSSI 1994, PIGNATTI 1995) di area compresa tra 1 e 25-100m² in cui periodicamente si effettuano le osservazioni. Questo metodo ha lo svantaggio di necessitare di tempi molto lunghi, anche decenni, in particolare se applicato all'osservazione della ricostituzione della vegetazione forestale. Anche la gestione delle aree di saggio comporta alcuni problemi, in quanto si dovrebbe riuscire a garantire l'inviolabilità dei luoghi, cosa che non sempre è possibile a meno che non ci si trovi a operare in aree naturali che abbiano una qualche forma di protezione. Per questo motivo i quadrati permanenti trovano spesso collocazione all'interno di parchi nazionali o riserve naturali.

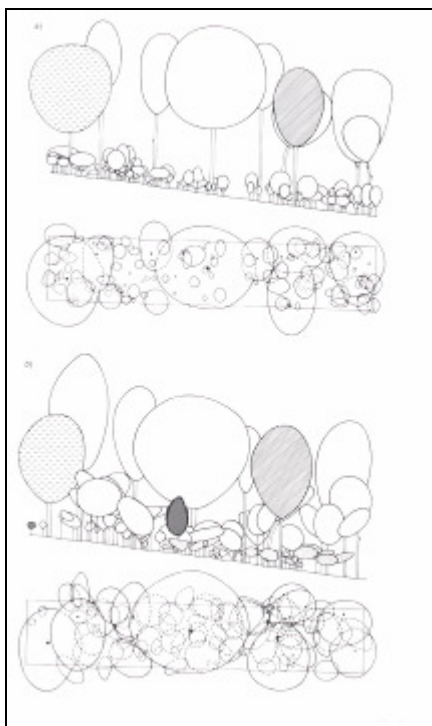


fig. 1.18 - schema che mostra il cambiamento di struttura arborea del Bosco di Carega (Parma) tra gli anni 1982 (a) e 1991 (b); in PIUSSI (1994).

1.6.2 Studio sincronico

Lo *studio sincronico* (o studio indiretto) prevede lo studio di diverse aree di saggio dislocate in punti differenti simulanti diversi stadi della serie, mediante rilievi in aree di saggio con una diversa *età di abbandono* ma omogenee sotto il profilo ambientale. (PICKETT, 1989; PIUSSI 1994; FOSTER & TILMAN, 2000)

Il metodo offre il vantaggio di fornire risultati in tempi brevi.

Nello studio sincronico le diverse aree di saggio delle fitocenosi (che rappresentano i differenti *stadi della serie*), possono essere poste sul terreno in due differenti modalità:

- in *contatto seriale*: gli stadi della serie si presentano sul territorio in contatto spaziale tra loro. La figura sottostante può essere utilizzata per spiegare come una serie in ambito planiziale si presenta sul terreno: in uno spazio omogeneo sono indicati procedendo da *dx* verso *sx* i diversi stadi che dalle fasi iniziali, caratterizzate da cenosi erbacee (C), terminano con stadi maturi a carattere arboreo (A).

Si tratta di stadi in contatto seriale appartenenti a una serie di tipo distruttivo formata da stadi iniziali di incolto per arrivare a stadi maturi strutturalmente ed ecologicamente degradati.

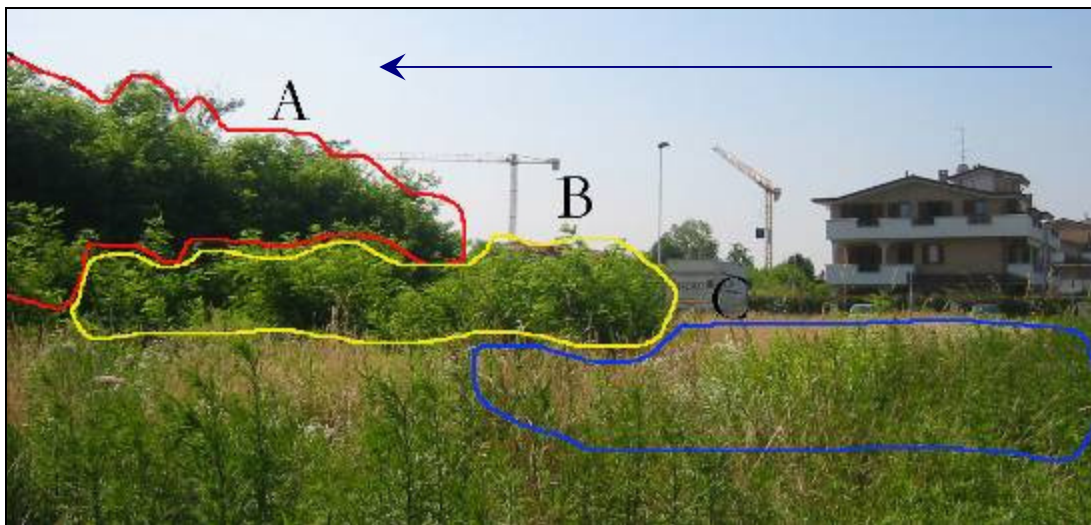


fig. 1.19 - rappresentazione di tre stadi in contatto seriale della serie di successione secondaria (di tipo distruttivo) sul L.F.d.P. in aree periurbane del Comune di Caronno Pertusella (VA).

A = stadi maturi caratterizzati da cenosi arboree a dominanza di *Robinia pseudoacacia*;
 B = stadi intermedi caratterizzati da mantello di vegetazione a *Robinia pseudoacacia* (arbustiva) e *Artemisia vulgaris*;
 C = stadi iniziali caratterizzati da incolti erbacei mesofili a *Erigeron annuus* e *Holcus mollis*.

Un altro esempio di stadi in contatto seriale, che questa volta costituiscono una *serie costruttiva*, è quello relativo alle cenosi igrofile rilevate in località Sotto il Monte (BG).



fig. 1.20 - rappresentazione di quattro stadi posti in contatto seriale della serie di successione secondaria (di tipo costruttivo) sul terrazzo mindeliano di Sotto il Monte (BG).

- 1 = stadi iniziali caratterizzati da cenosi erbacee igrofile a *Potentilla reptans* e *Galega officinalis*.
 2 = stadi intermedi rappresentati da incolti erbaceo-arbustivi igrofili a *Agrostis stolonifera* e *Potentilla reptans* con ingresso di *Salix alba*.
 3 = stadi intermedi caratterizzati da mantello di vegetazione a dominanza di *Populus nigra* e *Salix alba*;
 4 = stadi maturi definiti da cenosi arboree a dominanza di *Robinia pseudoacacia* e *Populus nigra*;

- *disgiunte*: in questo caso i diversi stadi della serie non sono connessi spazialmente. Devono però essere “connessi ecologicamente”: trovarsi nelle medesime condizioni geo-pedo-climatiche.

Lo schema sottostante rappresenta la serie disgiunta formata da quattro stadi di maturazione differenti rinvenuti nel territorio comunale di Caronno Pertusella (VA) (DONZELLI, 2007). La serie inizia con il primo stadio definito “campo a riposo” e termina con il quarto stadio dato da fitocenosi mature di mantello.



fig. 1.21 - rappresentazione di quattro stadi disgiunti della serie di successione secondaria costruttiva sul L.F.d.P. in aree extraurbane del Comune di Caronno Pertusella (VA). Gli stadi si riferiscono a fitocenosi rilevate sul territorio esaminato poste non in contatto ma con medesime condizioni pedoambientali..

- Stadi iniziali: A = campo a riposo a *Matricaria camomilla* e *Ranunculus sardous* caratterizzato dalla dominanza di specie annuali; B = incolto erbaceo a *Cerastium holosteoides* e *Agrostis tenuis*, a dominanza di specie erbacee perenni.
 Stadi intermedi: C = fruticeto a *Rosa canina*, *Cytisus scoparius* e *Rubus ulmifolius*.
 Stadi maturi: D = mantello caratterizzato da cenosi arbustive a dominanza di *Rubus ulmifolius* e *Rosa canina* con *Salix caprea*, *Cornus sanguinea*, *Prunus serotina* e *Prunus avium*.

1.6.3 Studio storico

Lo studio storico è utilizzato per integrare lo studio sincronico, poiché offre importanti informazioni sugli eventi passati (BENJAMIN et al, 2005) che hanno portato al cambio d'uso dei suoli, oltre che fornire indicazioni circa *l'età di abbandono* delle aree.

Lo studio storico prevede l'impiego di materiale redatto in tempi passati. Si può avvalere di diverse fonti tra cui quelle iconografiche che forniscono una descrizione della vegetazione presente in un certo sito in passato.

Le aree di saggio scelte per effettuare lo studio sincronico dovrebbero avere le seguenti caratteristiche:

- essere omogenee sotto il profilo ambientale e ecologico;
- essere "databili" per poter poi ricostruire la sequenza temporale.

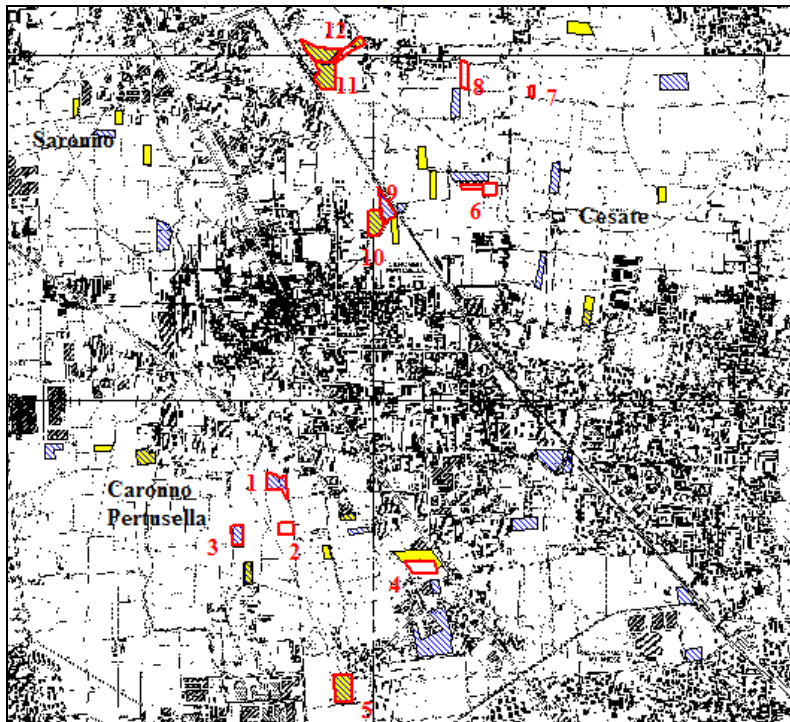


fig. 1.22 - carta di indagine ortofotografica basata sugli anni 1998-2003-2007.

in rosso: incolti presenti nel 2007
in blu: incolti presenti nel 2003
in giallo: incolti presenti nel 1998

(DONZELLI, 2007)

Sarebbe anche opportuno riuscire a risalire al tipo di colture praticate e a quali concimazioni utilizzate nei diversi appezzamenti durante le fasi del pre-abbandono, fatto che non sempre risulta di facile realizzazione.

1.7 LAVORI PREGRESSI

In ambito europeo ed extraeuropeo sono stati pubblicati numerosi lavori che hanno avuto come oggetto lo studio di dinamica di vegetazione nelle *successioni secondarie*; casi specifici consultati per questo lavoro sono stati: lo studio della ricolonizzazione delle praterie calcaree nel nord della Francia (DIDIER A. & AL. , 2005), la dinamica di vegetazione nei campi abbandonati della Polonia nord orientale (CANULLO & TAVOLINI, 1996), la ricolonizzazione dei campi e pascoli delle fattorie abbandonate nel Canada (BENJAMIN & al., 2005), lo studio del ruolo delle specie esotiche invasive nelle diverse fasi della successione secondaria (BORING & SWANK, 1984; MEINERS & AL 2002; D'AURIA G., ZAVAGNO F., 2002), lo studio delle interazioni tra le diverse specie nelle fasi di ricolonizzazione dei campi abbandonati del New Jersey (RANDALL & AL., 1992).

Anche per quanto riguarda il territorio italiano sono numerosi gli studi di dinamica di vegetazione, in particolare sono stati consultati i seguenti lavori: lo studio della colonizzazione delle fitocenosi erbacee nell'appennino umbro marchigiano (BONANOMI E ALLEGREZZA, 2004; UBALDI D., 1976), lo studio della dinamica delle popolazioni arbustive dell'appennino umbro marchigiano (BIONDI, 1990; CANULLO, 1992), lo studio della ricolonizzazione degli uliveti abbandonati nel sud del Lazio (BLASI & AL, 2000), lo studio della successione secondaria nella ricolonizzazione di una zona agricola abbandonata nell'appennino romagnolo (SPERANZA & AL., 1995), lo studio della vegetazione infestante le colture segetali (BALDONI, 1995), lo studio del paesaggio vegetale in un area pre-appenninica delle Marche (TAFFETANI & AL., 2009). Anche per l'area mediterranea numerosi sono gli autori che si sono occupati di studiare le problematiche connesse alla dinamica delle successioni secondarie (BAGNARESI & CORBETTA, 1976; BLASI & al. 1997, BLASI & AL. 2000; RÜHL J & AL., 2005).

Per quanto riguarda la Lombardia è stato fatto riferimento a diversi lavori che si sono occupati dello studio della vegetazione dei boschi. Numerosi sono infatti gli studi sui boschi planiziali e perialveali (TOMASELLI & GENTILE, 1971; CORBETTA & ZANOTTI CENSONI, 1981, HOFFMAN 1981; SARTORI, 1980, 1998; CAVANI & AL. 1981; SARTORI & ZUCCHI, 1981; SARTORI & AL. 1982, BRACCO & AL. 1984; D'AURIA, ZAVAGNO 1995; SARTORI, BRACCO, 1995, 1996; PEDROTTI, GAFTA, 1996; ZAVAGNO F., GAIARA S., 1997; RINALDI & AL. 1999; ANGELUCCI 2000; ROVELLI, 2000; ZANOTTI, 1990, 2006; DIGIOVINAZZO, ANDREIS 2007; ANGELUCCI & ANDREIS, 2010; ZOIA & AL., 2010). Sono stati inoltre presi come riferimento i lavori sulle brughiere della pianura occidentale (ANDREIS & CERABOLINI, 1993; CERABOLINI & AL., 2004).

1.7.1 La serie di vegetazione della Regione Lombardia

Si rimanda al lavoro di VERDE, ASSINI e ANDREIS (in: BLASI C. (ed.), 2010) per un'esauriva trattazione dell'argomento; si riporta in questa sede una descrizione sintetica della struttura delle quattro serie di vegetazione descritte per la Lombardia in *ambito planiziale*, che sono quelle utilizzate come riferimento per il presente studio.

SERIE DELL'ALTA PIANURA PADANA OCCIDENTALE NEUTROACIDOFILA DELLA FARNIA E DEL CARPINO BIANCO (*Carpinion betuli*)

Sono stati identificati solo due stadi della serie: stadi iniziali costituiti da prati da sfalcio appartenenti all' *Arrhenatherion elatioris* e stadi intermedi rappresentati dalle cenosi che formano il mantello del *Pruno-Rubion ulmifolii*.

A questa serie si accompagnano alcune formazioni forestali di origine antropica come: robinieti, impianti a *Pinus strobus* e altre conifere esotiche, boschi degradati invasi da specie esotiche come *Quercus rubra* e *Prunus serotina*.

SERIE DELLA BASSA PIANURA PADANA OCCIDENTALE NEUTROACIDOFILA DELLA FARNIA E DEL CARPINO BIANCO (*Carpinion betuli*)

Come nel caso della serie dell' alta pianura sono stati identificati solo due stadi della serie: stadi iniziali costituiti da prati da sfalcio appartenenti all' *Arrhenatherium elatioris* e stadi intermedi rappresentati dalle cenosi che formano il mantello del *Pruno-Rubion ulmifolii*.

Molto spesso le cenosi forestali che costituiscono la serie sono state invase dall'esotica *Robinia pseudoacacia* con conseguente impoverimento della comunità.

Altre specie esotiche invasive e disturbatrici sono: *Prunus serotina*, *Ailanthus altissima* e *Quercus rubra*.

SERIE DELL'ALTA PIANURA PADANA ORIENTALE NEUTROBASIFILA DELLA FARNIA E DEL CARPINO BIANCO (*Erytronion - Carpinion betuli*)

Rappresenta la serie potenziale dei quercu-carpineti dell'alta pianura orientale, con cenosi estremamente frammentate dall'intervento distruttivo antropico.

Sono stati identificati solo due stadi della serie: stadi iniziali costituiti da prati da sfalcio appartenenti all' *Arrhenatherion elatioris* e stadi intermedi rappresentati dalle cenosi che formano il mantello afferibili al *Frangulo-Viburnetum opuli*.

SERIE DELLA BASSA PIANURA PADANA ORIENTALE NEUTROBASIFILA DELLA FARNIA E DEL CARPINO BIANCO (*Asparago tenuifolii-Quercus roboris sigmetum*)

L'unico frammento relittuale è rappresentato dal Bosco Fontana (Mantova).

Gli stadi della serie sono costituiti da quelli iniziali con prati da sfalcio attribuibili al *Centauro carniolicae-Arrhenatheretum*, per passare a vegetazioni di mantello ascrivibili al *Frangulo-Viburnetum opuli* e come stadio degradativo è stato identificato il *Lamio orvalae-Sambucetum nigrae*.

1.8 SCOPI DELLO STUDIO

Questo lavoro ha voluto rendere un contributo in generale alle conoscenze vegetazionali in ambito planiziale padano e in particolare agli studi di *dinamica della vegetazione*, attraverso diversi approcci (schema figura 1.23):

- 1) l'utilizzo di foto aeree recenti e passate, unitamente alle immagini satellitari, ha consentito di individuare e datare i differenti stadi evolutivi della serie di successione, al fine di adottare il metodo dello *studio sincronico* (PICKETT, 1989; PIUSSI 1994; FOSTER & TILMAN, 2000);
- 2) l'utilizzo della cartografia storica ha permesso di identificare le cenosi permanenti sull'area di studio da maggior tempo al fine di individuare le vegetazioni rappresentanti gli stati finali della serie;
- 3) con l'utilizzo del GIS (*Sistema Informatico Geografico*) è stato possibile elaborare i dati geografici, creare carte tematiche e mettere in relazione diversi elementi del paesaggio naturale;
- 4) con il *metodo fitosociologico* è stato possibile rilevare lo stato di fatto delle cenosi oltre che caratterizzarle qualitativamente e quantitativamente; l'inquadramento sotto il profilo *sintassonomico* delle singole fitocenosi ha permesso un loro migliore posizionamento nell'ambito della serie; inoltre con l'elaborazione fitosociologica è stato possibile fornire un inquadramento per i *quercocarpineti planiziali* della Gera d'Adda bergamasca;
- 5) attraverso lo studio ecologico mediante le informazioni sull'ecologia delle specie (RAUNKIAER, 1934; LANDOLT, 1977) unitamente a *elaborazioni statistiche* è stato possibile individuare alcuni gradienti tra le fasi iniziale e quelle finali della serie e individuare le variabili più significative che influenzano le variazioni della composizione della vegetazione durante le differenti tappe;
- 6) sono state infine schematizzate le serie di vegetazione per i diversi ambiti geomorfologici considerati.

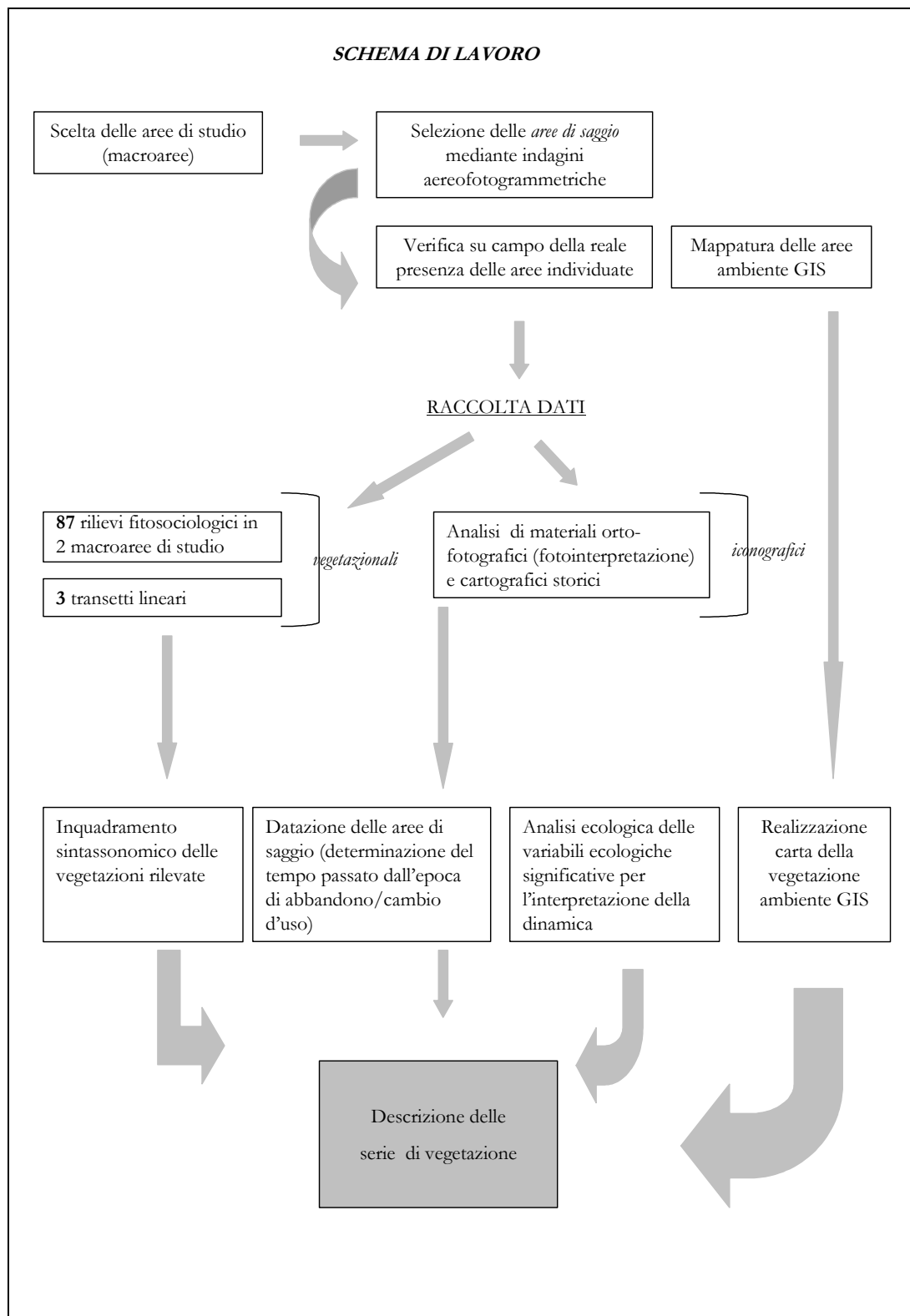


fig. 1.23 - diagramma di flusso delle fasi della ricerca

1.9 BIBLIOGRAFIA

- ANDREIS C., 1983. Vegetazione e paesaggio: elementi per la pianificazione territoriale. In: Spazi verdi territoriali. Franco Angeli Ed., Milano, pp. 294-322.
- ANDREIS C., 1996. L'analisi della componente floristico-vegetazionale nel quadro ecosistemico delle procedure di VIA.
- ANDREIS C, BARATELLI D, BELTRACCHINI M, CERABOLINI B., POGGIAGLIOLMI M & ROVELLI P. 2005. Monte Canto: fra pianura e montagna, il bosco come guida. Amm. Prov. di Bergamo. pp. 1-96.
- ANDREIS C., CERABOLINI B., 1993. La Brughiera Briantea: la vegetazione ed il Piano di Gestione. Coll. Phytosoc., 21: pp. 195-224.
- ANGELUCCI G., 2000. Boschi, rogge e fontanili della media pianura bergamasca. Studio floristico-vegetazionale e proposte di educazione ambientale. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Biologia, Sezione di Botanica Sistemica e Geobotanica
- ANGELUCCI G., 2008. Dinamica di vegetazione in aree di post-abbandono della Pianura Padana. Report annuale.
- ANGELUCCI G., ZOIA G, ANDREIS C., 2009. Postcultural vegetation dynamics: Rio Vallone country case study (Po Plain, Italy). 45° International Congress of SISV & FIP Biodiversity Hotspots in the Mediterranean Area and Landscape level, Cagliari, Atti del convegno.
- ANGELUCCI G., ANDREIS C. , 2010. Boschi relitti padani: il caso della Gera d'Adda. In: S.B.I., Piante e Società, Milano. Atti pp.176.
- ARGENTI G. BIANCHETTO E., FERRETTI F., GIULIETTI V., MILANDRI M., PELLERI F., ROMAGNOLI P., SIGNORINI MA, VENTURI E., 2006. Caratterizzazione di un'area pascoliva in fase di abbandono attualmente utilizzata in modo estensivo (S. Paolo in Alpe – S. Sofia, FC). *Forest@*, 3 (3), pp. 387-396. [online] URL: <http://www.sisef.it/>
- BAGNARESI U., CORBETTA., 1976. Criteri naturalistici ed economico produttivi nella scelta della destinazione dei terreni abbandonati. In: S.B.I., Gruppo di lavoro per l'ecologia, Problemi delle terre abbandonate, Firenze: pp. 77-81.
- BAKKER E.S., OLFF H., VANDENBERGHE C., DE MAEYER K, SMIT R., GLEICHMAN J. M., VERA F.W. M., 2004. Ecological anachronisms in the recruitment of temperate light-demanding trees species in wooded pastures. *J. Appl. Ecol.* 41, pp.571-582.
- BALDONI M., 1995. La vegetazione infestante le colture segetali autunno-primaverili nel bacino di Gubbio (Italia centrale). *Colloques Phytosociologiques, XXIV, Fitodinamica*, pp.779-786.
- BENJAMIN K, DOMON G., BOUCHARD A., 2005. Vegetation composition and succession of abandoned farmland: effect of ecological, historical and spatial factors. *Landscape Ecology*, 20: 627-647.

-
- BIANCHI L., PACI M., BARTOLINI D., 2006. Dinamiche evolutive di post-selvicoltura nella foresta di Vallombrosa. Sezione Speciale: Atti 5° Congresso SISEF: Foreste e Società - Cambiamenti, Conflitti, Sinergie.
- BIONDI E., 1990. Population characteristics of *Juniperus oxycedrus* L. and their importance to vegetation dynamics. *Giorn. Bot. Ital.*, 124 (2-3), pp. 227-330.
- BIONDI E., 1993. Fitosociologia e ecologia del paesaggio. Alcune considerazioni introduttive al tema del convegno. *Colloques phytosociologiques XXI, Ecologia del Paesaggio*. Camerino. 1-11.
- BIONDI E., 1996. La fitosociologia nello studio integrato del paesaggio. Estratto da: *Primo Simposio sobre Avances en Fitosociologia, Asociación Española de Fitosociologia (AEFA)*, pp.13-22.
- BIONDI E., ALLEGREZZA M., 1996. Il paesaggio vegetale del territorio collinare anconetano. *Giornale Botanico Italiano*. 130 (1), pp.117-126.
- BLASI C. (ed.), 2010. *La vegetazione d'Italia*. Palombi & Partner S.r.l. Roma.
- BLASI C., CARRANZA M.L., DI PIETRO R., 1997. Sistemi di paesaggio e recupero ambientale negli oliveti abbandonati dei Monti Ausoni (Lazio meridionale). In: IAED (eds.), *Atti del 1° Congresso "Conservazione e Biodiversità nella progettazione ambientale"*, Vol.1, Quad.6, pp. 51-57., Perugia.
- BLASI C., DI PIETRO R., FORTINI P., 2000. A phytosociological analysis of terraced olive grove shrudlands in the Tyrrhenian district of Central Italy. *Plant Biosystems*. Vol. 134, N. 3., pp.305-331.
- BONANOMI G., ALLEGREZZA M., 2004. Effetti della ricolonizzazione di *Brachypodium rupestre* (Host) Roemer e Schultes sulla diversità di alcune fitocenosi erbacee dell'Appennino centrale. *Fitosociologia*. Vol 41 (2), pp.51-69.
- BORING L.R., SWANK W.T., 1984. the role of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in forest succession. *Journal of ecology*, 72, pp. 749-766.
- BRACCO F., SARTORI F., TERZO V., 1984. Indagine geobotanica per la valutazione di un area della bassa Padania occidentale. *Atti Ist. Bot. Lab. Critt.*, 7 (3), pp. 5-50.
- BRAUN BLANQUET J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Verl. Wien 330pp.
- CANULLO R., 1992. Structure and dynamique d'une population di *Cytisus sessilifolius* L. dans les pâturages abandonnés des Appenin central (Italie). *Rev. Roumane de Biologie* 37 (1), pp. 27-46.
- CANULLO R., E PEDROTTI F., (1992). Processi e tendenze dinamiche nella vegetazione delle Mainarde (Val Pagana – Le Forme) – Estratto da: "La Mainarde, Zona di ampliamento in Molise del Parco Nazionale d'Abruzzo" *L'Uomo e l'Ambiente*, Camerino 16, pp. 121-123.
-

-
- CANULLO R., TAVOLINI A., 1996. Dinamica vegetazionale e popolazionistica nei campi abbandonati della "Polana Bialowieska" (Polonia N-E). *Giorn. Bot. Ital.*, 130(1), p.511.
- CAVANI M.R. , SARTORI F., ZUCCHETTI R., 1981. I boschi planiziali del basso corso dell'Adda. *Not. Fitosoc.* 17: 19-25.
- CERABOLINI B., CERIANI R., DE ANDREIS R., 2004. Biogeographical, synecological and syntaxonomical outlines of Lombardy and Piedmont lowland heathlands (NW Italy). *Coll. Phytosoc.*, 28 (1998), pp. 629-640. Camerino.
- CHINCARINI M, 2004. Analisi floristico-vegetazionale come misura della qualità strutturale e funzionale dei filari. Dottorato di Ricerca in Scienze Naturalistiche e Ambientali, Ciclo XVI, Università degli Studi di Milano Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali
- CLEMENTS F.E.,1936. Nature and Structure of the Climax. *J. Ecolo.*, 24, pp.252-284.
- CONNELL J.H., SLATYER R.O. 1977.Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *Am. Nat.* 111, pp.447-454.
- CORBETTA F., CENSONI ZANOTTI L., 1981. Il bosco relitto di Cusago. *Not. Fitosoc.* 17: 27-32.
- COWLES H.C., 1899. The ecological relations of the vegetation on the sand dunes on Lake Michigan. *Bot. Gazette* 27, 95-117, 169-202, 281-308, 361-391.
- D'AURIA G., ZAVAGNO F., 2002. Note su distribuzione ed ecologia di *Amorpha fruticosa* L. nella pianura lombarda. *Pianura*, 14, pp. 125-136.
- DIDIER A., CHABRERIE O., DUTOIT T., ROCHE P., LANGLOIS E., 2005. Patterns of secondary succession in calcareous grasslands: can we distinguish the influence of former land uses from present vegetation data? *Basic and Applied Ecology* 6: pp.161-173
- DIGIOVINAZZO P., ANDREIS C., 2007. Boschi frammentati nei territori comasco, lecchese e milanese: problematiche fitosociologiche e stato di conservazione. *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 83, pp. 151-155.
- DIGIOVINAZZO P., 2008. Frammentazione e biodiversità vegetale nelle formazioni boschive in ambito antropizzato. Dottorato di Ricerca in Scienze Naturalistiche e Ambientali, Ciclo XXI, Università degli Studi di Milano Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali.
- DEL FAVERO R, POLDINI L., BORTOLI P. L., LASEN C., DREOSSI G., VANONE G., 1998. La vegetazione forestale e la selvicoltura nella regione Friuli-Venezia Giulia. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia. Udine.
- DONZELLI E., 2007. Vegetazione degli incolti del basso Saronnese. Elaborato finale. Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Biologia, Sezione di Botanica Sistemica e Geobotanica
-

-
- ELLEMBERG H., 1988. Vegetation ecology of Central Europe. Cambridge University Press. 731pp.
- FALIŃSKI J.B., 1995. Espèces pionnières ligneuses. Colloques Phytosociologiques XXIV, Fitodinamica. Camerino, pp.46-75.
- FALIŃSKI J.B., 1998. La dynamique du paysage interpreté par la dynamique de la végétation. Colloques Phytosociologiques XVII, Phytosociologie et Paysages. Versailles, pp.425-457.
- FEOLI E., LAUSI D., PIGNATTI S., 1975. Grundsätze einer kausalen Erforschung der Vegetationsdynamik, in Schmit W. *Sukzessionsforschung*. Ber. Symp. Internat. Ver. Vegetationisk. Cramer. Vaduz, pp.1-12.
- FOSTER B.L., TILMAN D. 2000. Dynamic and static views of succession: Testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecol.* 146: 1–10.
- GEHU J. M., 1988. L'analyse symphytosociologique et geosymphytosociologique de l'espace. Theorie e methodologie. Phytosociologique et Paysages. Colloques phytosociologiques. XVII. Versailles. Pp, 11-45.
- GEHU J. M., RIVAS-MARTINEZ S., 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde 980, pp. 5-33.
- HOFFMANN A., 1981 – Ecologia degli ambienti golenali e il querceto planiziario “Bosco Fontana”. *Not. Fitosoc.*, pp. 17:1-9.
- HODGSON J.G., GRIME J.P., WILSON P.J., THOMPSON K., BAND S.R., 2005. The impacts of agricultural change (1963-2003) on the grassland flora of Central England: processes and prospects. *Basic and Applied Ecology* 6, pp.107-118.
- KELLER P., 1931. Die Entwicklungsgeschichte zu walder von Norditalien. *Veroff. Geotan. Inst. Rubel ZH* 9, pp. 45-103.
- MCCORMICK J., 1968. Vegetation in fallowed vineyards. *Ohio J. Sci.* 68, pp. 1-11.
- MEINERS S. J., PICKETT S.T.A., CADENASSO M., 2002. Exotic plants invasions over 40 years of old field successions: community patterns and associations. *Ecography* 25, pp. 215-223.
- MONDINO G.P., 1974. Studio della caratterizzazione ecologica per l'uso del territorio con particolare riguardo alle aree abbandonate. Applicazione su aree campioni piemontesi: medio Pinerolese e Valle di Susa. In: *Ecologia e Agricoltura*. Società Botanica Italiana. Firenze, pp. 20-23.
- ODUM P.E., 1973. *Principi di ecologia*. Piccin.Padova.
- OZENDA P., 1962. *La végétation dans la biosphère*. UTET. Torino.
- OZENDA P., 1964. *Biogéographie végétale*. Paris.
-

-
- PEDROTTI F., GAFTA D., 1996. Ecologia delle foreste ripariali e paludose d'Italia. L'uomo e l'ambiente, 23, pp. 1-165. Camerino.
- PEYRONEL B., 1974. L'abbandono dei campi nelle Alpi Occidentali: conseguenze e prospettive. In: Ecologia e agricoltura. Società Botanica Italiana. Firenze, pp.34-36.
- PICKETT S.T.A., 1982. Population patterns through twenty years of oldfield succession. Vegetatio 49, pp. 45-59.
- PICKETT S.T.A. 1989. Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies. In: Likens G.E. (ed.), Long-term Studies in Ecology: Approaches and Alternatives. Springer-Verlag, New York, NY, pp.110-135.
- PIGNATTI S., 1995. Ecologia vegetale. UTET. Torino.
- PIGNATTI S., 1997. Flora d'Italia voll. 1, 2, 3, Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., 1998. I boschi d'Italia, sinecologia e diversità. UTET. Torino.
- PIROLA A., 1970. Elementi di fitosociologia. CLUEB.
- PIUSSI P., 1994. Selvicoltura generale. UTET. Torino.
- POLDINI L., SBURLINO G., 2005. Terminologia fitosociologica essenziale. Fitosociologia, 42 (1), pp.57-69.
- RANDALL W. MYSTER; S. T. A. PICKETT, 1992. Dynamics of Associations Between Plants in Ten Old Fields During 31 Years of Succession. The Journal of Ecology, Vol. 80, No. 2. , pp. 291-302.
- RINALDI G., AROSIO G., POZZOLI M.L., SCARSELLI S, 1999. Flora e vegetazione della Riserva della Cascina Campagna – Pumenengo (BG). Provincia di Bergamo, Comune di Pumenengo, Orto Botanico “L. Rota”, studio idedito.
- ROVELLI P., 2000. Formazioni boschive dell'Alta Pianura Padana inquadrabili nella potenzialità del Carpinion betuli Issl. 31 em. Oberd. 53, Tesi di Dottorato di Ricerca in Geobotanica, XIII Ciclo, Università di Pavia, Dipartimento di Ecologia del Territorio; inedito.
- RÜHL J., PASTA S., LA MANTIA T., 2005. Metodologia per lo studio delle successioni secondarie in ex-coltivi terrazzati: il caso di Pantelleria (Canale di Sicilia). Forest@ 2 (4), pp.388-398.
- SALBITANO F., 1987. Vegetazione forestale ed insediamento del bosco in campi abbandonato in un settore delle Prealpi Giulie (Taipana, Udine). Gortania, 9, pp.83-143.
- SARTORI F., 1980. Les forets alluviales de la basse vallee du tessin (Italie du nord). Colloques Phytosociologiques, IX, Les forêts alluviales, pp. 201-216.
- SARTORI F., BRACCO F., 1995. Flora e vegetazione del Po. Acc. Sc. Torino. Quaderni 1, pp.139-191.
-

- SARTORI F., BRACCO F., 1996. Present vegetation of the Po Plain in Lombardy. Atti del Convegno su "Passato e presente della vegetazione nella Padania". *Allionia* 34: 113-135.
- SARTORI F., POLELLI M., RIBECCHI MAJNARDI A., FILIPELLO S., SEGALÉ A., 1982. La tenuta "Bosco Castagnolo" nel parco lombardo della valle del Ticino. *CNR Progr. Fin. Promozione della Qualità Ambientale*, AQ/1/238. Roma, pp. 58.
- SARTORI F. & ZUCCHI C., 1981. Relitti di vegetazione forestale lungo il corso planiziario del fiume Oglio (Italia Settentrionale). *Not. Fitosoc.* 17:11-17.
- SPERANZA M., SIROTTI M., BAGNARESI U., BEVITORI M., 1995. An integrated study of secondary succession. *Colloques Phytosociologiques XXIV, Fitodinamica*, pp.223-239.
- TAFFETANI F., ORLANDINI S., ZITTI S., 2009. Paesaggio vegetale di un area pre-appenninica dell'Italia centrale: il Bosco dei Monaci Bianchi nelle Marche (Italia). *Fitosociologia*, 46, pp.27-47.
- UBALDI D., 1976. La vegetazione dei campi abbandonati nelle Marche e in Romagna: aggruppamenti erbacei pionieri e stadi arbustivi. *Not. Fitosoc.* 12, pp.49-66.
- UBRIZSY G., 1950. Zönologische Untersuchungen auf Branchlandareale. *Bot. Közlem* 47, pp. 343-377.
- VERDE S., 2005. Valutazione della biodiversità potenziale e della qualità ambientale del territorio attraverso le serie di vegetazione. Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Naturalistiche e Ambientali. Ciclo XVIII. Università degli Studi di Milano.
- ZANOTTI E., 1990. Il Boschetto della Cascina Campagna. *Eco, il notiziario dell'ecologia*, 9 ottobre, Brescia.
- ZANOTTI E., 2006. Fontanile Brancaleone. Descrizione floristico-vegetazionale dei singoli habitat e loro stato di conservazione. In: *Habitat rete natura 2000*, 446-449.
- ZAVAGNO F., GAIARA S., 1997. Boschi relitti tra Milano e il Ticino: vegetazione, fenologia e dinamica evolutiva. *Pianura*, 9, pp. 27-61.
- ZOIA G., 2008. Flora e vegetazione del Parco del Rio Vallone. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Biologia, Sezione di Botanica Sistemica e Geobotanica.
- ZOIA G., ANGELUCCI G., ANDREIS C., 2010. Indagini fitosociologiche in aree poco note: la vegetazione del Parco del Rio Vallone (MI- LC). Atti del Congresso SISV, Save Biodiversity, il contributo della scienza della vegetazione, Pavia, pp. 100.