SEGRETARIATO GENERALE DELLA
PRESIDENZA DELLA REPUBBLICA ITALIANA

IL SISTEMA AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo

II

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE
DETTA DEI QUARANTA
«SCRITTI E DOCUMENTI» XXVI
ROMA 2001

© Copyright 2001
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Roma

ISSN 03-91-4666

ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE DETTA DEI XL
00161 Roma - Via L. Spallanzani, 7

SOMMARIO GENERALE

VOLUME PRIMO

Introduzione del Presidente della Repubblica Carlo Azeglio Ciampi XI

Introduction by Carlo Azeglio Ciampi, President of the Italian Republic . . . XIII

GIAN TOMMASO SCARASCIA MUGNOZZA { *Prologo e Compendio* . . . . . XV; *Prologue and Summary* XLV

ANTONIO BRUNO DELLA ROCCA, *Il Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC)* 1

SUOLO E IDROGEOLOGIA

GIAN TOMMASO SCARASCIA MUGNOZZA - ALEANDRO TINELLI - PAOLO SEQUI - ANNA BENEDETTI - MARIA MARCHIONNI, *Studi interdisciplinari sulla vulnerabilità del suolo in un'area naturale sensibile* 23

ALESSANDRA TRINCHERA - FLAVIA PINZARI - ANNA BENEDETTI - PAOLO SEQUI, *Defining soil quality in Mediterranean forest system. Note I: Organic matter turnover* 35

FLAVIA PINZARI - ALESSANDRA TRINCHERA - ANNA BENEDETTI - PAOLO SEQUI, *Defining soil quality in Mediterranean forest systems: microbial biomass activity* 45

FLAVIA PINZARI - ALESSANDRA TRINCHERA - ANNA BENEDETTI - PAOLO SEQUI, *Use of biochemical indices in the Mediterranean environment: comparison among soils under different forest vegetation* 59

ALESSANDRA TRINCHERA - FLAVIA PINZARI - ANNA BENEDETTI - PAOLO SEQUI, *Use of biochemical indexes and changes in organic matter dynamics in a Mediterranean environment: a comparison between soils under arable and set-aside managements* 73

Alessandra Trinchera - Flavia Pinzari - Fabiola Fiorelli - Maria Marchionni - Anna Benedetti, *Duna antica e duna recente: due ecosistemi a confronto* 85

Federica Fricano - Ulderico Neri - Patrizia Scandella - Nicolò Di Blasi - Girolamo Mecella, *Studio del sistema di alimentazione di invasi naturali in un particolare ambiente umido costiero mediterraneo* 99

Maria C. Pizzoferrato - Ulderico Neri - Girolamo Mecella - Patrizia Scandella - Nicolò Di Blasi, *Applicazione di tecniche statistiche multivariate per la caratterizzazione del chimismo delle acque di invasi naturali in un ambiente umido costiero* 111

Gilberto Busuoli - Maurizio Bucci - Marcello Grillini, *Studi geologici, geomorfologici ed idrogeologici sulla Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 123

Alessandra Trinchera - Flavia Pinzari - Anna Benedetti, *Valutazione dell'impatto del pascolamento (*Sus scrofa *L.) sulla fertilità del suolo in area mediterranea* 157

Francesco Antonio Biondi - Stefano Focardi - Ulderico Neri - Adele Figliolia, *Influenza del rooting dei cinghiali su alcuni parametri fisici del suolo* 165

Alessandra Trinchera - Flavia Pinzari - Anna Benedetti, *Studi del turnover della sostanza organica di un pascolo sottoposto ad inquinamento da metalli pesanti* 175

FAUNA

Stefano Focardi - Alberto Fanfani - Silvano Toso - Gianluca Franceschini - Leonardo Pucci - Francesca Ronchi - Umberto De Giacomo - Roberto Isotti - Elena Pecchioli - Sonia Lombardi, *Gli ungulati della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 187

Stefano Focardi - Roberto Isotti - Aleandro Tinelli, *Censimento del daino* (Dama dama) *e del capriolo* (Capreolus capreolus italicus) *mediante* Line Transect 201

Manuela De Lillis - Giuliano Fanelli - Laura Crisanti, *Effetto del disturbo degli ungulati sulla banca dei semi di una lecceta* 213

Alberto Fanfani - Roberto Isotti - Aleandro Tinelli, *The Management of Natural Reserves: a contribution to the study of bird communities* 223

ALBERTO FANFANI - ALBERTO MANGANARO - LEONARDO PUCCI - LAMBERTO RANAZZI - LUCA SALVATI - ROLANDO TOMASSI, *Regime alimentare di tre rapaci notturni (Strigiformes) simpatrici in un ambiente costiero Mediterraneo* . 243

MARIA GIOIA PIAZZA - ENZO MARINELLI - FABIO MASSIMO DE PACE, *Indagine triennale sulla presenza e l'incidenza della parassitizzazione di* Apis mellifera *L. da parte di* Senotainia tricuspis *(Meigen) (Diptera Sarcophagidae) nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 255

GRAZIELLA MURA - PAOLA ZARATTINI, *Presenza e distribuzione dei Crostacei Anostraci nelle acque temporanee della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 273

INQUINAMENTO ATMOSFERICO E IMPATTO ANTROPICO

RUGGERO CASACCHIA - ALESSANDRA GRIGNETTI - ROSAMARIA SALVATORI - MARIA PAOLA BOGLIOLO, *Metodologie di telerilevamento per indagini territoriali nella Tenuta di Castelporziano* 287

LUCIANO MORSELLI - BARBARA BRUSORI - ROSA FRANCAVIGLIA - LICIA GATALETA - MARIA MARCHIONNI - RITA AROMOLO - ANNA BENEDETTI - PIERA OLIVIERI, *Caratterizzazione integrata della contaminazione da metalli pesanti in matrici ambientali della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 303

LUCIANO MORSELLI - LUISA BARILLI - PIERA OLIVIERI - MATILDE CECCHINI - RITA AROMOLO - VINCENZO DI CARLO - ROSA FRANCAVIGLIA - LICIA GATALETA, *Heavy metals determination in dry surrogate depositions. Characterization of an urban and a natural site* 319

ROSA FRANCAVIGLIA - RITA AROMOLO - LICIA GATALETA - LUCIANO MORSELLI - BARBARA BRUSORI - FABRIZIO PASSARINI - ALBERTO NOVO - PIERA OLIVIERI, *Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche umide e secche presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 331

LUCIANO MORSELLI - BARBARA BRUSORI - MATILDE CECCHINI - PIERA OLIVIERI - ROSA FRANCAVIGLIA - RITA AROMOLO - LICIA GATALETA, *La strategia dei carichi critici nello studio della vulnerabilità del territorio* 343

IVO ALLEGRINI - CARLA MAZZIOTTI GOMEZ DE TERAN - ANTONIETTA IANNIELLO, *Tropospheric Ozone occurrence on the Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 355

FAUSTO MANES - MONICA GIANNINI - MARIA ANTONIETTA GIANNINI - SILVIA ANSELMI, *Biomonitoraggio a differente scala dello stress idrico e dell'ozono troposferico nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 365

ROSA FRANCAVIGLIA - LICIA GATALETA - MARIA MARCHIONNI - RITA AROMOLO - ANNA BENEDETTI - LUCIANO MORSELLI - BARBARA BRUSORI - PIERA OLIVIERI, *Valutazione della vulnerabilità all'acidificazione e della degradazione microbiologica dei suoli della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 377

FLAVIA PINZARI - ALESSANDRA TRINCHERA - ANNA BENEDETTI, *Studio della fertilità biologica di un pascolo inquinato da metalli pesanti* 397

FRANCESCO ANTONIO BIONDI - ADELE FIGLIOLIA - ALEANDRO TINELLI, *Impatto antropico sui suoli di Castelporziano* 409

Indice degli autori 421

VOLUME SECONDO

VEGETAZIONE

SANDRO PIGNATTI - PIETRO M. BIANCO - PAOLO TESCAROLLO - GIAN TOMMASO SCARASCIA MUGNOZZA, *La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 441

ANTONIO BRUNO DELLA ROCCA - SANDRO PIGNATTI - STEFANO MUGNOLI - PIETRO M. BIANCO, *La Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano* 709

FAUSTO MANES - MONICA GIANNINI - SILVIA ANSELMI - SUSANNA MELINI - ALESSIA ALLEGRINI, *Studio multitemporale dell'indice di area vegetale (PAI) nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 749

LORETTA GRATANI - PAOLA PESOLI - MARIA FIORE CRESCENTE - ALEANDRO TINELLI, *Analisi della struttura di* Pinus pinea *L. in funzione dell'età: variazione dell'indice di area fogliare (LAI) e della morfologia degli aghi* 765

MANUELA DE LILLIS - LAURA COSTANZO - PATRIZIA MENEGONI - SANDRO PIGNATTI - FAUSTO MANES, *La rigenerazione del bosco sepreverde e caducifoglio nell'area di Castelporziano* 777

ALESSANDRA MACUZ - ERVEDO GIORDANO - GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA, *Rinnovazione naturale dei querceti caducifogli di Castelporziano in rapporto a parametri strutturali e microclimatici* 789

GIAMPIERO TIRONE - RITA FIORAVANTI - RICCARDO VALENTINI - GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA, *Monitoraggio dei flussi di carbonio in una lecceta della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 813

Pietro M. Bianco - Laura Costanzo - Manuela De Lillis - Aleandro Tinelli, *Evoluzione floristica e vegetazionale nella riqualificazione delle dune costiere* 827

Pietro M. Bianco - Manuela De Lillis - Aleandro Tinelli, *Biodiversità in aree umide di recente realizzazione* 835

Silvia De Colle - Sabine Riess - Ervedo Giordano, *Indagine preliminare sullo Status micorrizico di* Pinus pinea *L. e di* Quercus ilex *L. nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 843

Indice degli autori 863

VEGETAZIONE

SANDRO PIGNATTI* – PIETRO M. BIANCO* – PAOLO TESCAROLLO*
GIAN TOMMASO SCARASCIA MUGNOZZA**

La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano***

PREMESSA

G.T. Scarascia Mugnozza

Negli ultimi anni del XX secolo il territorio di Castelporziano è diventato un luogo molto osservato e studiato da naturalisti e da ecologi di vario indirizzo. Tra questi, un ruolo rilevante è stato assunto dagli studiosi delle forme vegetali.

Già nel corso del secolo esponenti, soprattutto del mondo universitario romano, avevano rivolto attenzione alla vasta area costiera ad ovest della Capitale. Si trattava però di ricerche sporadiche che hanno fornito interessanti ma frammentarie notizie. L'impulso ad un piano sistematico di indagini pluridisciplinari, favorito dalla possibilità di operare in un'area protetta anche perché a disposizione del Capo dello Stato, è venuto, dopo un'indagine preliminare, dall'approvazione nel 1993-94 da parte della Presidenza della Repubblica di un programma che dal 1994-95 procede nell'accertamento e nel monitoraggio dello stato dell'ambiente di Castelporziano. Mediante rilievi e prelievi periodici e numerosi, su clima, suolo, flora, fauna, atmosfera, idrogeologia, inquinamento, impatto antropico, sono state studiate le dinamiche delle varie componenti ambientali e desunte indicazioni e tendenze per la conservazione e protezione di un patrimonio, ormai se non unico, certamente raro nella regione mediterranea. Ne è stato valutato anche l'impatto

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma «La Sapienza».
** Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Roma.
*** Con il contributo di: F.A. Biondi, G. Dowgiallo, F. Lucchese, F. Martelli, P.L. Nimis e E. Wikus Pignatti.

antropico onde adottare – con cognizione di causa – le misure necessarie. I dati raccolti e le tendenze rilevate potranno plausibilmente essere confrontate e, nel caso, utilmente estrapolate per la salvaguardia di altri similari territori.

Ovviamente, per la vicinanza a Roma il territorio era ben conosciuto anche in tempi lontani. I primi documenti sulla vegetazione della zona riguardano in particolare l'area intorno alla «Villa di Plinio», descritta da Plinio il Giovane, prefetto di Traiano, alla fine del I secolo d.C., ricca di foreste, pascoli e armenti. Il Lancisi nel XVIII secolo è il primo botanico che giovandosi delle osservazioni di questa area boschiva, deduce ed esprime il concetto della successione vegetazionale. L'espandersi nei secoli del sottobosco e della lecceta, l'accumularsi delle dune di sabbia ed il mantenimento dell'ambiente naturale hanno protetto il patrimonio archeologico che, lungo la Via Severiana parallela alla costa, mostra i resti di una serie di ville, il cui più maestoso complesso è oggi denominato Tor Paterno. Alle monumentali e frequenti tracce archeologiche ed alla documentazione letteraria si fa riferimento – perciò – nel volume per prospettare la continuità con il passato nella vegetazione, nel rapporto uomo-natura e nelle variazioni ed innovazioni occorse o indotte dagli abitanti, in funzione dell'uso, dell'indirizzo economico e della gestione del territorio. Territorio che per secoli è stato destinato a scopi forestali e pastorali e ad attività venatorie, mentre molto limitato è stato l'uso a fini agricoli. Un'esauriente analisi delle fonti storiche del comprensorio ha consentito non solo di citare gli studi svolti prima degli anni '90, ma anche di tener conto dello stato e dell'evoluzione della vegetazione esposti nelle relazioni tecniche sui Piani di Gestione della Tenuta antecedenti gli anni Novanta.

L'indice dimostra l'ampiezza e la logicità degli obiettivi e la massa di dati che il programma di monitoraggio ambientale ha raccolto sulle specie vegetali insediate sui 6.300 ettari di Castelporziano. E va riconosciuto il sostanziale contributo alla accuratezza e al dettaglio dei rilevamenti che è derivato dal ricorso alle informazioni cartografiche, al confronto con le indicazioni ricavate dal telerilevamento aereo ed alla memorizzazione dei dati pluritematici e multisensoriali, raccolti in un sistema informatico (denominato: «Sistema informativo territoriale ambientale di Castelporziano - SITAC») elaborato *ad hoc* per la raccolta, archiviazione e gestione dei dati prodotti dai vari studi promossi dal programma di monitoraggio della Tenuta, e per la lettura combinata e interdisciplinare delle informazioni ricavate dai vari campi di ricerca e di analisi ambientale.

Castelporziano presenta un'eccezionale ricchezza di flora e di tipi vegetazionali; un dato sintomatico: la biodiversità vegetale rilevata nella Tenuta, la cui superficie è appena il 5,2 per mille del territorio italiano, comprende quasi il 19 per cento (cioè poco meno di un quinto) delle specie botaniche presenti in Italia. Un'altra particolarità è costituita dalla presenza di imponenti alberi ultrasecolari, veri monumenti vegetali di lecci, sughere, cerri, farnie e pini, con circonferenza anche superiore ai cinque-sei metri, e di arbusti, per esempio di alloro e di fillirea, che hanno raggiunto una consistenza arborea.

Un fenomeno ormai raro nelle foreste planiziali costiere a causa di interventi antropici, distingue altresì Castelporziano: la varietà e numerosità delle «piscine», acquitrini da acque meteoriche o di falda, di varie dimensioni e profondità, permanenti o che regrediscono e spesso scompaiono nelle stagioni asciutte, dando luogo a differenti complessi vegetazionali palustri. Oltre 160 piscine sono state censite, ne è studiata la variabilità biologica, l'interazione fra piante e animali terrestri e volatili, suscitando interesse dal punto di vista sistematico ma anche per eventuali casi di coevoluzione. In realtà, complessi vegetazionali differenti sono rilevabili anche nelle aree asciutte in relazione ai substrati geologici principali: la duna antica, la duna recente e i rilievi tufacei. Castelporziano è l'unica zona della Campagna Romana in cui queste tre formazioni sono presenti con la corrispondente specifica vegetazione naturale.

In generale, le meticolose indagini (sono stati complessivamente impegnati circa 300 ricercatori seniores e juniores, coordinati dall'Accademia Nazionale delle Scienze e sotto il controllo della Commissione scientifica della Tenuta, numerosi i giovani che hanno avuto modo di convalidare sul campo i loro studi) hanno reso possibile la comprensione delle complesse relazioni vegetazionali tra piante arboree e tra arboree e erbacee, a ricavarne informazioni essenziali per la conservazione dell'attuale stato, anche sotto il profilo paesaggistico. Informazioni significative a questo riguardo sono emerse dalle ricerche sulla capacità di riproduzione delle specie arboree. Sebbene la capacità di produzione di seme sia abbondante, soprattutto nelle specie quercine, la rinnovazione naturale, cioè il numero delle piantine sopravviventi, è risultata scarsissima perché minacciata da erbivori, parassiti animali e vegetali, stress idrici e dalla scarsa radiazione luminosa filtrante attraverso la chioma degli alberi adulti.

Lo studio delle relazioni vegetazionali ha anche permesso la stesura della carta[1] della vegetazione di Castelporziano, elaborata grazie anche a metodi informatici, con rilievi aerei interfacciati con le analisi a terra condotte su oltre 300 siti; essa rappresenta un esempio unico per il numero di dati raccolti e analizzati ed un modello per indagini di altre foreste. Rilevanti anche gli studi ecofisiologici su caducifoglie e su piante sempreverdi che, confermando quanto l'interazione con altri fattori (luce, temperatura, umidità relativa dell'aria, stato idrico del suolo) condizionino lo sviluppo della vegetazione, hanno dato contributi originali sull'influenza del fattore luce sulla fotosintesi, traspirazione e conduttanza nelle foglie di piante e piantine in ambiente mediterraneo, segnalando anche differenze tra le varie specie, così accertando p.e. fotoinibizione dei processi fisiologici nel farnetto ed in misura minore per cerro e leccio.

Un cenno, infine, ai pascoli naturali ed alle aree coltivate, che occupano circa 400 ettari in zone pianeggianti o di fondo valle. Si tratta, adottando tecniche agronomiche ecocompatibili, di colture cerealicole avvicendate a leguminose, di forag-

[1] In: *La carta della vegetazione della Tenuta di Catelporziano*, p. 732 di questo volume.

gere, di erbai, di prati monofiti, che unitamente ai pascoli assicurano, con la produzione di fieno e di mangimi, l'alimentazione delle mandrie allevate nella Tenuta.

Non si può chiudere l'introduzione ad una così ampia ricerca, impostata e condotta con metodo, determinazione e lucidità, senza menzionare l'esauriente lista delle specie di vegetali presenti a Castelporziano. Da queste ricerche vegetazionali riguardanti non solo le cenosi forestali ma estese anche alla macchia mediterranea ed ai rimboschimenti (le pinete, che dalla fine del XVIII secolo, impiantate anche per il reddito derivante dalla vendita di pinoli, coprono circa 600 ettari), emerge un quadro, come si diceva all'inizio, di grande dovizia di variabilità biologica.

Questo quadro è importante poiché d'ora in poi consentirà di rilevare prontamente eventuali modificazioni, conoscerne le cause e quindi intervenire per salvaguardare il complesso ecosistema forestale di Castelporziano. È, insomma, una storia viva, scritta dalle piante, di una foresta che, per le vicende e le destinazioni avute, è oggi un eccezionale patrimonio vegetale italiano.

PARTE GENERALE

1. CENNI INTRODUTTIVI

Bianco P.M., Tescarollo P.

La Tenuta di Castelporziano comprende circa 5800 ettari di territorio che si estendono a S-SO di Roma tra il mar Tirreno, Via Cristoforo Colombo, Via Pontina e Pratica di Mare. Riveste particolare importanza, dal punto di vista botanico, poiché rappresenta, insieme alle aree verdi di Castel Fusano e di Capocotta, ciò che resta dell'enorme sistema forestale che ricopriva l'intero delta del Tevere e le zone limitrofe. La Tenuta è stata gestita negli ultimi due secoli quasi esclusivamente come riserva naturale (Minetti, 1865; Lanciani, 1903; AA.VV., 1989; Emiliani, 1989).

Il terreno è generalmente pianeggiante, se si escludono modesti rilievi, a nord, che non superano gli 80 m sul livello del mare. Lungo la zona costiera si estende un sistema di dune comprendente un cordone antico di sabbie rossastre (Würm II - Würm III), ed uno più recente formato da sabbie grigie. Tra i cordoni sono presenti numerose piscine: allagamenti stagionali formati da acque meteoriche e di falda che tendono a prosciugarsi durante l'estate (Napoleone, 1970-71; Gisotti e Collamarini, 1982). Questi acquitrini sono di notevole importanza, a livello ecologico, per la presenza di specie vegetali tipiche dei suoli fangosi ormai quasi scomparse nella zona di Roma.

La Tenuta è stata sempre sfruttata principalmente per attività venatorie e agricolo-forestali (Minetti, 1865; Lanciani 1906; AA.VV., 1989; Emiliani, 1989): ciò le ha permesso di rimanere estranea al processo di urbanizzazione incontrollata che, al contrario, ha interessato buona parte delle zone circostanti.

L'assetto del territorio, rimasto in sostanza immutato negli ultimi secoli, ha consentito la crescita indisturbata della vegetazione, che ha potuto così raggiungere uno sviluppo notevole. La Tenuta è ricca di esemplari, arborei e non, che per la loro età e le inusuali dimensioni, possono essere definiti «monumentali»; sono presenti arbusti che hanno assunto una consistenza arborea e alberi aventi una circonferenza anche superiore ai sei metri. L'età di questi individui notevoli è stimabile da cento ad oltre quattrocento anni. Anche i numerosi viali alberati della Tenuta possono, nel loro complesso, essere considerati monumentali; l'età media delle essenze che adornano queste strade, supera spesso il secolo (Tinelli e Giordano, 1994). In tutto il resto del bacino mediterraneo non esiste nulla del genere (Tinelli, 1989);

una tale concentrazione di piante secolari, forse, non è presente neanche in tutta Europa, se si esclude la foresta di Bialowieza vicino Varsavia, ultimo residuo di quella che anticamente copriva l'intero continente e nella quale vivono ancora gli ultimi esemplari di bisonte europeo (Ferrari, 1997). La salvaguardia della Tenuta, vista l'enorme importanza che assume sotto il profilo ambientale e storico, è da considerarsi di estremo interesse per la collettività. La Tenuta, proprietà demaniale posta a disposizione del Presidente della Repubblica, pur non essendo aperta al pubblico, è frequentata oltre che dagli addetti, anche da scolaresche, ricercatori e numerosi visitatori.

2. CENNI STORICI

Bianco P.M., Martelli F.

Anche sotto i profili storico ed archeologico, Castelporziano è da ritenersi di notevole importanza. Numerose, infatti, sono le testimonianze storiche rinvenute nell'area della Tenuta: dai reperti archeologici risalenti ai secoli VIII-VII a.C., ai resti dell'acquedotto romano, dalle ville dell'epoca imperiale, al castello d'origine medioevale, adibito da oltre cento anni a sede di rappresentanza del Re d'Italia prima e del Presidente della Repubblica poi.

Il patrimonio archeologico di Castelporziano, come la vegetazione, ha potuto beneficiare della gestione tutelata della Tenuta. Tutti i siti archeologici, grazie ad una fortunata combinazione di vicende storiche, sono riusciti a giungere fino alla nostra epoca con le uniche alterazioni dovute allo scorrere dei secoli. Dato il grande interesse e l'abbondanza di reperti un po' ovunque nella Tenuta, il Ministero per i Beni Culturali e Ambientali e la Soprintendenza Archeologica di Ostia, negli anni '80, hanno avviato una serie di campagne di scavo tuttora in corso (AA.VV., 1985; AA.VV., 1988).

L'antropizzazione della zona comprendente la Tenuta di Castelporziano, è iniziata probabilmente in epoche molto remote. Di particolare rilievo l'identificazione di una necropoli protostorica riportata alla luce tra il 1971 e il 1976 ai lati della Via Pontina, in zona Castel di Decima, risalente ai secoli VIII-VII a.C. (Gratani e Marinucci, 1985). Secondo alcuni autori i materiali rinvenuti confermerebbero la tradizione che la colonizzazione del territorio laurentino sia stata opera di popoli provenienti dall'Egeo (Lanciani, 1906; Scrinari e Zevi, 1989).

L'intera zona in epoca romana veniva denominata Laurentina, in onore dell'antica città di Laurentum, la cui ubicazione è stata fonte di molte controversie nel secolo scorso (Minetti, 1865; AA.VV., 1989; Emiliani, 1989). Laurentum è stato centro abitato sin da prima della fondazione di Roma, e ha preso il nome, forse, dai lauri che ombreggiavano la spiaggia vicina e di cui, infatti, rimane memoria nell'adiacente zona di Pantan di Lauro (Lanciani, 1906). Virgilio ne attribuisce (*Aen*., Lib. VII) la fondazione a Pico, uno dei re che avrebbero governato il Lazio prima di Enea e ci informa anche che era circondata da una «vasta palus».

In tarda età repubblicana e poi, più diffusamente, in età imperiale la riva del mare dell'epoca venne occupata da numerose ville con annesse vie di comunicazione e acquedotti. Queste ville sono state abitate almeno fino al IV secolo d.C.; da allora solo la natura ha fatto il suo corso: in località Grotta di Piastra una foresta di leccio ad alto fusto è cresciuta direttamente sopra i ruderi delle ville imperiali, compresa la Villa Magna (o villa della Palombara), (Gratani e Marinucci, 1985) di proprietà di Plinio il Giovane, prefetto di Traiano (Salsa Prina Ricotti, 1985). Il processo d'interramento, pedogenesi e successione vegetazionale, ha certamente richiesto almeno 3-4 secoli; mappe del XVI secolo riportano in quell'area già la presenza di una foresta (lecceta). Questo rappresenta l'unico processo storicamente databile, in Europa e nel Mediterraneo, di ripopolamento vegetale spontaneo di un'area urbanizzata, in cui la natura riprende il sopravvento sull'opera dell'uomo. Nel mondo sono stati scoperti solo due casi simili: le tracce della civiltà Khmer in Cambogia e dei Maya nello Yucatàn (Pignatti, 1989).

Il resto dell'area occupata dalla Tenuta all'epoca non doveva essere troppo dissimile da quello che si può osservare attualmente ma la pressione agropastorale doveva essere ben maggiore. Come testimonia Plinio il Giovane in una lettera all'amico Gallo: «vario da entrambi i lati è il paesaggio, che la strada ora è fiancheggiata e stretta da boschi, ora si apre e si stende attraverso vastissime praterie. Molti vi sono i greggi di pecore, molti gli armenti di cavalli e di bovi che dall'inverno spinti giù dai monti, vi ingrossano tra l'erbe, in un tepore primaverile». Le macchie e le foreste dovevano essere popolate da abbondante selvaggina tanto che, secondo quanto scrive Varrone quando un musico invitato nella villa d'Ortensio suonò con maestria un corno da caccia i presenti assistettero all'accorrere di un così grande numero di cervi che «pensavamo di essere stati trasferiti all'improvviso al Circeo, nel giorno dei spettacoli venatori» (Lanciani, 1906; Emiliani, 1990). Lanciani basandosi anche su epigrafi, ha avanzato l'ipotesi che oltre alle ville su litorale si trovassero in Laurentum anche numerose riserve di caccia e allevamenti di selvaggina con annesse strutture di servizio.

Nonostante le innumerevoli razzie avvenute in epoche passate, molti reperti archeologici sono stati rinvenuti durante gli scavi iniziati sin dal secolo scorso. Nei pressi del fosso di Malafede, oltre alla già citata Villa Magna, è stato riportato alla luce materiale protostorico risalente ai secoli VIII-VII a.C. (Lanciani, 1903, 1906; Scrinari e Zevi, 1989).

Lungo la fascia litoranea è stata ritrovata la Via Severiana che, anticamente, collegava Anzio al porto di Ostia. Questa strada fu battezzata così nel III secolo d.C., per le cure che Settimio Severo dedicò alla zona costiera e portuale, dopo i gravi danneggiamenti ad opera di alcuni terremoti ed alluvioni; tratti di basolato, appartenenti a questa strada, sono tuttora presenti e affiorano in più punti lungo il percorso che attraversa tutta la Tenuta da nord a sud. Lungo questa arteria, dal periodo repubblicano fino al tardo impero, furono costruite numerose ville di varie dimensioni, poste probabilmente in vicinanza delle proprietà dei personaggi più in

vista dell'epoca. Al centro di questa fascia che si può definire di tipo residenziale, in località Grotta di Piastra, si ergeva anche un nucleo di pubblico servizio, con complessi termali, taberne e probabili edifici di carattere amministrativo. Il tutto era compreso in un vico (o villaggio), il Vicus Laurentinum Augustanorum (il nome è noto da iscrizioni), sorto probabilmente intorno alla fine del I secolo d.C. e sviluppatosi nel secolo successivo (Lanciani, 1906; Gratani e Marinucci, 1985; Emiliani, 1985), raggiungendo il suo massimo splendore agli inizi del III secolo d.C. Il Vicus è stato identificato nel 1874 e durante questo secolo, è divenuto oggetto di alcune approfondite campagne di scavo (Lanciani, 1903, 1906; Simonazzi Masarich, 1973). A Roma come in altre grandi città, durante l'epoca repubblicana, la parola vicus sembra fosse utilizzata per indicare un'area urbana, o meglio, un rione. In campagna, la parola era usata quando si faceva riferimento ad un villaggio o casolare dove abitavano i contadini proprietari di piccoli appezzamenti, com'era l'uso nelle zone montuose dell'Italia centrale, oppure quando s'indicava il luogo dove abitavano i coloni di una grande tenuta agricola. Ciò che distingue il Vicus di Castelporziano, dagli altri «Vici» laziali, risiede proprio nella denominazione di «Augustanorum» (o Augusteo), che indica nel nome la sua dipendenza dalla vicina proprietà imperiale, che ne faceva un centro d'incontro per i potenti dell'epoca. Il Vicus è oggi attraversato dalla moderna Strada del Telefono, ma anticamente si affacciava sulla Via Severiana (Lanciani, 1906; Gratani e Marinucci, 1985) che, come detto in precedenza, collegava tra loro le numerose ville patrizie. La villa imperiale che fu di proprietà dell'imperatore Augusto, dopo numerosi studi (Lauro, 1985, 1988; Mannucci, 1985, 1988; Pietrafitta e Menichelli, 1985), è stata identificata nel grande complesso di Tor Paterno (a circa 10 km a SE del Vico Augusteo). A questa costruzione confluivano due importanti strutture di carattere demaniale: una strada basolata (la Laurentina, secondo il Lanciani), ed un acquedotto traianense risalente circa agli inizi del II secolo d.C. (Mannucci, 1988; Scrinari e Zevi, 1989).

Più a sud di Tor Paterno, in un'altra villa presso l'emissario del Pantan di Lauro, è stata scoperta nel 1906 la famosa copia del Discobolo di Mirone, sita oggi al Museo Nazionale Romano insieme a numerosi altri reperti provenienti dalle ville della zona (Lanciani, 1906; Gratani e Marinucci, 1985).

Nel periodo tardo-imperiale è molto probabile che Castelporziano entri a far parte del sistema di «massae et domus cultae», iniziato da Papa Gregorio I (detto Magno) e ripreso dai suoi successori, per approvvigionare di derrate alimentari la corte papale ed il clero di Roma. In particolare la domus culta di Laurentum, fondata da Papa Zaccaria alla metà del secolo VIII, include certamente ampie porzioni dell'odierna Tenuta e molto probabilmente, a causa della necessità di creare nuove terre coltivabili e pascoli per le greggi, sono apportati dei mutamenti al paesaggio, con un ingente taglio dei boschi.

L'estensione della Tenuta intorno al secolo VIII d.C., allora proprietà del monastero di S. Saba, è vastissima. Essa ha forma approssimativamente triangolare

con un vertice su Porta S. Paolo e la base posta sul litorale, tra Ardea e Castel Fusano, per un totale di circa diecimila ettari di territorio molto difficili da gestire in modo oculato (Lanciani, 1903, 1906).

Un punto fortificato eretto a Tor Paterno, forse fin dal IX secolo d.C., con la successiva costruzione (intorno al X secolo d.C.) di un insieme edilizio attorno ad una torre, è identificato dal Minetti nel Castellum Decimi, citato nella donazione del 1074 fatta da un Crescenzi al Monastero di S. Paolo e possibile nucleo originario dell'attuale Castelporziano (Minetti, 1865; AA.VV., 1989; Emiliani, 1990). Se questa ipotesi fosse confermata, ciò dimostrerebbe la presenza di un insediamento non del tutto trascurabile all'interno della Tenuta consolidatosi nei primi secoli del nuovo millennio. Purtroppo per la scarsità di fonti storiche non è possibile trovare un riscontro sicuro che verifichi questa tesi.

Durante il periodo medioevale svariate cause, tra cui la recrudescenza della malaria e il pericolo delle scorrerie saracene dal mare, fanno entrare in crisi il sistema della «domus culta» innescando un processo di degrado e di lento abbandono del litorale, con il ritorno della macchia e del bosco (Minetti, 1865; AA.VV., 1989; Emiliani, 1990). Da questo si può desumere che, perdurando le cause che hanno determinato il decadimento del sito, lo sfruttamento del bosco e la caccia sono, con buone probabilità, le forme prevalenti d'utilizzo del territorio durante questo periodo, con l'attività agricola limitata solo a piccoli appezzamenti.

Solo verso la fine del XV secolo, con il decollo della società e dell'economia agricola, i documenti riguardanti Castelporziano diventano numerosi e dettagliati. Con gli «Statuta Castri Porciliani» risalenti al 1489 sotto il pontificato di Innocenzo XIII, si regolano tutti gli aspetti delle attività del castello con la diversificazione delle produzioni, indice questo di un'organizzazione sociale molto evoluta. Questo documento pone anche particolare attenzione ai diritti e alle prerogative dei castellani. Osservando i rendiconti delle produzioni della Tenuta, se ne deduce che Castelporziano è un podere ancora in gran parte boschivo (nei suddetti atti sono presenti disposizioni concernenti il diritto degli abitanti di asportare e vendere legname in cospicua quantità). La presenza della selvaggina è notevole (tanto che il Signore del castello non si riserva il diritto di caccia, limitandosi al prelievo di una parte del cacciato). Ogni abitante ha a disposizione vigne, orti e animali da cortile per i propri bisogni, campi dove sono coltivati vari tipi di frumento (solo la sesta parte è riservata al Signore del castello) e pascoli per un gran numero di animali (ogni vassallo può possedere, secondo le disposizioni degli Statuta, otto bestie da lavoro, cinquanta capre e dieci suini) (Minetti, 1865; Emiliani, 1989).

A partire dal XVI secolo, però, ricomincia il declino della Tenuta. Sono ceduti in fitto sempre più numerosi appezzamenti di terreno, fino al 1574 anno in cui, l'allora proprietario della Tenuta, l'Arciospedale di S. Spirito, vende la proprietà a tre acquirenti privati: due patrizi fiorentini, Agostino Del Nero e Tommaso Guidacci e un ricco cittadino romano, Alvaro Gondisalvo. Essi si dividono così la proprietà: al fiorentino Del Nero va la baronia di Castelporziano e la relativa giurisdizione,

mentre gli altri due soci si dividono le limitrofe tenute di Decima e di Castel Romano (Lanciani, 1906; Gratani e Marinucci, 1985).

I Del Nero, però, non conducono la Tenuta con una gestione molto lungimirante, contestando i diritti e i privilegi di cui godevano gli abitanti ed impedendo l'aggregazione sociale. In conseguenza di ciò, in aggiunta ad una nuova ondata di malaria, inizia un lento abbandono della zona da parte della popolazione, con conseguente degrado dei campi ed un ritorno allo stato selvatico dell'area. La popolazione della Tenuta, che nel XIV secolo sembra aver raggiunto i 700 abitanti (Emiliani, 1989), nel 1701 era ridotta a ventotto abitanti. Ritornano perciò fiorenti le attività boschive e venatorie, attestate anche dal fatto che la Baronia possiede un vascello con il quale il legname viene trasportato lungo il Tevere e sbarcato a Roma nel porto di Ripagrande (Minetti, 1865; AA.VV., 1989). Lo sfruttamento delle aree boschive era in prevalenza affidato a stagionali anche in numero cospicuo: Minetti (loc. cit.) in base a informazioni tratte dalla «Gerarchia cardinalizia» riporta che in inverno e primavera gli abitanti della Tenuta raggiungevano talvolta le 500 unità.

La situazione ambientale ci è descritta dal Catasto Piano del 1783: la Tenuta si estendeva su 3885 ettari di cui 2772 ettari erano a bosco e macchia, 521 ettari a pascolo e 592 a gestione agricola con un anno di semina e tre di riposo. Le proporzioni rimangono pressoché inalterate nell'Estimo di Pio VII del 1801 e nel Catasto Gregoriano del 1815 (Arch. Stato Camer., II, B 4, f. 9).

Il 20 settembre 1823 la Marchesa Ottavia Guadagni, vedova dell'ultimo discendente della famiglia Del Nero, il barone Augusto Cerbone Del Nero (Lanciani, 1906), vende la Tenuta di Castelporziano al Duca Vincenzo Grazioli. Nel cinquantennio che intercorre tra il detto acquisto e la vendita allo Stato Italiano nel 1872, i nuovi proprietari sottopongono la Tenuta ad un radicale rinnovamento, ristrutturando e ampliando la residenza signorile e le sue pertinenze (chiesa, giardini, scuderie, ecc.) e modificando l'aspetto paesistico del luogo, esaltando quei caratteri bucolici e silvani tanto apprezzati dalla sensibilità dell'epoca. In questo periodo la caccia, sempre affiancata da attività boschive, diviene preminente e nel 1859, grazie ad un motu proprio di Pio IX, i Grazioli ottengono per la Tenuta il riconoscimento, con tenacia a lungo perseguito, di riserva di caccia. Quest'evento è debitamente immortalato con due lapidi celebrative ed un bassorilievo collocato nella nuova torre dell'orologio (Emiliani, 1989).

Castelporziano si avvia così a diventare un centro celebrato di frequentazione dell'aristocrazia pontificia e ad assumere quei connotati di Tenuta di rappresentanza, che ne contraddistingueranno anche in seguito l'aspetto. Vi si svolgono adunate arcadiche e riunioni ippiche, con percorsi piani e ad ostacoli, vi si organizzano numerose battute venatorie (molto probabilmente anche partite di caccia alla volpe) aperte ad ospiti romani e a personaggi stranieri di riguardo. Si aprono a sontuosi intrattenimenti i locali di rappresentanza del castello, all'interno del quale viene realizzata la grande sala da ballo e si ricevono in gran pompa due Pontefici: Gregorio XVI (ottobre 1845) e Pio IX (aprile 1859). Altri eminenti visitatori

furono: il Gran Duca ereditario delle Russie, Alessandro II e Francesco II, re delle Due Sicilie. Di tutta questa attività resta ampia e a volte ridondante attestazione nella pubblicazione del Minetti (Minetti, 1865) e nelle numerose epigrafi che, per ogni avvenimento ritenuto degno di celebrazione, i duchi Grazioli si affrettano a murare nelle pareti delle sale del castello (Simonazzi Masarich, 1973; AA.VV., 1989; Emiliani, 1989).

Nella prima metà dell'800 l'espansione delle attività di allevamento è testimoniata da un forte impatto per taglio e incendio le cui conseguenze sono ancora adesso rintracciabili nella struttura vegetazionale di alcune aree della Tenuta.

Nel 1864 i Grazioli acquistano le due tenute di Trafusa e Trafusina costituite, in massima parte, da seminativi e pascoli, portando così l'estensione complessiva della baronia a 4.658 ettari (AA.VV., 1989; Emiliani, 1989). Nello stesso anno abbiamo notizia della presenza di giovani pinete.

Accanto ai seminativi è ipotizzabile che sia dato nuovo spazio agli allevamenti bradi bovini ed ovini. Probabilmente il numero degli animali allevati è anche consistente, poiché da un'iscrizione su una lapide posta nel cortile del castello, si ricava che il bestiame viene marcato (AA.VV., 1989; Emiliani, 1989).

Nel 1872, come detto in precedenza, lo Stato Italiano acquista l'intera Tenuta Grazioli per L. 4.500.000 (Gratani e Marinucci, 1985) e l'assegna in dotazione alla Corona. In seguito i Savoia affittano dai Principi Chigi le Tenute di Campo Bufalaro e di Castel Fusano ed acquistano dai principi Borghese la Tenuta di Capocotta; si viene così a costituire un unico possedimento di oltre 8500 ettari (Lanciani, 1903). L'acquisto di Castelporziano è motivato non tanto dalla necessità di mettere a disposizione della Corona un'ennesima sede di rappresentanza, quanto da quella di offrire al Sovrano e ai suoi discendenti un luogo facilmente raggiungibile dove praticare la caccia (AA.VV., 1989). La riduzione delle attività agropastorali porta ad una ripresa della vegetazione forestale.

Sotto i Savoia diviene prevalente la gestione di tipo venatorio; vengono anche introdotte specie prima assenti, come l'antilope di Nilgau (*Boselaphus tragocamelus* Pallas) e il daino melanico (*Dama dama* L.) (tuttora presente). Con Vittorio Emanuele III si hanno, però, anche numerose opere di bonifica fondiaria, con l'estensione ed il miglioramento delle coltivazioni, un'oculata gestione dei tagli e il reimpianto di nuove aree boschive. Una serie di bonifiche consente, grazie alla nettissima riduzione dell'incidenza della malaria, il soggiorno anche in estate del Sovrano e della sua famiglia. Scompaiono così però il Pantano di Lauro, tra Tor Paterno e Capocotta, lo stagno di Castel Fusano, ed una serie di laghetti, stagni e piscine di dimensioni minori. Questa trasformazione profonda di un habitat rimasto sostanzialmente inalterato per secoli, non può che provocare profonde ripercussioni e modificazioni anche nella composizione delle specie mesoigrofile che hanno costituito fino allora l'elemento prevalente del bosco, a vantaggio di quelle specie che non necessitano d'ingenti quantitativi d'acqua.

Quando nel 1948 la Tenuta di Castelporziano è assegnata al Capo dello Stato

Italiano, dopo le devastazioni delle due guerre, essa si presenta in condizioni di grave degrado. Gli abitanti della Tenuta durante l'ultima guerra mondiale sono costretti a sgomberare e al loro posto si sono insediate dapprima le truppe germaniche, poi gli alleati ed infine i soldati italiani. Nel frattempo entrano estranei che fanno razzia di selvaggina e legna da ardere, inoltre bombardamenti, incendi e devastazioni, riducono il patrimonio naturale in condizioni precarie: tagli incontrollati e incendi distruggono più di 850 ettari di bosco e macchia, 60 ettari di territorio sono sfruttati con coltivazioni estensive. Il bestiame è ridotto a poche decine d'unità in tutto ma, in compenso, ben tremila pecore, appartenenti a pastori cui sono concessi in fida i terreni pascolativi, brucano l'erba dei campi da ottobre a giugno. Infine il castello, è seriamente danneggiato dai bombardamenti e la viabilità interna è fortemente compromessa dal passaggio di mezzi pesanti.

Fortunatamente si manifesta sin dall'inizio la volontà di restituire alla Tenuta splendore e dignità, in modo da poterle assegnare di nuovo quelle funzioni d'alta rappresentanza che aveva assunto nel periodo prebellico. Negli ultimi anni, poi, aumenta la consapevolezza dell'importanza naturale e ambientale del luogo, con conseguente ripulitura delle zone incendiate ed il reimpianto di 130 ettari di pinete che si vanno ad aggiungere ai 260 ettari preesistenti. Nel 1949 viene introdotto l'allevamento allo stato selvatico di bovini maremmani; il pascolo brado, sia bovino sia ovino, sarà poi eliminato negli anni '60 perché riconosciuto causa di danni agli impianti boschivi e ai coltivi.

Nell'ultimo trentennio sono aggiunti altri 230 ettari di pinete e attuati vari reimpianti di specie a crescita rapida (eucalipti, pioppi, ecc.) ed essenze tipiche dell'areale di Castelporziano, in modo particolare sughere. A tutto ciò si aggiunge la definitiva scomparsa del taglio della legna da ardere (l'attività era in declino già negli anni '50), cosa che facilita ulteriormente la ripresa della vegetazione forestale.

Nel 1976 viene introdotto il silenzio venatorio, sono abolite le battute di caccia agli ungulati e ai volatili e istituita una grande oasi di rifugio per gli animali selvatici, con un controllo oculato e scientifico delle popolazioni calibrando gli abbattimenti e le catture, in conformità ai censimenti eseguiti dalla direzione del parco, in collaborazione con l'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica di Ozzano (Bologna).

Nel 1985 infine è impostato, a cura della Sovrintendenza Archeologica di Ostia, un vasto progetto di restauro di tutto il patrimonio storico, monumentale ed archeologico; vengono così attuati scavi e portate avanti ricerche, nei cui ambiti sono state svolte alcune campagne che hanno dato risultati di grande rilievo.

3. CLIMA

Bianco P.M., Martelli F.

Il clima di Castelporziano è di tipo mesomediterraneo, caratterizzato da un periodo caldo e secco da metà maggio a metà agosto, mitigato dalle condensazioni notturne, dalla capacità dei suoli di conservare l'acqua meteorica e dalla presenza di una falda acquifera superficiale.

La media delle precipitazioni nel periodo 1891-1991 è stata di 712 mm/anno mentre la temperatura media è stata di 15,5 °C. Il periodo di aridità è di poco superiore ai 2 mesi, mentre le precipitazioni sono concentrate in primavera e in autunno, con un picco in novembre.

Le temperature medie nell'arco dell'anno variano da un minimo di 7,6 °C nel mese di febbraio, ad un massimo di 23,5 °C nel mese di luglio, con un minimo assoluto di -8,0 °C registrato nel 1985 (Gisotti e Collamarini, 1982).

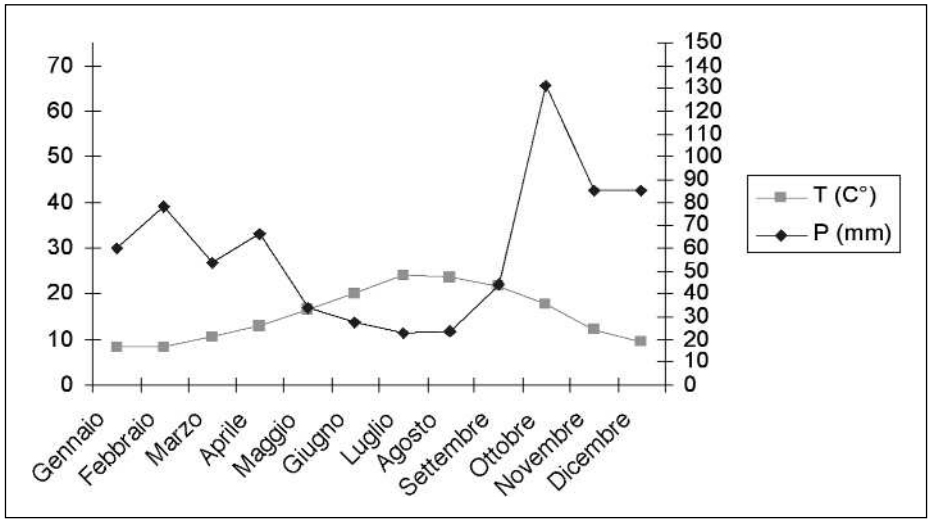


Fig. 1. Diagramma termopluviometrico di Castelporziano (1981-1991).

Sempre nello stesso periodo sono state rilevate precipitazioni medie oscillanti tra i 26 mm del mese di agosto e i 124 mm del mese di novembre, se ci si riferisce alle medie mensili, e tra i 71 mm nel periodo estivo e i 319 mm in autunno, se ci si riferisce alle medie stagionali. Le precipitazioni sono risultate concentrate nel semestre autunno-inverno (> 65%). Il periodo di aridità estiva si prolunga da maggio a settembre (P = 50-70 mm) seguendo Giacobbe (1938).

Per quel che riguarda l'umidità relativa, le medie oscillano tra 71% nel mese di luglio e 82% nel mese di dicembre, perciò è abbastanza elevata anche nel periodo estivo e presenta un'escursione mensile contenuta. L'evapotraspirazione cal-

colata secondo Thornthwaite mostra invece variazioni significative con un picco a luglio agosto. L'aridità estiva è ulteriormente evidenziata dall'andamento dell'indice di umidità (fig. 2).

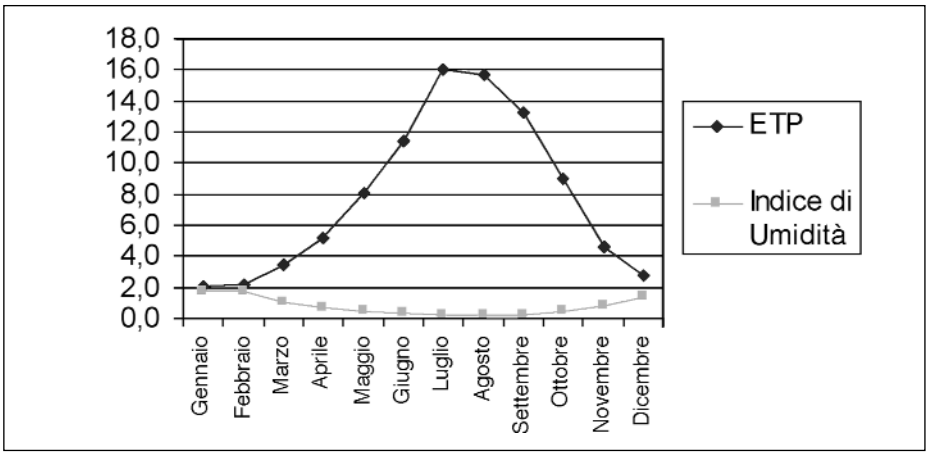


Fig. 2 Relazione tra evapotraspirazione secondo Thornthwaite e Indice di umidità (moisture index).

Gli indici climatici sono stati calcolati a Castelporziano per il 1969-87 e messi in relazione con le differenti tipologie climatiche (Anzalone, Lattanzi, Lucchese, 1990; Bianco dati inediti):

Quoziente pluviometrico di Emberger	101,3	Clima mediterraneo umido
Indice di aridità di De Martonne	28,3	Clima subumido (atlantico attenuato). Vegetazione potenziale forestale.
Indice di umidità di Thornthwaite	−9	Clima subumido-subarido (eccedenza idrica invernale e concentrazione estiva dell'efficienza termica)
Indice di mediterraneità di Rivas Martinez	Lug. 3,9 Ago. 6,4 Sett. 5,6	Ambito mediterraneo
Coefficiente di mediterraneità di Giacobbe	3,47	Regime pluviometrico suboceanico. Tipo IV Sottoclima mediterraneo tiepido di tipo subumido
Indice ombrotermico estivo di Rivas Martinez	1,1	Ambito mediterraneo
Indice di continentalità	15,9	Macrotipo oceanico
Indice di termicità di Rivas Martinez	318	Mesomediterraneo inferiore
Moisture index (Box)	0,7	

In base ai valori assoluti della piovosità e della temperatura è compreso nel piano mesomediterraneo della Regione xerotermica. L'indice di Mitrakos (1980) mette in risalto uno stress di aridità per 5 mesi e un moderato stress invernale di 6 mesi. Il quoziente termopluviometrico di Emberger per le due stazioni oscilla a seconda delle annate tra 90,5 e 101,5 rientrando nel mediterraneo umido (Blasi, 1994).

Secondo la Carta fitoclimatica di Blasi (1993) la foresta di Castelporziano si trova tra due fitoclimi:

Regione mediterranea. Temotipo mesomediterraneo inferiore, ombrotipo secco superiore/subumido inferiore, regione xeroterica (sottoregione termomediterranea/mesomediterranea). Boschi dominanti: querceti misti con elementi mediterranei, cerrete con farnetto e carpino, macchia mediterranea. Potenzialità per boschi a *Quercus robur* e *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa* nelle forre e depressioni costiere.

Regione mediterranea di transizione. Termotipo mesomediterraneo medio o collinare inferiore, ombrotipo subumido superiore, regione xeroterica/mesaxerica (sottoregione mesomediterranea/ipomesaxerica). Boschi dominanti: querceti misti con addensamenti a leccio e sughera. Potenzialità per boschi mesofili (forre) e macchia mediterranea (dossi).

Secondo la Carta della Vegetazione Potenziale Italiana di PEDROTTI (1990) la zona di Castelporziano risulta in una posizione di transizione tra la regione eurosiberiana e regione euromediterranea che da questo autore venivano distinte in base al tipo di vegetazione forestale dominante; in particolare quella eurimediterranea è riferita a tre alleanze forestali principali:

— *Quercetalia pubescentis*
— *Quercetalia ilicis*
— *Populetalia albae*

con nuclei extrazonali di *Fagetalia*. Si tratta effettivamente delle alleanze forestali presenti a Castelporziano.

Ci troviamo quindi in condizioni climatiche favorevoli alla vegetazione mediterranea ma con potenzialità anche per forme forestali più mesofile ed igrofile che, in funzione principalmente della falda e della morfologia, possono diventare dominanti già a poche centinaia di metri dalla linea di costa.

4. GEOMORFOLOGIA

Bianco P.M., Tescarollo P.

L'area della Tenuta, compresa tra 0 e 85 m. s.l.m., è prevalentemente pianeggiante con una pendenza media del 5% verso mare (Badali, Socciarelli, Biondi, Gorga, 1997). Vi si possono distinguere cinque unità geomorfologiche:

1) Unità delle alluvioni;
2) Unità delle vulcaniti;
3) Unità della Duna Antica;
4) Unità della Duna recente;
5) Unità della spiaggia attuale.

L'unità alluvionale è dominata dal Fosso di Malafede (tributario del Tevere) che raccoglie diversi corsi d'acqua che scendono a raggiera dal Vulcano Laziale. La valle del fosso, a fondo piatto, è formata da materiale sedimentario alluvionale olocenico con ciottolame, argille, limi e sabbia.

L'unità delle vulcaniti è caratterizzata principalmente da tufi e pozzolane. Rilievi presso il fosso di Malafede hanno portato all'identificazione di prodotti iniziali del Vulcano Laziale quali il *tufo pisolitico* Auct., composto da elementi vulcanici rimaneggiati dalle acque e, secondariamente, dalle *pozzolane inferiori* Auct., di colore ocraceo e costituite da scorie rosse e nere, leucititi, lapilli, corpi cristallini e masse vetrose. Esse vengono datate 0,528-0,487 Ma (Badali *et al.*, 1997).

I tufi presentano giacitura stratificata orizzontale; l'erosione differenziata degli strati ha portato alla tipica morfologia con alternanza di pianori e balze caratteristica di buona parte della Campagna Romana. I versanti si presentano con pendenze dal 5 al 30% o subverticali con salti anche di 10 metri.

La Duna Antica è la formazione che caratterizza gran parte della superficie della Tenuta (circa i 4/5): si tratta di una serie di dune continentali di età tardo Pleistocenica, che nella parte alta hanno parzialmente coperto l'unità delle vulcaniti ed il gradino morfologico costiero; esse, col tempo, sono state gradualmente spianate dagli agenti esogeni assumendo una morfologia subpianeggiante.

Questa formazione è costituita da sabbie giallastre e rossastre ed è stata originariamente considerata di origine dunale eolica: attualmente viene interpretata come un complesso di terrazzi costieri di età würmiana (di età all'incirca tra 125.000 e 50.000 anni). In particolare due evidenti discordanze di pendio indicano terrazzi costieri databili al Pleistocene medio situati attualmente alla quota di 50 e 35 m. Tali terrazzi sono dovuti all'interazione tra movimenti glacio-eustatici e fasi di uplift e correlabili con cicli trasgressivi medio-pleistocenici (Malatesta e Zarlenga, 1986).

Il sistema deposizionale, corrispondente in parte a sistemi fluvio-deltizi a canali intrecciati, determina la formazione di strati millimetrici irregolari ed ondulati di materiali argillosi ed ossidi di ferro privi di continuità laterale che generano localizzati accumuli d'acqua in corrispondenza di depressioni morfologiche (Me-

cella, com. pers.). Tali aree denominate «piscine» sono per la maggior parte stagionali e si sono probabilmente impostate in zone interdunali i cui dossi sono stati spianati dagli agenti esogeni (Badali *et al.*, 1997). Oltre che nella Tenuta di Castelporziano questa unità si può riconoscere a Capocotta e in località Infernetto, Casal Palocco e Acilia.

La Duna Recente è costituita prevalentemente da sabbie grigio-giallastre calcaree oloceniche emerse negli ultimi 10.000 anni e ricche in materiali vulcanici. Forma una fascia larga da 500 metri a un chilometro parallela alla costa attuale. Questa formazione è costituita da cordoni dunali fossili siti a nord e a sud del Tevere, paralleli alla linea di costa, più profondi verso la foce del Tevere e via via più sottili man mano che ci si allontana da essa. Le forme morfologiche attuali sono derivate da serie di cordoni originariamente alti fino a 15 metri e con pendenze anche di 30-40°. Ai cordoni dunali si alternano «lame» depresse con depositi palustri e lagunari a limi, argille e torbe con molluschi di acqua dolce. La falda superficiale sta tra 0,5 e 4 mt di profondità (media 2,5).

La duna recente era molto più stretta in passato; in epoca romana imperiale la linea di costa si trovava circa 800 m più all'interno dell'attuale, all'altezza della odierna via della villa di Plinio; la via Severiana, oggi ben all'interno, era infatti la via litoranea che correva dai Porti Imperiali, oggi presso l'Aeroporto di Fiumicino, fino ad Anzio. La linea di costa è rimasta stabile per un lungo periodo di tempo; nella seconda metà del XVI secolo ha iniziato ad accrescersi rapidamente, come è possibile verificare dalla cartografia storica e dalla posizione delle torri di avvistamento costiere (Tor Boacciana dell'XI secolo e Tor San Michele del XVI secolo) presso il Tevere. La velocità di accrescimento per tutto l'Olocene deve essere stata discontinua; infatti sono ancora ben riconoscibili nella morfologia del Territorio delle ondulazioni dovute all'alternarsi di fasi di rapido accrescimento dei cordoni dunali e di relativa stasi.

A ciascuna unità geomorfologica corrispondono suoli e vegetazione diverse: alfisuoli sulla Duna Antica e vegetazione a *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus suber*; xeropsamment e vegetazione a *Quercus ilex*, ecc. sulla Duna Recente (Arnoldus-Huyzendveld *et al.;* 1997, Gisotti e Collamarini, 1982); suoli coltivati e entisuoli rupicoli in corrispondenza dei tufi, con boschi a *Laurus nobilis* al fondo delle forre, boschi a *Quercus cerris* e *Quercus frainetto* nelle zone meno ripide e su suoli evoluti con i relativi mantelli dei *Prunetalia* ed infine boschi di *Quercus ilex* sulle pareti verticali. L'unità alluvionale del fosso di Malafede si presenta in gran parte coltivata ma recenti interventi di recupero ambientale hanno portato all'instaurarsi di aree umide a falda permanente con vegetazione della serie di interramento. La spiaggia attuale presenta ancora, anche se disarticolata da numerosi interventi distruttivi antropici e dalla litoranea, la serie alo-psammofila dal *Cakiletum* alla lecceta retrodunale. Si rimanda comunque al paragrafo successivo per una più ampia e dettagliata trattazione dei suoli della tenuta.

L'area presenta due reti di drenaggio: sul lato est la rete è fitta (densità 2,3),

impostata su tufi e defluisce nel Fosso di Malafede; sul lato ovest la rete di drenaggio è più rada (densità 0,8) ed impostata sui depositi sabbiosi della Duna antica e della Duna recente. Dal punto di vista strutturale si suppone che siano avvenuti degli assestamenti conseguenti agli eventi vulcanici che hanno sollevato e basculato l'area della Tenuta verso Ovest. Si presume inoltre che il fosso di Malafede si sia impostato su una faglia. I rilievi litologici hanno permesso il riconoscimento di cinque litologie principali: alluvionali recenti, spiaggia attuale, duna costiera dell'Olocene, duna continentale Wurmiana e piroclastiti Pleistoceniche.

5. I SUOLI

Dowgiallo G., Biondi F.A.

Negli ultimi 25 anni la Tenuta Presidenziale di Castelporziano è stata oggetto di diversi studi pedologici, effettuati principalmente con lo scopo di fornire delle informazioni di base per l'elaborazione del «Piano Economico dei Beni Silvo-Pastorali» e successivamente dei «Piani decennali di gestione dei boschi e dei pascoli». Fondamentale, a questo riguardo, è stato il lavoro di Gisotti e Collamarini (1982), i quali attraverso l'esame di numerosi profili e le analisi dei relativi campioni, hanno delineato le principali tipologie di suoli in corrispondenza delle diverse unità fisiografiche presenti nel territorio. Tale studio fu successivamente integrato dalle analisi di altri profili effettuate da Vigna Guidi e Pagliai (Ist. Chimica del Terreno del CNR, Pisa) e da una serie di osservazioni su carote di terreno da parte di Di Loreto *et al.* (Servizio Protezione Civile, Amministraz. Provinc. Roma), i cui risultati sono riportati nel «Piano di gestione dei boschi e dei pascoli» (Ministero Agricoltura e Foreste, 1989). Va pure ricordato, relativamente all'area della Santola, lo studio di alcuni profili effettuato da Nevini e Pancaro (dati inediti) ai fini di una valorizzazione agronomica di quel settore della Tenuta.

Verso la fine degli anni '90, gli Autori del presente articolo hanno intrapreso una indagine sui suoli del Comprensorio con lo scopo di redarre una carta pedologica in scala 1:10.000; la ricerca pertanto, pur tenendo conto dei lavori precedenti, è stata effettuata ad un dettaglio maggiore, considerando le variazioni della morfologia, del substrato geologico e dell'esposizione, nonché dei tipi vegetazionali. Mentre tale lavoro cartografico è in fase di ultimazione, nel presente articolo vengono illustrate le caratteristiche dei principali tipi di suoli ritrovati, cercando di correlare le piccole ma significative differenze edafiche riscontrate con cambiamenti locali della morfologia e della copertura vegetale.

La descrizione dei suoli viene fatta secondo le principali unità fisiografiche che costituiscono il territorio, riportate nel lavoro di Gisotti e Collamarini (1982). Il sistema di classificazione adottato è quello Americano (Soil Survey Staff, 1975, 1998).

1) I SUOLI DELL'UNITÀ DELLA DUNA RECENTE

Questa unità, che posta a ridosso della spiaggia attuale, si spinge verso l'interno, parallela alla costa, per una larghezza variabile tra 550 e 1000 m, è costituita da una serie di cordoni sabbiosi paralleli di età Olocenica, che raggiungono altezze anche superiori a 10 m e pendenze tra il 15 e il 30%.

Mentre il primo cordone dunale è scarsamente pedogenizzato in quanto esposto all'azione dei venti marini, sui cordoni successivi la colonizzazione da parte di un numero sempre più alto di specie vegetali ha favorito la formazione di suoli, sia per l'azione di protezione e stabilizzazione esercitata dalle piante, sia per l'apporto di resti organici.

I suoli tuttavia sono ancora poco evoluti, a causa dell'instabilità del substrato sabbioso incoerente sottoposto a forte erosione eolica, nonché dell'età ancora troppo recente di questi sedimenti. I suoli sono dunque dei «regosuoli», avendo un profilo ancora scarsamente differenziato, costituito da un orizzonte superficiale A che si distingue dal sedimento sabbioso sottostante soltanto per il colore più scuro e per la tendenza a formare delle strutture grumose, in relazione alla presenza di materia organica. Lo spessore ed il contenuto di humus di questo orizzonte sono tuttavia molto variabili in funzione del tipo e della densità della vegetazione. Infatti andando dalle cenosi alofile e psammofile che colonizzano i primi cordoni dunali, alla macchia xeromorfa a ginepri, rosmarino e cisto, fino alla macchia alta a dominanza di *Quercus ilex* estesa sulle dune più stabilizzate, i suoli mostrano un graduale ispessimento dell'orizzonte A (da pochi cm a più di 50 cm) e tenori crescenti di sostanza organica (da meno del 2% a oltre il 20%).

Le caratteristiche fisico-chimiche di questi suoli sono alquanto monotone: essi sono sempre ben dotati di $CaCO_3$ di origine bioclastica (fino al 50%), hanno reazione da subalcalina a moderatamente alcalina (pH 7,5-8,5) e valori della saturazione in basi molto prossimi al 100%, in relazione agli alti tenori di Ca scambiabile. Piuttosto basso è generalmente il contenuto di elementi disponibili per le piante, a causa della scarsità di colloidi che è propria di questi suoli.

Nei settori più vicini alla costa, i suoli possono contenere anche quantità più o meno rilevanti di sali solubili, in particolare NaCl di origine marina, tali da determinare un certo smistamento di comunità vegetali a diverso grado di alofilia: pertanto nella serie della vegetazione psammofila, al *Cakiletum*, adattato a forti concentrazioni saline, seguono l'*Elymetum* e l'*Ammophiletum* su suoli solo debolmente salati.

Per la loro tessitura grossolana (> 80% di sabbia) i regosuoli sono dei substrati molto permeabili e costituzionalmente aridi. Tuttavia la morfologia ondulata di questa fascia dunale è tale da determinare delle variazioni significative nei suoli per quanto riguarda le disponibilità idriche, che si riflettono nella composizione delle cenosi vegetali. Si passa infatti da regosuoli a regime marcatamente xerico per tutto l'anno (*Xeropsamments tipici* e *litici*) nelle posizioni meglio drenate delle creste e dei pendii, a regosuoli con orizzonti saturati in acqua in certi periodi dell'anno (*Xeropsamments aquici* e *Psammaquents tipici*) in alcuni settori depressi delle aree

interdunali. Qui infatti sono presenti qua e là dei piccoli invasi naturali, detti «piscine», la cui formazione è determinata dall'affioramento della falda idrica nelle aree topograficamente più depresse; esse sono dunque alimentate sia dalla falda superficiale, che influenza la permanenza delle stesse nel tempo, sia dagli apporti meteorici (Scandella *et al.*, 1998). La permanenza dell'acqua in questi invasi è in qualche caso ulteriormente favorita dalla presenza di accumuli significativi di $CaCO_3$ negli orizzonti C dei suoli, sotto forma di concrezioni più o meno indurite, che riducono sensibilmente il drenaggio interno, causando in certi periodi dell'anno la formazione di falde sospese. Come ad es. si può osservare in prossimità della piscina del Tellinaro, dove a circa 1,50 m di profondità si rinviene un orizzonte molto ricco di concrezioni carbonatiche (Biondi *et al.*, 1999).

In corrispondenza delle piscine dunque la disponibilità idrica dei suoli aumenta notevolmente, tant'è che qui nella composizione della macchia mediterranea entrano molte specie meso-igrofile (*Quercus robur*, *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa*, *Ulmus minor*, *Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus canescens*, ecc.); anche nello strato erbaceo si ritrovano molte piante che sono indicatrici di suoli temporaneamente inondati (*Mentha aquatica*, *Juncus bufonius*, *Carex elata*, ecc.) e talvolta di condizioni di subalofilia (*Schoenus nigricans*, *Erianthus ravennae*).

2) I SUOLI DELL'UNITÀ DELLA DUNA ANTICA

Gran parte della superficie della Tenuta è occupata da una serie di dune continentali di età tardo-Pleistocenica, che nella parte alta hanno parzialmente coperto l'unità delle vulcaniti ed il gradino morfologico costiero; esse col tempo sono state gradualmente spianate dagli agenti esogeni assumendo una morfologia subpianeggiante.

Estesa dal limite con le dune recenti per circa 6-7 km nell'entroterra, questa unità geomorfologica presenta caratteristiche pedologiche notevolmente diverse da quelle descritte per le dune recenti: i suoli sono infatti molto profondi (anche più di 3 metri) ed hanno raggiunto un grado di evoluzione molto avanzato, grazie alla natura del substrato pedogenetico, al lungo tempo trascorso dalla messa in posto dei sedimenti e probabilmente anche ad un clima che nel passato doveva essere più umido dell'attuale.

Essi sono dei suoli di tipo «lisciviato» (*Alfisuoli* secondo la Classificazione Americana), caratterizzati da processi di traslocazione ed accumulo di argilla in profondità, tali da determinare un netto cambiamento tessiturale tra la parte alta e quella bassa del profilo. L'accumulo di particelle argillose nell'orizzonte Bt non raggiunge mai percentuali molto elevate (max 28-30%), ma comunque è tale da causare un rallentamento del drenaggio interno del suolo, con formazione di effimere falde idriche sospese nei periodi più piovosi, come testimoniato dalla presenza di screziature grigie e rossastre e di concrezioni ferro-manganesifere a diverse profondità del profilo.

Questi fenomeni di idromorfia sono particolarmente evidenti in corrispondenza delle «piscine», dove la morfologia concava ha favorito l'accumulo di argilla

sia per lisciviazione verticale che obliqua, creando così un substrato pressoché impermeabile nel quale si raccolgono le acque meteoriche per periodi più o meno lunghi nel corso dell'anno.

Lo studio di toposequenze in questo particolare ambiente geomorfologico ha evidenziato, andando dalla parte esterna di una piscina verso il suo centro (Fig. 1), un passaggio graduale da suoli a drenaggio rallentato soltanto negli strati più profondi (*Haploxeralfs ultici* e *tipici*) a suoli con segni di idromorfia sempre più in superficie (*Haploxeralfs aquici*), fino ad arrivare a profili in cui uno o più orizzonti entro i 50 cm sono temporaneamente o permanentemente saturati in acqua (*Epiaqualfs tipici*).

Queste variazioni del regime idrico dei suoli si riflettono nella fisionomia della vegetazione che solo apparentemente è uniforme, ma in realtà presenta una serie di facies che sono legate a condizioni ambientali ben precise. L'aspetto di vegetazione forestale più diffuso sull'unità della duna antica è rappresentato dal querceto misto mesofilo a *Quercus cerris* e *Quercus frainetto*, la cui presenza in un ambiente spiccatamente mediterraneo è resa possibile dalle abbondanti riserve idriche di questi suoli lisciviati, che vengono in un certo senso ad attenuare l'aridità del clima, come già constatato in altre aree costiere laziali (Dowgiallo e Vannicelli, 1993; Blasi *et al.*, 1995; Dowgiallo e Bottini, 1998). Procedendo verso l'interno delle piscine, questa vegetazione si arricchisce man mano di specie igrofile, sia nello strato arboreo (*Populus alba*, *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*) sia in quello erbaceo (*Mentha aquatica*, *Holoschoenus romanus*, ecc.); addirittura, effettuando dei transetti in corrispondenza delle depressioni più ampie, che restano allagate per diversi mesi dell'anno, partendo dal centro e procedendo verso il bordo, è possibile ricostruire tutta la serie dinamica che va dalle cenosi acquatiche (*Potametea*) alle formazioni arboree del *Populetum albae*.

Infine, altri suoli che si ritrovano in alcuni ristretti settori dell'unità della duna antica (Spagnoletta di sopra, Cancello di Malafede, Pignocco, La Mortellara, Capocotta bassa, ecc.) sono gli *Haploxeralfs plintici*, caratterizzati dalla presenza, a profondità variabili da 50 a 150 cm, di abbondanti variegature rossastre a disegno reticolare («plintite»), dovute a segregazione di ferro in condizioni di saturazione idrica. Queste formano uno strato che è piuttosto resistente allo stato umido, ma che diventa molto duro allo stato secco; in molti casi tale indurimento è ormai divenuto irreversibile, in seguito a ripetuti cicli di inumidimento-disseccamento, creando un serio ostacolo alla penetrazione delle radici delle piante.

Dal punto di vista chimico i suoli della duna antica hanno delle caratteristiche che sono il risultato di un lunghissimo processo pedoformativo: essi sono infatti per la gran parte privi di carbonati, che probabilmente erano presenti nel sedimento originario, ed hanno pure bassi contenuti di Ca; la reazione è acida o subacida (pH 5,0-6,7) con valori che aumentano leggermente con la profondità, la saturazione in basi è medio-alta e comunque sempre superiore al 60%. Tuttavia in certe aree (Fosso Camilletto, Scopone, Piscina Chiara) negli orizzonti Bt si possono ritrovare piccole % di carbonati (0,5-3%) in qualche livello compreso tra 1 e 2 m di profondità, dove anche il pH raggiunge valori neutri-subalcalini e la saturazione in basi è intorno al 100%.

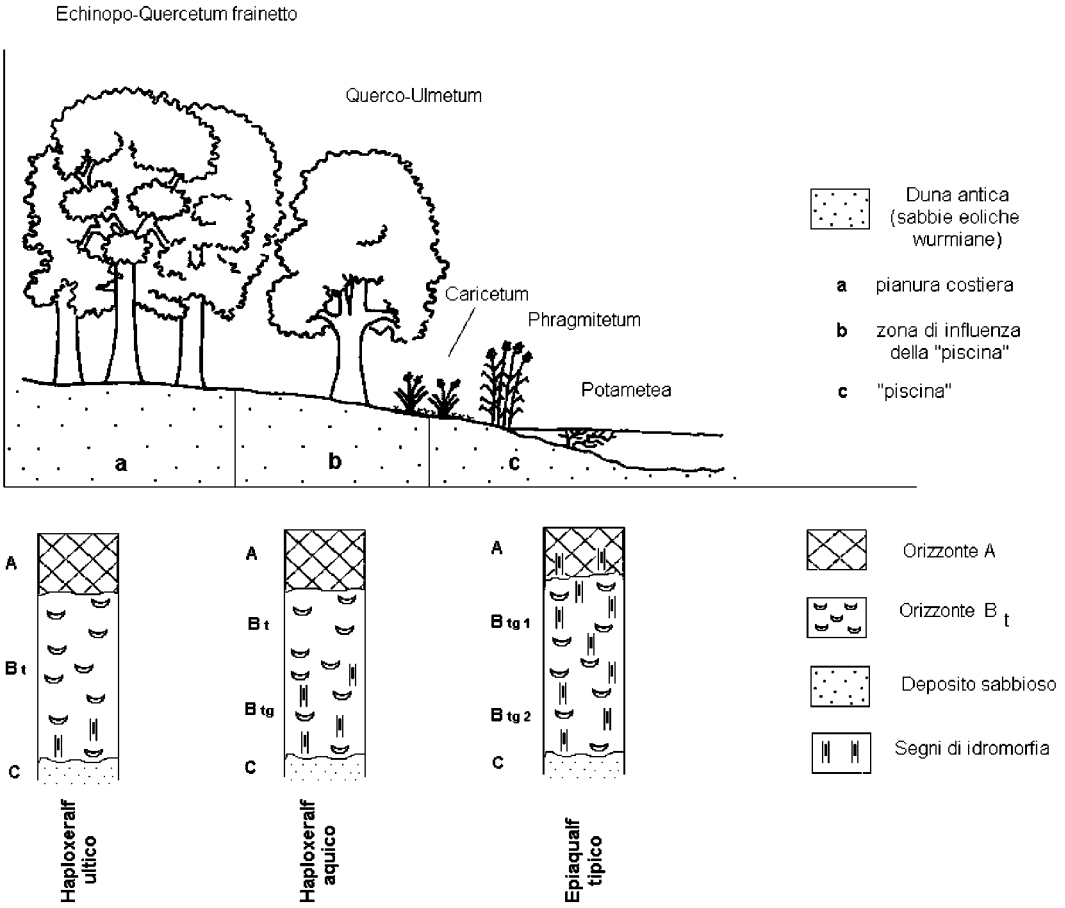
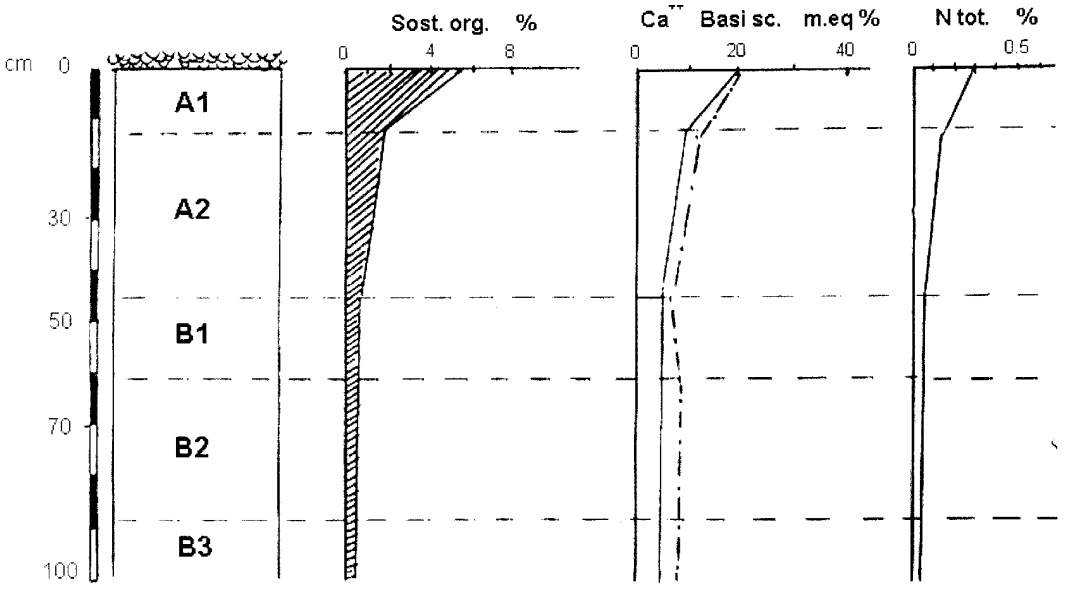


Fig. 1. Transetto attraverso la piscina della Dogana.

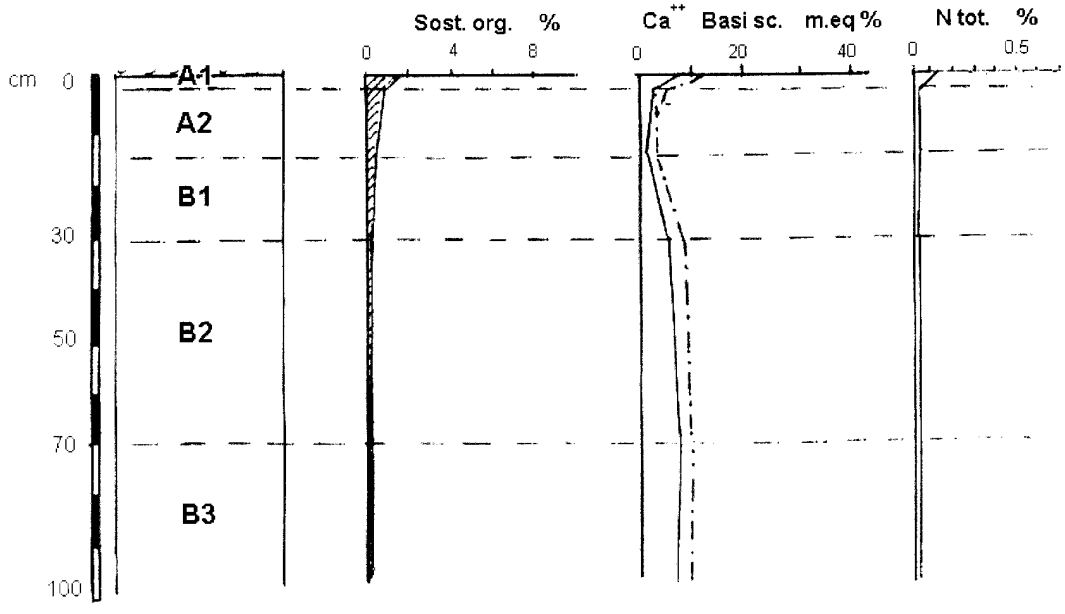
L'humus è concentrato nei primi cm di questi suoli, subito al di sotto della lettiera, dove raggiunge concentrazioni intorno al 5-7%, e decresce rapidamente con la profondità a percentuali generalmente inferiori all'1%. In questo sottile strato superficiale vi sono pure buone disponibilità di N (0,3-0,5%) e di basi scambiabili (15-20 meq/100g e oltre), mentre poi in tutto il resto del profilo (Fig. 2a) i contenuti di questi elementi risultano sempre piuttosto modesti (<0,1% di N, <10 meq/100g di basi).

Tuttavia nei settori coperti dalla vegetazione forestale, il turnover della materia organica è tale da garantire un apporto ed un riutilizzo continuo dei nutrienti da parte delle piante, in una sorta di ciclo chiuso.

Questi suoli però perdono facilmente, in maniera spesso irreversibile, la loro fertilità, quando il disturbo antropico causa una rapida scomparsa della sostanza



a) CERRETA Loc. Quarticciolo



b) TUBERARIETO Loc. Figurella

Fig. 2. Contenuti di nutrienti in due suoli lisciviati su duna antica: a) Cerreta; b) Tuberarieto.

organica ed una asportazione più o meno consistente degli orizzonti superficiali, sabbiosi e poco coerenti. Bassi livelli di nutrienti si riscontrano, ad es., nei settori in cui la vegetazione naturale è stata sostituita con una pineta artificiale, per cui i suoli hanno scarsi contenuti di humus (non più del 2% nell'orizzonte superficiale) per l'assenza di una copertura di latifoglie; e così pure nelle diverse aree a sughera, che sono state sempre più allargate a fini silvocolturali, dove la continua «pulizia» del sottobosco sottrae al terreno l'indispensabile apporto organico.

Suoli fortemente depauperati, con scarsissimi contenuti di humus, di azoto e di basi (Fig. 2b), si ritrovano infine in alcune radure di origine antropica (loc. Spagnoletto, Pignocco, Scopone, Stradone del Telefono, ecc.) occupate da pratelli effimeri di nanoterofite (*Moenchio-Tuberarietum guttatae*), che rappresentano l'ultimo stadio di degradazione della vegetazione mediterranea su terreni silicei: qui le condizioni di oligotrofia edafica sono state causate da un eccessivo pascolamento, oppure dai ripetuti incendi cui sono state sottoposte alcune di queste aree nel passato, e vengono oltretutto mantenute tali da un soprassuolo che non è in grado di ripristinare un certo grado di fertilità, avendo una scarsa copertura del suolo ed una scarsa produzione di lettiera.

3) I SUOLI DELL'UNITÀ DELLE VULCANITI

In una ristretta area nel settore nord-orientale della Tenuta affiora una coltre di depositi piroclastici, che costituiscono le estreme propaggini meridionali del Vulcano Laziale, a contatto con la platea subcostiera. Tale coltre si presenta come un plateau inciso da una serie di sistemi vallivi, con andamento da sud a nord, che rendono la morfologia molto articolata, determinando anche uno sviluppo differenziale dei suoli ed uno smistamento delle cenosi vegetali. Le tipologie pedologiche sono infatti rappresentate da litosuoli e rankers (*Xerorthents litici* e *Haploxerepts litici* sec. la Soil Taxonomy), in corrispondenza di cenge e rupi e di fasce di detrito grossolano, suoli bruni (*Haploxerepts umici*) su pendici poco acclivi ed in prossimità dei bordi vallivi, suoli bruni lisciviati (*Haploxeralfs mollici*) in corrispondenza dei pianori sommitali (Fig. 3).

L'aspetto di vegetazione naturale più diffuso nel settore vulcanico della Tenuta è dato dal Querceto misto caducifoglio, con nuclei di lecceta in situazioni rupestri o sulle pendici più acclivi; tuttavia gran parte delle superfici pianeggianti sono state da lungo tempo deforestate per essere coltivate, sfruttando l'alto grado di fertilità dei suoli. Essi sono infatti, tra tutti i terreni presenti nella Tenuta, quelli meglio dotati di elementi utili alle piante, in quanto derivati da un substrato ricco di minerali alterabili (Fig. 4): hanno valori elevati della capacità di scambio cationica (fino a 50 meq/100 g nell'orizz. A e 25-30 meq/100 g nel B), una saturazione in basi sempre superiore al 75%, contenuti medio-alti di sostanza organica (almeno nei settori coperti dal bosco) e valori subacidi del pH (6,3-6,7).

Anche la disponibilità idrica di questi suoli è buona, a causa della granulometria piuttosto fine degli orizzonti e dello spessore considerevole dei profili (general-

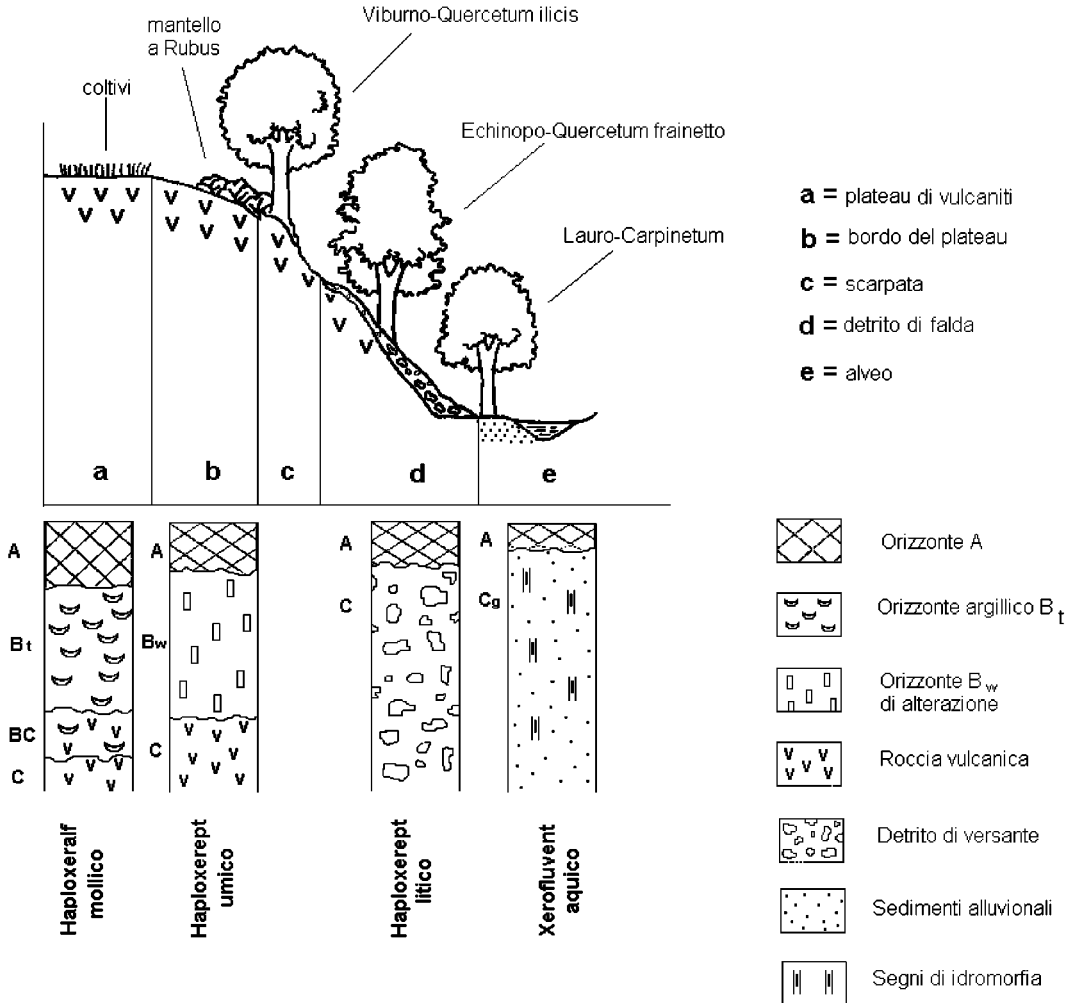


Fig. 3. Transetto nel settore vulcanico della Tenuta (parte alta del Fosso dell'Oro).

mente oltre 1 m): in particolare abbondanti riserve idriche si hanno nei tipi lisciviati, che sono caratterizzati da orizzonti Bt ben sviluppati, a tessitura franco-argillosa o franco-sabbioso-argillosa, con evidenti pellicole di argilla e spesso concrezioni di Fe-Mn.

4) I SUOLI DELL'UNITÀ ALLUVIONALE

I sedimenti alluvionali recenti, che costituiscono il fondovalle del Fosso di Malafede e di alcuni suoi tributari, sono caratterizzati da un'alternanza di strati sab-

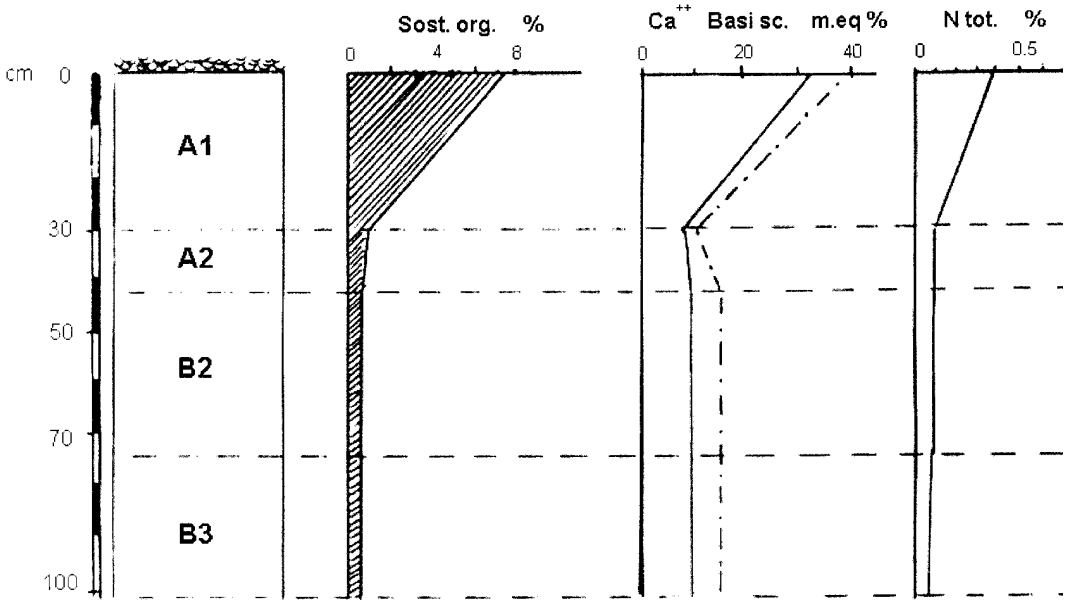


Fig. 4. Contenuto di alcuni nutrienti in un suolo bruno lisciviato su substrato vulcanico.

bioso-limosi ed argillo-limosi a diverso grado di permeabilità; su di essi si ritrovano suoli dal profilo ancora poco evoluto (AC), in quanto continuamente rinnovati da apporti sedimentari e continuamente erosi, con differenze tra un punto e l'altro. Per la gran parte questi suoli sono ben drenati (*Xerofluvents tipici*), tuttavia in alcune parti del fondovalle si ritrovano anche suoli che sono permanentemente o stagionalmente saturati in acqua per tutto il loro profilo o comunque entro i primi 150 cm, e mostrano evidenti segni di idromorfia (*Fluvaquents tipici* e *Xerofluvents aquici*).

Dal punto di vista chimico questi suoli hanno reazione neutra-subalcalina (pH 7- 8), sono mediamente provvisti di humus, che decresce spesso irregolarmente con la profondità, ed hanno una discreta dotazione di elementi nutritivi, ragione per cui, nei fondovalle sufficientemente ampi, essi vengono sfruttati intensamente a scopi agricoli. Per il resto le parti basali di alcuni valloni, particolarmente umide anche in estate, sono occupate da praterie mesofile del *Molinio-Arrhenatheretea*, tipiche di suoli periodicamente inondati, mentre formazioni ripariali a *Populus* e *Salix* sono presenti là dove il terreno è più grossolano e con maggiore ricchezza di acqua.

5) Considerazioni conclusive sui suoli

Dal presente studio risulta che la Tenuta di Castelporziano, pur occupando un'area di limitata estensione, è caratterizzata da una notevole variabilità edafica,

che è da correlarsi a diversi fattori, tra cui la natura dei substrati pedogenetici, la morfologia, e non meno importante, la durata dei processi pedoformativi.

Ai diversi litotipi affioranti nel comprensorio corrispondono, come si è visto, tipologie ben definite di suoli, che si differenziano nelle caratteristiche fisico-chimiche e nello spessore del *solum*. Ma questo studio di dettaglio ha dimostrato che anche nell'ambito della stessa tipologia pedologica possono esserci delle variazioni significative delle caratteristiche tessiturali e idrologiche, determinate da cambiamenti anche minimi della situazione topografica, e che queste si riflettono, a loro volta, nella struttura e nella composizione delle comunità vegetali. In particolare, nelle aree coperte da vegetazione naturale, le variazioni della disponibilità idrica del suolo, causate dalla morfologia blandamente ondulata delle unità dunali, sembrano essere il fattore che principalmente condiziona la composizione della foresta, determinando o meno la presenza delle specie più igrofile. Come si è osservato, in particolare, in quei settori ad alta diversità ambientale che sono le «piscine».

Dovendo fare ora una valutazione dei suoli in base alle loro disponibilità di nutrienti, si può senz'altro affermare che quelli derivati dai depositi piroclastici e dai sedimenti alluvionali sono i più dotati di elementi utili alle piante. Questo diverso grado di fertilità dei suoli ha senza dubbio guidato nella scelta della destinazione d'uso dei vari settori della Tenuta: è logico ad es. che le aree destinate alle attività agricole siano state scelte tra quelle con i suoli più fertili e con buone disponibilità idriche e a morfologia subpianeggiante, quindi i plateaux tufacei e molti dei fondi vallivi.

Per quanto riguarda i suoli della duna antica, come si è detto, il loro grado di fertilità è sufficiente a garantire la permanenza della foresta di cerro e farnetto, ma sembra in equilibrio alquanto precario. Infatti dove questa copertura forestale è stata alterata, si riscontra una immediata diminuzione della disponibilità di nutrienti, che in molti casi sembra essere addirittura irreversibile (aree con tuberarieti).

Nei settori in cui la lecceta appare in espansione a spese della farneta, si è ipotizzato che ciò dipenda semplicemente dalla scarsa capacità di rinnovazione delle querce caducifoglie, avendo il bosco di cerro e farnetto ormai raggiunto una fase di senilità, cui si aggiungono varie concause, quali aridità, attacchi di parassiti, ecc. (Giordano, 1992). Ma, accanto a questa causa «naturale», si possono anche considerare delle cause «antropiche», che senz'altro hanno favorito la concorrenza di *Quercus ilex* sulle altre specie di querce: ad es. l'abbassamento della falda, avvenuto in concomitanza con estesi lavori di bonifica idraulica, che ha portato ad una diminuzione delle disponibilità idriche; ed anche in molti casi un depauperamento dei suoli, causato da sovrapascolamento, disboscamenti, incendi, ecc. D'altronde le plantule di *Quercus ilex* e delle altre specie sempreverdi sembrano crescere più rapidamente di quelle delle caducifoglie, soprattutto nelle condizioni di aridità e povertà edafica che si hanno negli orizzonti superficiali sabbiosi dei suoli lisciviati più degradati.

PARTE SPECIALE / VEGETAZIONE

(Bianco P.M., Pignatti S., Tescarollo P.)

1. AMBIENTI COSTIERI

La fascia costiera di Castelporziano è caratterizzata principalmente da depositi sabbiosi appartenenti al sistema della duna recente. Si tratta di sedimenti di origine fluviale continuamente ridistribuiti dalle correnti marine e dal vento che, verso l'interno, tendono ad essere gradualmente colonizzati da comunità vegetali sempre più complesse fino al bosco di leccio.

La serie di vegetazione degli ambienti costieri mediterranei, che si determina a partire dalla linea di costa in funzione della diminuzione della salinità, della riduzione del disturbo di vento e mare e dell'evoluzione del suolo, si sviluppa in fasi diversificate anche nello stesso luogo, seguendo l'avanzare e l'arretrare delle spiagge, in base agli eventi climatici e al regime sedimentario dei corsi d'acqua adiacenti. In situazioni di erosione della costa si assiste ad un arretramento delle associazioni della serie psammofila verso terra con compenetrazione degli elementi caratteristici dei singoli sintaxa (Lucchese, Pignatti, 1990). A questi fattori di costante alterazione si è aggiunta recentemente l'attività antropica che ha reso fram-

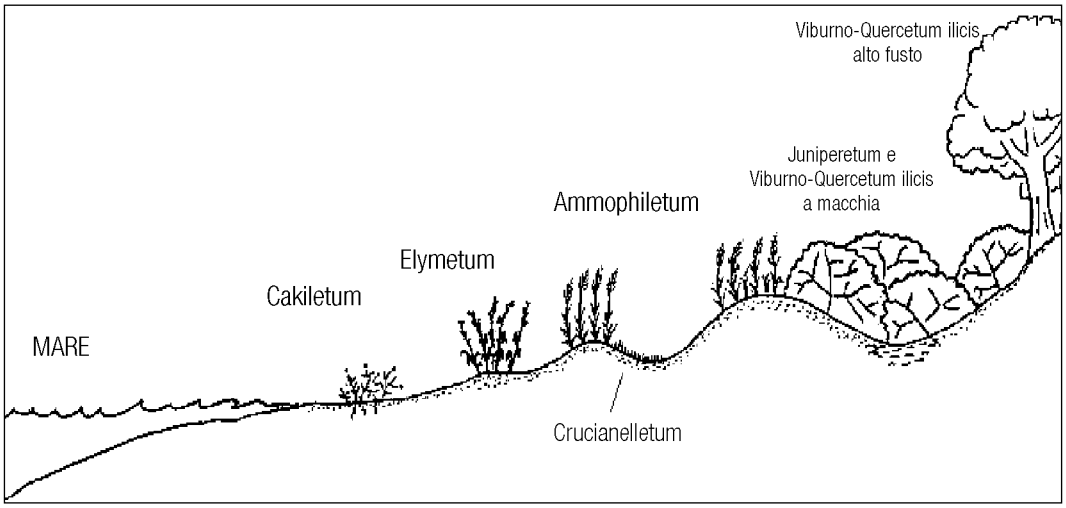


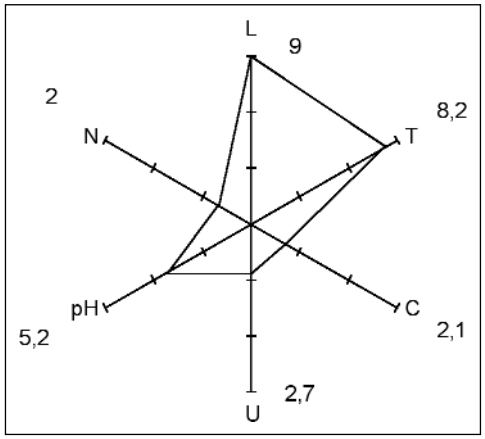
Fig. 1.1. Rappresentazione schematica della serie alopsammofila in località Grotta di Piastra.

mentari gli ambienti originari e conseguentemente le comunità vegetali; spesso, infatti, i litorali sabbiosi italiani sono soggetti a «ripuliture» per favorire la fruizione balneare che portano alla distruzione sistematica delle cinture di vegetazione presenti. A Castelporziano, comunque, più che altrove, è ancora possibile identificare le associazioni vegetali degli ambienti di spiaggia e delle prime dune che caratterizzavano il litorale romano: la serie della vegetazione psammofila comprende formazioni paucispecifiche che sono state riferite, a partire dalla riva del mare, al *Cakiletum maritimae* Pign. 1953, allo *Sporobolo-Elymetum farcti* Géhu 1984 (=*Agropyretum mediterraneum* Br.-Bl. 1933), all'*Ammophiletum arundinaceae* Br.-Bl. 1933 e al *Crucianelletum maritimae* Br.-Bl. 1933 connessi a diversi gradi di alofilia e maturità dei terreni. I popolamenti ad *Ammophila littoralis* e *Elytrigia juncea*, a Castelporziano piuttosto frammentati, altrove del tutto scomparsi, assumono una particolare importanza nei processi di stabilizzazione delle dune costiere.

Cakiletum maritimae
⇓
Sporobolo-Elymetum farcti
⇓
Ammophiletum arundinaceae
⇓
(*Crucianelletum*)
⇓
Juniperetum macrocarpae-phoeniceae
⇓
Viburno-Quercetum ilicis.

Il disturbo antropico a Castelporziano ha, tuttavia, limitato fortemente lo sviluppo del *Cakiletum maritime*, dello *Sporobolo-Elymetum* e dell'*Ammophiletum* mentre sono ben sviluppati i popolamenti a *Ononis variegata* e *Anthemis maritima*. Si tratta di popolamenti pionieri dove, oltre alle specie nominate, troviamo *Eryngium maritimum*, *Pancratium maritimum*, *Crucianella maritima*, *Echinophora spinosa, Medicago marina* e *Calystegia soldanella*. Caratteristici e frequenti sono anche piccoli spiazzi colonizzati da *Cyperus capitatus*, riparati dai grossi cespi di *Ammophila* o sporadici tra le distese di *Ononis*.

Le associazioni che compongono la serie psammofila del litorale di Castelporziano per scarsità di specie non si prestano ad una analisi ecologica singolarmente. In ogni caso, i fattori ecologici esaminati dagli indici di Ellenberg sono simili per ognuna di loro, quindi è plausibile affrontare un discorso unitario. I risultati ottenuti, sulla base dei dieci rilievi della tabella 1, sono alquanto prevedibili ed indicano forte eliofilia e termofilia, unite ad aridità edafica e povertà di nutrienti del suolo. Il pH è spostato verso valori di alcalinità, mentre la condizione di oceanicità risulta in questo caso ancora più marcata.



L	9
T	8,2
C	2,1
U	2,7
pH	5,2
N	2

Fig. 1.2. Ecogramma relativo ai rilievi di vegetazione costiera (vedi tab. 1).

CAKILETEA MARITIMAE Tx. et Preising ex Br.-Bl. et Tx. 1952
Vegetazione pioniera ad annuali alofile delle spiagge sabbiose e ciottolose con massimo sviluppo nella stagione estiva.
Nelle coste tirreniche questa classe, a causa dell'impatto antropico, è spesso assente sulle spiagge o è ridotta a singoli e sparsi individui delle specie caratteristiche. Può ripresentarsi, localizzata, in ambienti di bordo strada e di margine, sempre in prossimità della costa. A Castelporziano è piuttosto sporadica.

Euphorbietalia peplis Tx. 1950
Comunità delle spiagge del Mediterraneo e del Mar Nero.

Euphorbion peplis Tx. 1950
Comunità mediterranee e cantabro-atlantiche ad annuali alonitrofile.

Cakiletum maritimae Pign. 1953
(= *Salsolo-Cakiletum aegypticae* Costa e Manzanet 1981)
Vegetazione pioniera effimera del primo tratto di spiaggia emersa.
Specie caratteristica e dominante: *Cakile maritima*.
Specie frequenti: *Anthemis maritima*, *Sporobolus virginicus*.
Ecologia: associazione pioniera che segue la fascia intertidale della spiaggia priva di vegetazione.
Struttura: popolamenti con copertura in genere inferiore al 20% costituiti essenzialmente da sparsi individui di terofite spesso a portamento prostrato. L'altezza media di questa vegetazione raramente supera i 20 cm.
Dinamica: è il primo stadio dinamico della serie psammofila (vedi fig. 1.1); la sua evoluzione dipende dall'avanzamento o dall'arretramento della spiaggia.
Sintassonomia: la subassociazione *xanthietosum italici* (Pign. 1953) Géhu et Scoppola 1984 descritta per il litorale adriatico (Pignatti, 1952-53; Biondi *et al.*, 1989; Pirone, 1983), per il litorale ionico (Corbetta *et al.*, 1989) e per le coste tirreniche settentrionali (Vagge, Biondi, 1999) sembra essere assente a Castelporziano.
Località: lungo il litorale nelle zone meno disturbate.

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946
(= *Euphorbio paraliae-Ammophiletea australis* J.M. e J. Géhu 1988)
Vegetazione costiera dominata da graminacee rizomatose delle dune mobili e fissate costiere o interne.
Le specie che caratterizzano questa classe concorrono alla dinamica naturale delle dune costiere favorendo l'accumulo di sabbia e quindi la loro stabilizzazione.
A Castelporziano sono attualmente in atto, in zone particolarmente degradate, tentativi di restauro ambientale e ricostituzione delle dune stabili con reimpianto di specie autoctone degli *Ammophiletea*.

Ammophiletalia australis Br.-Bl. (1931) 1933 em. J.-M. et J. Géhu 1988
Vegetazione dominata da graminacee rizomatose delle dune mobili o fissate costiere o interne.

Ammophilion australis Br.-Bl. (1931) 1932 em. J.M. et J. Géhu 1988
Comunità mediterranee e mediterraneo atlantiche delle dune costiere.

Sporobolo-Elymetum farcti [(Br.-Bl. 33) Géhu, Riv. Mart., Tx. 1972)] Géhu 1984
(= *Agropyretum mediterraneum* Br.-Bl. 1933) (tab. 1, ril. 1, 2)
Comunità a *Elytrigia juncea* (*Elymus farctus*) delle dune mobili.
Specie caratteristiche: *Elytrigia juncea*, *Sporobolus virginicus*.
Specie frequenti: *Cyperus capitatus*, *Ammophila littoralis*, *Echinophora spinosa*, *Eryngium maritimum*.
Ecologia: segue tipicamente il *Cakiletum* sviluppandosi nella fascia di transizione tra questo e l'ammofileto e colonizzando le sabbie più mobili a formare dune embrionali; nelle condizioni di disturbo del litorale di Castelporziano appare estremamente frammentato e dislocato.
Struttura: comunità a copertura raramente superiore al 30% caratterizzata da cespi della specie guida alti 50-80 cm, accompagnati da poche altre specie.
Dinamica: nella serie psammofila completa segue il *Cakiletum* e prepara l'avvento dell'Ammofileto. Molto spesso si può trovare in compenetrazione con quest'ultimo o residuale con isolati cespi di *Elytrigia*.
Località: compare sporadicamente lungo la costa spesso in situazioni di mosaico con le altre associazioni psammofile.

Ammophiletum arundinaceae Br.-Bl. (1921) 1933 (tab. 1, ril. 3, 4, 5, 6)
Associazione ad *Ammophila littoralis* delle dune costiere mediterranee.
Specie caratteristica e dominante: *Ammophila littoralis*.
Specie frequenti: *Echinophora spinosa*, *Medicago marina*, *Cyperus capitatus, Eryngium maritimum*.
Ecologia: colonizza le dune mobili. Le foglie basali della specie dominante ostacolano il movimento della sabbia favorendo, insieme alle radici molto sviluppate, la loro stabilizzazione.
Struttura: comunità dominata dai cespi di *Ammophila*, geofita rizomatosa alta dai 60 ai 120 cm, accompagnata da poche altre geofite ed emicriptofite.
Dinamica: Può evolversi direttamente nello *Juniperetum macrocarpae-phoeniceae* o sfumare gradualmente nel *Crucianelletum*, dove quest'ultimo è presente. In presenza di disturbo ed erosione si ha regressione della successione verso lo *Sporobolo-*

Foto 1. *Ammophila arenaria* e *Anthemis maritima* su una piccola duna sul litorale di Grotta di Piastra.

Foto 2. Fioritura di *Anthemis maritima* a ridosso della duna stabile (loc. Grotta di Piastra).

Elymetum e il *Cakiletum* o, più comunemente, appiattimento della serie con impoverimento delle specie caratteristiche.
Località: in frammenti lungo il litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

Helichryso stoechadis-Crucianelletalia maritimae (Sissingh 1974) Géhu, Riv. Mart., Tx. in Géhu 1975
Comunità a camefite delle dune quasi fissate del litorale mediterraneo occidentale e mediterraneo-atlantico.

Crucianellion maritimae Rivas Goday et Riv. Mart. 1963
Vegetazione a camefite dei retroduna.

Crucianelletum maritimae Br.-Bl. (1921) 1933 (tab. 1, ril. 11)
(incl. *Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae* Géhu *et. al.*, 1987)
Comunità litoranea delle dune consolidate con moderato accumulo di humus.
Specie caratteristica: *Crucianella maritima*.
Specie frequenti: *Pancratium maritimum*, *Anthemis maritima*, *Echinophora spinosa*, *Ononis variegata*, *Eryngium maritimum*, *Pseudorlaya pumila.*
Ecologia: vegetazione di transizione tra le comunità psammofile e le prime formazioni arbustive. Si sviluppa principalmente nei primi retroduna con maggiore presenza di suolo e condizioni riparate dai venti marini. A Castelporziano è molto raro: si presenta sempre estremamente frammentato e mai in condizioni rilevabili.
Struttura: formazioni vegetali alte al massimo 50 cm con copertura variabile tra il 25 e il 70%. L'analisi dell'entropia (Marinucci *et al.*, 1980) evidenzia l'alto disordine strutturale di questa associazione, sottolineando in questo modo la sua scarsa specializzazione ed il suo carattere transitorio.
Sintassonomia: alcuni autori (Gehu *et al.*, 1987; Gehu, Biondi, 1994; Vagge, Biondi, 1999) suggeriscono per la Corsica e le coste italiane nord-tirreniche la presenza del *Pycnocomo rutifolii-Crucianelletum maritimae* Géhu *et al.*, 1987, da noi incluso nell'originaria associazione di Braun-Blanquet.
Dinamica: segue l'ammofileto sulle dune e gli interduna più antichi e si pone a diretto contatto con i primi arbusteti.
Località: litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

Popolamenti a Ononis variegata (tab. 1, ril. 7, 8, 9, 10)
Comunità paucispecifiche dominate da *Ononis variegata*.
Specie dominanti: *Ononis variegata*, *Anthemis maritima*.
Ecologia: si sviluppa in condizioni disturbate da movimenti di sabbia, in prossimità degli stabilimenti o nei primi interduna.
Struttura: comunità di specie prostrate alte al massimo 30 cm e talvolta ad elevata copertura che allieta il paesaggio costiero con le sue fioriture precoci.
Sintassonomia: Gehu e Gehu-Franck (1986) hanno descritto per il litorale tunisino il *Sileno coloratae-Ononidetum variegatae*, associazione psammofila che sembrerebbe ben adattarsi alla vegetazione in questione. Tuttavia, data la estrema povertà

floristica dei nostri rilievi, si preferisce non identificare sintassonomicamente tali formazioni, lasciandole a rango di popolamento vegetale.
Dinamica: è conseguenza di un disarticolamento del *Crucianelletum* a causa di forte erosione eolica oppure anche per effetto di impatto antropico.
Località: litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

Tab. 1. **Vegetazione delle spiagge.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ass.ne	SE	SE	AM	AM	AM	AM	OV	OV	OV	OV	CR	
Altezza media (cm)	30	60	70	70	60	30	20	20	15	15	10	
Copertura (%)	20	70	40	70	40	65	50	80	30	40	60	
Superficie ril. (mq)	10	10	10	10	15	20	50	100	20	10	30	Freq.
Specie degli Ammophiletea												
Ononis variegata	+	.	1.3	+	.	2.3	1.3	5.5	1.2	2.2	+	V
Cyperus capitatus	2.2	1.2	+	+	1.2	1.2	1.3	+	1.3	2.2	1.2	V
Anthemis maritima	+	.	+.2	r	1.3	1.3	2.3	1.3	.	.	2.2	IV
Ammophila littoralis	+	+	2.3	3.3	2.3	1.2	.	.	.	.	.	IV
Eryngium maritimum	.	.	.	.	+	+	+	r	1.1	+	+	III
Echinophora spinosa	+	+	+	+	.	.	+	.	.	+	1.1	III
Pancratium maritimum	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	+	II
Elytrigia juncea	+	3.3	.	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Medicago marina	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Sporobolus virginicus	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	+	II
Crucianella maritima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3.3	I
Specie dei Cakiletea												
Cakile maritima	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	III
Euphorbia peplis	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	II
Calystegia soldanella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	I
Compagne												
Plantago macrorrhiza	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Daucus carota ssp. maritimus	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Pseudorlaya pumila	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Cuscuta scandens ssp. cesatiana	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Vulpia fasciculata	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Silene colorata	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Raphanus raphanistrum ssp. landra	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Juniperus oxycedrus	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	I

Località dei rilievi: 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11 Litorale di Grotta di Piastra; 4, 5, 8 Litorale dello chalet.

2. VEGETAZIONE NATANTE O SOMMERSA DELLE ACQUE DOLCI

Tra gli ambienti di maggiore rilevanza naturalistica di Castelporziano vanno indicate le piscine, zone palustri di differente grandezza, che si formano in diversi substrati ed in diversi periodi dell'anno e che determinano una notevole diversità ambientale, ospitando frammenti residuali di una vegetazione ormai quasi completamente scomparsa a causa delle bonifiche. Nel Lazio, oltre a Castelporziano, ne sono presenti pochi esempi isolati al Parco Nazionale del Circeo, a Palo Laziale, al Bosco di Foglino e a Torre Astura. Dal punto di vista idrologico è possibile distinguere due comprensori caratterizzati da piscine alimentate prevalentemente da acque di falda: l'uno nella parte settentrionale della Tenuta (Ortaccio, Malpasso, Ponte Ruffo) e l'altro comprendente le depressioni interdunali litoranee e le zone umide di Tor Paterno; tutta la parte centrale della Tenuta è invece caratterizzata principalmente da piscine alimentate da acque meteoriche (Mecella, com. pers.). In quest'ultimo caso si tratta di depressioni interdunali della Duna Antica in cui l'argilla illuviale ha occluso i fori degli orizzonti profondi sia per liscivazione verticale che obliqua (Biondi, com. pers.). La permanenza della falda è responsabile della diffusione delle associazioni del *Parvopotamion* mentre la periodicità dell'inondazione favorisce le comunità dei *Lemnetea* e del *Ranunculion aquatilis*.

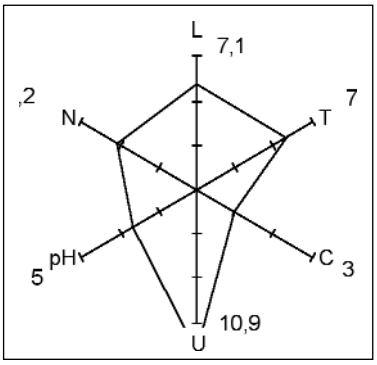
LEMNETEA de Bolos et Masclans 1955
Comunità a pleustofite natanti delle acque dolci, relativamente ricche in nutrienti.
Classe a distribuzione oloartica comprendente associazioni composte da *Lemnaceae* e *Riccia*.

Lemnetalia minoris Tx. 1955
Comunità a piccole pleustofite liberamente natanti di acque dolci, relativamente ricche in nutrienti.
Ordine a distribuzione europea e nord-americana che raggiunge la massima ricchezza floristica in Nord America mentre in ambito mediterraneo si presenta fortemente impoverito.

Lemnion minoris Tx. 1955
Comunità a pleustofite natanti di piccola taglia delle acque eutrofiche ed ipetrofiche. Si sviluppano solitamente in acque basiche o subacide (pH 6,6-9,2), ricche in ioni (soprattutto fosfati e nitrati), nei piccoli stagni, nei bracci morti dei fiumi, nei canali, nelle pozzanghere e nei fossi delle regioni temperate. Le specie del genere *Lemna*, quando trovano condizioni favorevoli al loro sviluppo, formano dei veli pressoché continui sulla superficie delle acque.

Lemnetum minoris Soò 1947 (tab. 2, ril. 1-5)
Comunità natanti monospecifiche a *Lemna minor* diffuse nell'emisfero boreale.
Specie caratteristica e dominante: *Lemna minor*.

Ecologia: acque stagnanti o lentamente fluenti da mesotrofe ad eutrofe a reazione neutra o leggermente acida. È la più produttiva delle specie di *Lemna* e può saltuariamente colonizzare anche pozzanghere e suoli molto fangosi periodicamente inondati.
I dati relativi alla media ponderata degli indici di Ellenberg dei popolamenti a *Lemna minor* a Castelporziano riflettono l'ecologia della specie dominante che presenta un indice di copertura intorno all'80%. Trattandosi di vegetazione acquatica l'indice di umidità sfiora il valore 11. Gli altri indici descrivono una associazione relativamente termofila, oceanica e ben sviluppata in specchi d'acqua aperti e ben luminosi. L'indice di nitrofilia è su valori medio-alti, mentre per l'indice di pH il valore è discutibile in quanto manca il dato di *Lemna minor*.



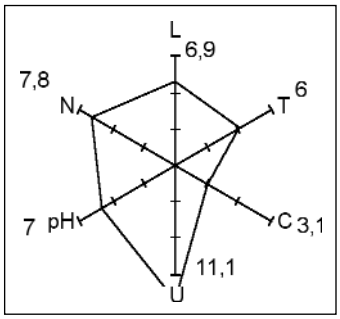
L	7,1
T	7
C	3
U	10,9
pH	5
N	6,2

Fig. 2.1. Ecogramma relativo al *Lemnetum minoris* (ril. 1-5, tab. 2).

Struttura: *Lemna minor* in condizioni ottimali forma un velo pressoché continuo alto pochi millimetri sulla superficie delle acque.
Dinamica: costituisce un aspetto pioniero della vegetazione dei *Lemnetea* cui dovrebbe seguire la colonizzazione da parte di idrofite perenni ma in presenza di forte torbidità dell'acqua, periodici prosciugamenti e ricchezza in nutrienti può permanere indefinitamente.
Sintassonomia: Scoppola (1982), in una revisione della classe *Lemnetea* per l'Italia centrale, non riconosce il *Lemnetum minoris* come associazione indipendente, interpretando questi aspetti vegetazionali come popolamenti pionieri.
Località: canali presso Ortaccio, Valle dell'Oro, Ponte Ruffo, Malpasso.

Lemnetum gibbae (W. Koch 1954) Miyaw. et J. Tx. 1960 em. Scoppola 1982
(tab. 2, ril. 6-7)
Comunità a *Lemna gibba*.
Specie caratteristica e dominante: *Lemna gibba*
Ecologia: diffusa negli stagni e negli alvei fluviali nella regione eurosiberiana e nelle zone mesomediterranee e supramediterranee in corrispondenza di acque ferme o poco fluenti. È in genere considerata indice di una certa mesotrofia e di una relativa

basicità e ricchezza in nutrienti di origine organica del mezzo. *Lemna gibba* risulta inoltre favorita da alte temperature delle acque ed è in grado di ristabilire rapidamente popolamenti a copertura totale anche in presenza di forte disturbo periodico. In tempi recenti ha avuto una notevole espansione in concomitanza con l'aumento di inquinamento ed eutrofizzazione delle acque (Avena, Blasi, Scoppola, 1980).
I valori degli indici di Ellenberg ottenuti per il *Lemnetum gibbae* sono molto simili a quelli del *Lemnetum minoris*, dal quale si differenzia principalmente per una maggiore nitrofilia.



L	6,9
T	6
C	3,1
U	11,1
pH	7
N	7,8

Fig. 2.2. Ecogramma relativo al *Lemnetum gibbae* (ril. 6-7, tab. 2).

Struttura: analoga a quella dei popolamenti a *Lemna minor*.
Dinamica: in condizioni di minore eutrofia e torbidità potrebbe evolvere verso le comunità del *Ranunculion aquatilis* o del *Parvopotamion*. Nella serie di interramento è a diretto contatto con le associazioni dei *Phragmitetalia* e degli *Holoschoenetalia*.
Località: piscina Carbonara, piscine dei Cioccati, canali presso Ortaccio e Valle dell'Oro.

Tab. 2. **Lemnetum minoris e Lemnetum gibbae.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	
Ass.ne	LM	LM	LM	LM	LM	LG	LG	
Copertura (%)	95	100	90	100	100	100	100	
Superficie ril. (mq)	2	3	1	1	1	5	2	
Profondità H_2O (cm)	30	50	20	30	30	20	30	Freq.
Lemna minor	4.4	4.4	4.4	5.5	5.5	.	.	IV
Lemna gibba	.	.	.	.	.	4.4	5.5	II
Berula erecta	1.1	.	.	.	.	.	.	I
Callitriche obtusangula	+	.	.	.	.	.	.	I
Typha latifolia	.	1.2	.	.	.	.	.	I
Zannichellia palustris	.	.	.	.	.	1.1	.	I
Callitriche stagnalis	.	.	.	.	.	+	.	I
Riccia fluitans	.	.	.	.	.	.	+	I
Alghe	1.2	+.2	.	.	.	1.2	+	III

Località dei rilievi: 1 Colonnacce; 2 Valle dell'Oro; 3 Ponte Ruffo; 4 Monti del Pero; 5/6 Cioccati; 7 Carbonara.

Foto 3. Un tappeto di *Lemma gibba* (*Lemnetum gibbae*) copre la superficie di Piscina Carbonara.

POTAMETEA Klika in Klika et Novak 1941
Comunità di piante radicate al fondo, natanti o sommerse delle acque mesotrofe ed eutrofiche.
Classe a distribuzione oloartica comprendente associazioni delle acque lentiche e lentamente fluenti, degli stagni e delle pozze. Spesso si sviluppano in profondità nelle acque che in superficie ospitano le comunità dei *Lemnetea minoris* e risultano condizionate dalla trasparenza e ossigenazione delle acque. Così, a Castelporziano, nelle piscine più torbide, nelle zone umide periodicamente asciutte e nelle pozze fangose troviamo popolamenti paucispecifici a *Callitriche* sp.pl. e *Ranunculus aquatilis* mentre dove le acque sono più chiare e profonde (Ortaccio, Tor Paterno, Ponte Ruffo, Piscina Chiara, Piscine della Dogana, Piscina Infermeria), almeno nel periodo primaverile, quando l'inondamento è maggiore, la flora acquatica, si arricchisce di altre idrofite quali *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton trichoides*, *Zannichellia palustris*.

Callitricho-Potametalia Schipper, Lanjouw et Schaminée in Schaminée et al. 1995
Vegetazione radicata delle acque relativamente ossigenate e dei bordi di aree umide.

Ranunculion peltati Schaminée, Lanjouw et Schipper 1990
Vegetazione anfibia delle acque stagnanti, dei margini di corsi d'acqua, fossi e delle pozze temporanee. Comprende comunità composte da specie con organi sia sommersi che natanti ed in grado di sopportare per un certo periodo il disseccamento. Le associazioni di questa alleanza assumono spesso in ambito mediterraneo uno sviluppo periodico con un massimo vegetativo da autunno a primavera.

Aggruppamento a Callitriche sp.pl. e Ranunculus aquatilis (tab. 3)
Comunità vegetali effimere delle pozze temporanee a fioritura precoce.
Specie caratteristiche e dominanti: *Callitriche truncata*, *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus aquatilis*.
Ecologia: acque ferme o lentamente fluenti, piscine periodicamente asciutte. I popolamenti a *Callitriche stagnalis*, *Callitriche truncata* e *Ranunculus aquatilis* si sviluppano precocemente durante la stagione umida e possono permanere per un certo tempo anche dopo il completo prosciugamento delle pozze; in questo caso alla scomparsa graduale di *Ranunculus aquatilis* corrisponde lo sviluppo di pratelli ascrivibili agli *Isoeto-Nanojuncetea* nei quali le *Callitriche* possono permanere fino all'inizio dell'estate.
Lo spettro corologico ponderato mostra la dominanza delle specie a larga distribuzione, eurasiatiche e oceaniche; in particolare queste ultime risultano favorite dalle condizioni umide e fresche delle radure e dei margini di bosco.

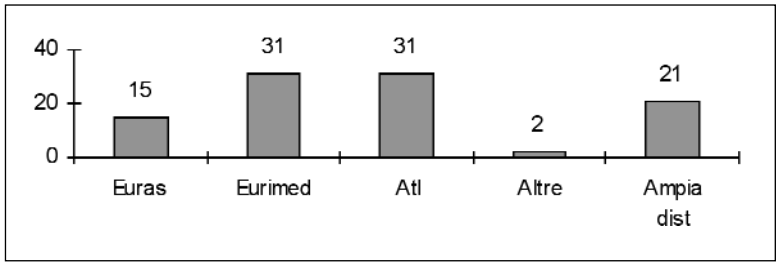
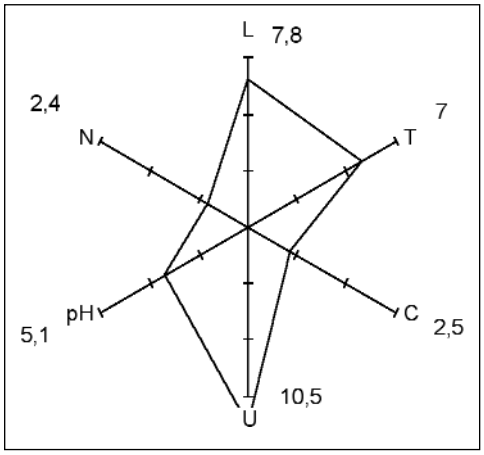


Fig. 2.3. Spettro corologico ponderato dell'aggruppamento vegetale a *Callitriche* sp.pl. e *Ranunculus aquatilis*.

L'ecogramma di questo aggruppamento vegetale presenta valori interessanti. Da notare soprattutto il valore molto basso dell'indice di nitrofilia che evidenzia la sensibilità di questa vegetazione all'inquinamento delle acque. La sua presenza può essere così assunta ad indice di buona qualità ambientale. Gli indici di temperatura e luminosità si attestano su valori alti, mentre è molto basso il valore dell'indice di continentalità, che riflette l'esigenza di un clima caldo-umido senza grandi escursioni termiche. Il dato del pH, infine, indica valori neutri-subalcalini.



L	7,8
T	7
C	2,5
U	10,5
pH	5,1
N	2,4

Fig. 2.4. Ecogramma dell'aggruppamento vegetale a *Callitriche* sp.pl. e *Ranunculus aquatilis* (tab. 3).

I suoli delle piscine periodiche della duna antica sono comunemente degli *Aqualfs* in cui l'accumulo di argilla negli strati inferiori del suolo ha preso forma di un catino sia per liscivazione orizzontale che verticale.

Struttura: comunità idrofitica alta in media pochi centimetri caratterizzata dall'assoluta dominanza delle specie caratteristiche. Lo spettro biologico ponderato mostra una prevalenza di idrofite e terofite, dato che conferma il carattere idrofilo ed effimero di questa vegetazione; buono il contingente delle emicriptofite, parte delle quali derivano da associazioni confinanti.

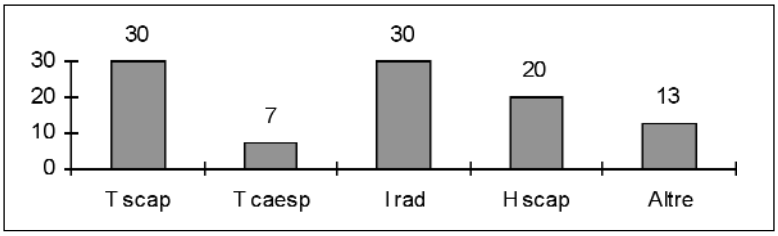


Fig. 2.5. Spettro biologico dell'aggruppamento vegetale a *Callitriche* sp.pl. e *Ranunculus aquatilis* (tab. 3).

Dinamica: nelle zone a maggiore inondazione queste comunità possono trovarsi a contatto con i popolamenti riferibili al *Parvopotamion*, al *Phragmition* o al *Glycerio-Sparganion* mentre nelle stazioni periodicamente asciutte rappresenta l'unica formazione puramente idrofitica. Possono evolvere, seguendo l'interramento, verso

formazioni a *Phragmites australis* su suoli a falda relativamente stabile e ad *Scirpus holoschoenus* su suoli a falda molto variabile, permanendo talvolta le specie guida tra i robusti fusti di giunchi e canne, almeno nel periodo di sommersione.
Queste formazioni hanno mostrato una rapida capacità di colonizzazione nelle zone umide di recente creazione, stabilendosi in pochi anni con popolamenti prossimo naturali e rappresentano una delle emergenze vegetazionali della Tenuta.
Località: comunità diffusa in tutte le aree umide della tenuta con diverse facies.

Tab. 3. **Aggruppamento a Callitriche sp.pl. e Ranunculus aquatilis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Altezza media (cm)	5	5	30	5	15	30	10	50	15	10	5	15	20	5	
Copertura (%)	70	85	70	50	80	60	80	30	40	70	80	90	90	70	
Superficie ril. (mq)	5	5	3	3	5	5	20	10	5	10	15	5	5	10	
Profondità H_2O (cm)	80	60	60	50	30	50	20	5	5	10	5	5	5	5	Freq.
Specie dei Potametea															
Ranunculus aquatilis	+	1	1	+	+	+	1	+	1	1	+	1	2	1	V
Callitriche stagnalis	4	4	3	3	4	2	4	1	1	2	2	1	2	3	V
Callitriche truncata	.	.	.	.	+	.	.	.	1	2	3	2	3	1	III
Potamogeton natans	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Elodea canadensis	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Myriophyllum alterniflorum	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Callitriche obtusangula	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Altre specie															
Ranunculus ophioglossifolius	.	1	.	.	+	1	3	+	+	+	r	+	1	+	IV
Mentha aquatica	.	+	.	.	.	.	2	+	+	+	.	1	.	.	III
Juncus tenageja	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	+	.	.	.	II
Oenanthe fistulosa	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	+	.	.	.	II
Inula viscosa	.	.	.	.	+	.	+	.	r	.	.	.	.	.	II
Eleocharis palustris	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Juncus inflexus	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	I
Myosotis sicula	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	I
Galium debile	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	I
Baldellia ranunculoides	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	r	.	.	I
Brachypodium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	I
Coleostephus myconis	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	I
Lythrum portula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	I
Damasonium alisma	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex riparia	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Samolus valerandi	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I

(*segue Tab. 3*)

Crataegus monogyna	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	I
Ranunculus repens	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
Oenanthe pimpinelloides	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
Rumex crispus	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I
Andryala integrifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I
Mentha pulegium	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
Poa annua	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
Prunus spinosa	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I
Stellaria media	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	I
Ranunculus bulbosus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	I
Lythrum hyssopifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I

Località dei rilievi: 1 Spinaceto; 2 Cioccati; 3, 11, 12, 13 Ponte dei Materiali; 4 Scopone; 5 Parcella 67; 6 Parcella 55; 7 Camilletto; 8, 9, 10, 14 Piscina dei Materiali.

Nupharo-Potametalia Schaminée, Lanjouw et Schipper 1990
Comunità composte da piante radicate, natanti o sommerse delle acque mesotrofiche ed eutrofiche.
Parvopotamion (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1967
Vegetazione a rizofite acquatiche delle acque moderatamente profonde e permanenti, spesso influenzata da vento e onde. Le specie dei generi *Potamogeton*, *Ceratophyllum* e *Myriophyllum*, che caratterizzano queste comunità, formano delle vere e proprie praterie sommerse che coprono il fondo di laghi e stagni fino a 5-6 metri di profondità. Il trofismo delle acque, ed in particolare l'alcalinità, è il fattore primario nella differenziazione delle associazioni incluse in quest'alleanza oltre naturalmente alla periodicità dell'inondazione che a Castelporziano in molte aree umide è il fattore limitante ad un loro sviluppo.

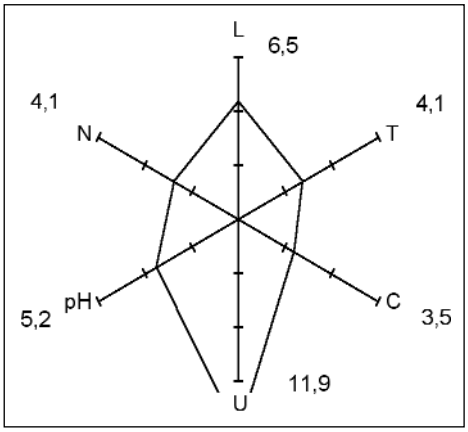
Aggruppamento a Potamogeton crispus (tab. 4, ril. 1)
Specie caratteristica e dominante: *Potamogeton crispus*.
Ecologia: acque correnti o stagnanti a profondità tra i 30 e i 180 cm. Risulta negativamente influenzata da eutrofia e sviluppo algale. Alcuni popolamenti osservati hanno mostrato negli ultimi anni un forte peggioramento dovuto alla presenza di nutrie e alla concimazione a nitrati delle aree circostanti.
Struttura: *Potamogeton crispus* forma fitte praterie subacquee pressoché monospecifiche alte anche più di un metro.
Dinamica: nelle acque correnti la sua evoluzione dipende dalla concentrazione di nutrienti: in condizioni di eutrofia viene rapidamente sostituito da associazioni algali. Nella serie di interramento è seguito dai canneti di sponda.
Sintassonomia: in accordo con Meriaux (1981) e con Baldoni e Biondi (1993) non si riferisce la vegetazione in esame ad una specifica associazione.
Località: Piscine di Ponte Ruffo e Ortaccio e canali limitrofi.

Tab. 4. **Parvopotamion.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4
Ass.ne	POT	MP	MP	ZAN
Altezza media (cm)	70	80	60	70
Copertura (%)	95	90	90	50
Superficie ril. (mq)	5	5	5	5
Profondità H_2O (cm)	10-70	50-100	50-70	50-100
Specie dei Potametea				
Potamogeton crispus	5	.	r	.
Myriophyllum alterniflorum	.	3	3	.
Potamogeton natans	.	4	3	.
Ranunculus aquatilis	.	1	.	+
Callitriche stagnalis	.	+	.	+
Zannichellia palustris	.	.	.	2
Altre specie				
Berula erecta	+	.	.	.
Veronica anagallis-aquatica	r	.	.	.
Iris pseudoacorus	.	.	.	+

Località dei rilievi: 1 Ponte Ruffo; 2 Piscina M.ti del Pero; 3 Piscina del Presidente; 4 Cioccati.

Comunità a Myriophyllum alterniflorum e Potamogeton natans (tab. 4, ril. 2, 3)
Popolamenti a rizofite delle acque oligotrofe.
Specie caratteristiche e dominanti: *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton natans*
Specie frequenti: *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus aquatilis.*
Ecologia: acque da oligotrofe a mesotrofe, a bassa conduttività su substrati poco limosi derivati da formazioni arenacee. Questi popolamenti sono legati ad acque relativamente trasparenti e scompaiono rapidamente in presenza di eutrofia.
Per quanto riguarda l'analisi dello spettro ecologico i dati relativi ai primi quattro indici riflettono la condizione di vegetazione immersa in acque trasparenti dei popolamenti a *Myriophyllum alterniflorum* e *Potamogeton natans*. L'indice relativo al pH descrive una moderata alcalinità delle acque mentre il valore relativamente basso dell'indice di nitrofilia sottolinea la tendenza di questi popolamenti verso acque oligotrofiche.



L	6,5
T	4,1
C	3,5
U	11,9
pH	5,2
N	4,1

Fig. 2.6. Ecogramma della comunità vegetale a *Myriophyllum alterniflorum* e *Potamogeton natans* (tab. 4, ril. 2, 3).

Struttura: praterie sommerse con piante di un metro e più, caratterizzate dall'elevata copertura di *Potamogeton natans*.
Dinamica: si trova normalmente a diretto contatto con le serie dei *Phragmitetea* e può evolvere direttamente verso il *Typhetum* o il *Phragmitetum* oppure verso le comunità elofite del *Glycerio-Sparganion*.
Località: piscine permanenti, spesso in situazioni di mosaico con le associazioni del *Ranunculion aquatilis*.

Zannichellietum palustris (Baumann 1911) G. Lang 1967 (tab. 4, ril. 4)
Fitocenosi a *Zannichellia palustris*.
Specie caratteristica e dominante: *Zannichellia palustris*.
Ecologia: acque calme o moderatamente fluenti, ricche in sali minerali, da alcaline a salmastre a profondità 10-100 cm su substrati limosi e fangosi. Comunità in grado di ricostituirsi anche in presenza di periodici prosciugamenti. Sono marcatamente termofile e si sviluppano preferibilmente in zone ben soleggiate (Baldoni, Biondi, 1993).
Struttura: praterie sommerse a rizofite alte fino a 1 m.
Dinamica: a contatto con le associazioni del *Ranunculion aquatilis* che sostituisce nelle aree umide a maggior inondazione e minor torbidità. Nelle serie di interramento viene sostituita dalla vegetazione degli *Holoschoenetalia* su falda variabile e dei *Phragmitetalia* su falda sempre elevata.
Località: zone maggiormente inondate e soggette a ricambio d'acqua delle piscine di Tor Paterno e dei Cioccati.

3. VEGETAZIONE RIPARIALE E DELLE ZONE PERIODICAMENTE INONDATE

Le zone umide di Castelporziano si sviluppano principalmente sui terreni della duna antica e sono caratterizzate da forti variazioni del livello delle acque che determinano allagamento nel periodo inverno-primavera e completo prosciugamento estivo. Le piscine della duna antica sono costituite da depressioni naturali nelle quali la raccolta e la permanenza dell'acqua sono favorite da strati localizzati a bassa permeabilità. Il sistema deposizionale, corrispondente a sistemi fluvio-deltizi a canali intrecciati, determina la formazione di strati millimetrici irregolari ed ondulati di materiali argillosi ed ossidi di ferro privi di continuità laterale che determinano accumuli d'acqua disomogenei e localizzati in corrispondenza di depressioni morfologiche. In queste condizioni il regime delle acque è legato unicamente all'afflusso meteorico (Mecella, com. pers.). In questi ambienti rivestono particolare rilievo le formazioni a terofite di piccole dimensioni caratterizzate dall'abbondanza di *Mentha pulegium*, *Juncus capitatus*, *Juncus bufonius*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Ranunculus sardous*, *Scirpus cernuus* sviluppati nella tenuta intorno alle piscine, nelle radure periodicamente inondate e spesso sul bordo dei sentieri boschivi. Prima delle bonifiche questo tipo di vegetazione doveva essere molto più frequente

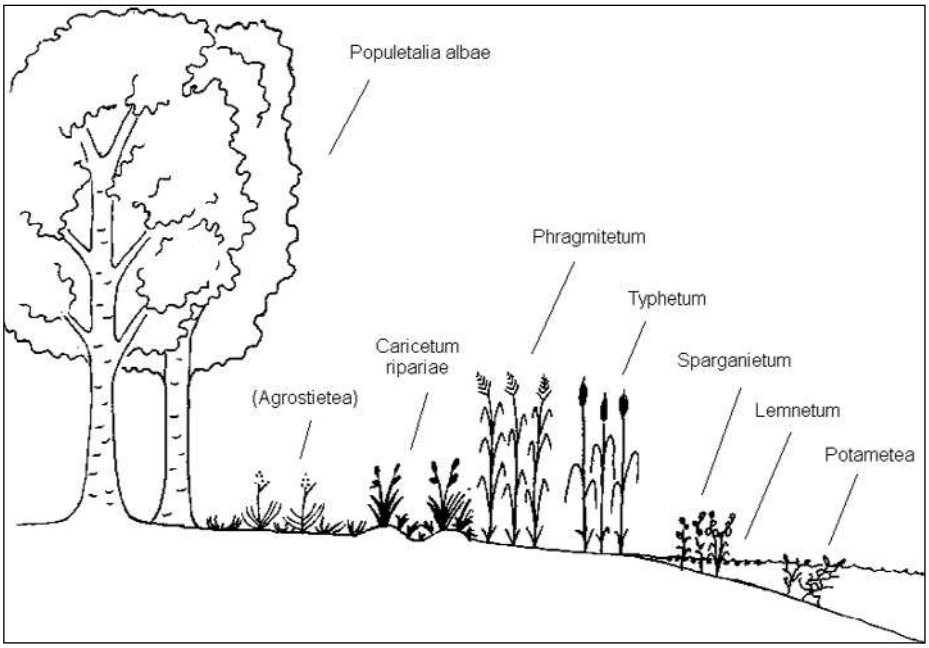


Fig. 3.1. Rappresentazione schematica della serie di vegetazione legata alle zone umide.

in tutta la regione medio tirrenica. Ad essi seguono o si intercalano i giuncheti degli *Holoschoenetalia* o, in condizioni mesofile, del *Caricetum elatae*. Sui suoli alluvionali della parte settentrionale della tenuta la falda è permanente e vi si sviluppano associazioni della serie di interramento dei *Phragmiti-Magnocaricetea*. Popolamenti analoghi ma meno sviluppati e spesso a mosaico con i giuncheti degli *Holoschoenetalia* si trovano nelle zone umide sublitoranee impostate sulla duna antica in condizioni di falda relativamente elevata. Nella zona litoranea, sui suoli della duna recente, troviamo nuovamente la falda affiorante ma in condizioni subalofile: in questo caso si sviluppa l'*Eriantho-Schoenetum*. Sulla duna antica sono stati studiati i terreni delle piscine a partire dal loro centro verso l'esterno (Biondi, Dowgiallo, Di Dio, 1999): si passa da Acqualfs corrispondenti a suoli saturi d'acqua almeno per la maggior parte dell'anno, a sottogruppi acquici degli Xeralfs fino a Xeralfs Tipici. Sulla duna recente si tratta in prevalenza di Xeropsamments aquici con accumuli di carbonati in profondità. La serie dinamica legata alle zone umide di Castelporziano, che va dalla vegetazione sommersa dei *Potametea* alle formazioni arboree dei *Populetalia albae*, è schematicamente rappresentata in fig. 3.1.

ISOËTO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946
Associazioni pioniere, effimere, caratterizzate dalla frequenza di ciperacee nane e terofite dei terreni oligotrofi periodicamente inondati e fangosi.

Nanocyperetalia Klika 1935
Comunità pioniere a terofite, ciperaceae nane e terofite dei terreni oligotrofi periodicamente inondati e fangosi.

Isoetion Br.-Bl. 1931
Comunità a terofite delle pozze temporanee in area mediteranea.
Nelle piccole depressioni legate alla duna antica la relativa abbondanza di silice delle sabbie dei substrati permette una locale prevalenza di specie di questa alleanza quali *Ranunculus sardous*, *Anagallis arvensis ssp. parviflora* e *Lythrum hyssopifolia*.

Radiolo-Isoetetum histricis Chevassut e Quézel 1956
Comunità a nanoterofite ed emicriptofite scapose dei suoli oligotrofi periodicamente inondati.
Specie caratteristiche: Sono caratterizzate dalla presenza costante di *Isoetes histrix*, *Radiola linoides* e *Lythrum portula* accompagnate da altre specie guida di ordine e classe. Quasi tutte le specie presenti in questa associazione sono oggi estremamente rare ed in via di scomparsa a causa della distruzione degli habitat di riferimento.
Ecologia: associazione diffusa su suoli oligotrofi della duna antica soggetti ad allagamenti periodici e ai margini delle piscine più illuminate. Lo spettro corologico ponderato mostra come questa associazione, nonostante l'impronta mediterranea,

sia un rifugio per specie atlantiche e subatlantiche. La preponderanza dell'elemento a larga distribuzione è da riferire alla frequenza e copertura di specie cosmopolite e subcosmopolite degli ambienti umidi quali *Mentha pulegium* (cop. percentuale 19,2), *Juncus bufonius* (3,5) e *Mentha aquatica* (3,3).

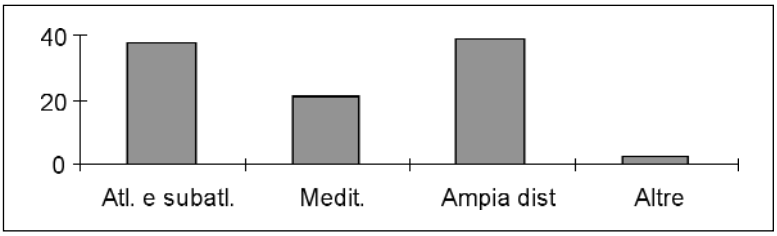


Fig. 3.2. Spettro corologico del *Radiolo-Isoetetum*.

Struttura: Le specie dominanti e caratteristiche sono tipicamente terofite ed emicriptofite scapose di piccole dimensioni (1-10 cm).

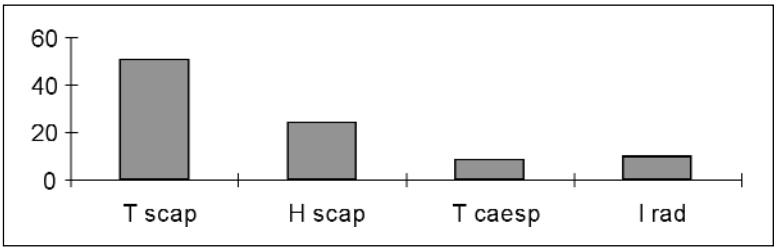


Fig. 3.3. Spettro biologico del *Radiolo-Isoetetum*.

Sintassonomia: Lucchese e Pignatti (1990) segnalano per la costa laziale la presenza dell'*Isoeto-Radioletum* Quézel 1956, già descritto da Anzalone e Caputo (1976) e da Veri *et al.* (1980) per le isole ponziane. In questa associazione, tuttavia, la specie caratteristica è *Isoetes durieui*, non presente nei nostri rilievi. Per la vegetazione in questione si è preferito riferirsi al *Radiolo-Isoetetum histricis* Chevassut e Quézel 1956, segnalato per la Corsica da Gamisans (1991), in base alla presenza di *Isoetes histrix* ed alla somiglianza floristica complessiva.
Località: bordi delle piscine e pozze temporanee della duna antica.

Tab. 5. **Radiolo-Isoetetum histricis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	
Altezza media (cm)	10	10	15	10	15	15	10	
Copertura (%)	40	75	50	40	90	40	60	
Superficie ril. (mq)	3	10	20	3	20	5	2	Freq.
Specie caratteristiche di associazione								
Isoetes histrix	+	+	.	+	+	.	+	IV
Radiola linoides	+	r	.	.	.	+	.	III
Sp. car. Isoetion								
Anagallis arvensis ssp. parviflora	+	+	+	+	+	+	+	V
Ranunculus sardous	.	.	1.2	.	1.1	+	1.1	IV
Linum bienne	.	+	+	.	+	.	+	IV
Myosotis sicula	+	+	+	.	.	.	.	III
Lotus angustissimus	+	.	.	+.2	+	.	.	III
Ranunculus muricatus	.	+	+.2	.	.	.	.	II
Sp. car. Isoeto-Nanojuncetea, Nanocyperetalia								
Mentha pulegium	+	2.2	.	2.3	+	.	.	III
Juncus bufonius	1.2	+	.	1.2	4.4	.	.	III
Juncus capitatus	.	1.2	+	.	.	2.3	+	III
Ranunculus ophioglossifolius	+	+	+	.	.	.	.	III
Cicendia filiformis	+	1.2	.	1.1	.	.	.	III
Lythrum portula	+	.	+	1.1	.	.	.	III
Solenopsis laurentia	+	.	.	+	.	+	.	III
Scirpus cernuus	+	.	+	.	.	.	.	II
Damasonium alisma	+	.	+	.	.	.	.	II
Juncus tenageja	+	.	.	.	.	.	+	II
Juncus hybridus	.	.	.	.	r	1.2	.	II
Riccia sp.	+.2	r	.	+.2	.	.	.	III
Compagne								
Ornithopus pinnatus	+	+	.	+	+	.	.	III
Carex divisa	+	.	.	.	+	.	.	II
Aira caryophyllea	.	2.2	.	.	+	.	.	II
Ranunculus aquatilis	+	.	.	+	.	.	.	II
Mentha aquatica	.	.	1.2	.	.	.	+	II
Sagina apetala	.	.	+	.	.	.	+	II
Hypochoeris glabra	.	+		.	+	.	.	II
Lotus corniculatus	.	+	+	.	.	.	.	II
Rumex bucephalophorus	.	.	.	.	+	+	.	II
Carex flacca	.	+	.	.	+	.	.	II
Sporadiche	5	6	1	0	4	9	3	

Località dei rilievi: 2 Piscina Materiali; 1 Pignocco; 3, 5 Piscina Camilletto; 4 Canali dello Zuccherino; 6 Sughereta; 7 Piscina Chiara.

Nanocyperion flavescentis Koch 1926
Comunità pioniere a ciperaceae e terofite nane dei suoli scoperti periodicamente inondati.
Negli ambienti umidi si nota localmente una particolare abbondanza di specie indicatrici del *Nanocyperion* quali *Scirpus cernuus*, *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*; si tratta di un'alleanza a distribuzione continentale che a Castelporziano sembra legata ad ambienti particolarmente umidi e ombrosi.

Comunità a Ranunculus ophioglossifolius e Callitriche truncata (tab. 6)
Interessantissima comunità vegetale ormai molto rara nella zona medio tirrenica che caratterizza con le belle fioriture precoci di *Ranunculus ophioglossifolius* i bordi fangosi delle piscine e le pozze lungo i sentieri.
Specie dominanti: *Ranunculus ophioglossifolius*, *Callitriche truncata*, *Callitriche stagnalis*, *Mentha pulegium*.
Specie frequenti: *Myosotis sicula*, *Scirpus cernuus*, *Inula viscosa*, *Juncus bufonius*, *Juncus pygmaeus*, *Juncus capitatus*, *Galium debile*, *Ranunculus trichophyllus.*
Ecologia: diffusa in zone più ombrose e umide rispetto alla precedente può anche svilupparsi nella stagione umida in pozze temporanee e canali lungo i sentieri e nelle radure. Lo spettro corologico ponderato ci mostra come questa comunità sia rifugio per specie mesofile. I suoli sono normalmente sottogruppi acquici degli Xeralfs ricchi in sostanza organica solo negli strati superficiali.

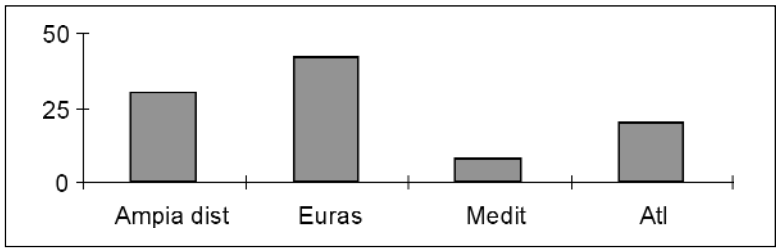


Fig. 3.4. Spettro corologico della comunità vegetale a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*.

Struttura: come le altre associazioni di quest'alleanza è caratterizzata dalla dominanza di terofite ed emicriptofite scapose alte al massimo 30 cm accompagnate spesso da Idrofite radicanti che indicano una transizione stagionale e successionale verso associazioni caratterizzate da maggior inondamento.
Dinamica: risulta dinamicamente connessa alle associazioni del *Ranunculion aquatilis* che borda o sostituisce alla fine della primavera o in funzione del progressivo interramento. Può trovarsi a contatto ed intercalata all'*Holoschoenetum*.
Località: bordi delle piscine, pozze temporanee.

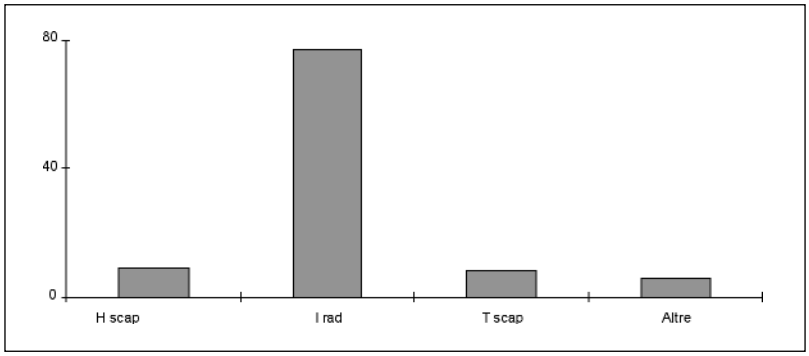


Fig. 3.5. Spettro corologico della comunità vegetale a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*.

Tab. 6. **Comunità a Ranunculus ophioglossifolius e Callitriche truncata.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	
Altezza media (cm)	20	15	30	10	10	15	10	
Copertura (%)	70	60	60	65	60	40	50	
Superficie ril. (mq)	10	7	5	5	6	5	5	Freq.
Sp. car. Nanocyperion								
Ranunculus ophioglossifolius	+	+	+	+	2.2	+	2.2	V
Callitriche truncata	.	+	+	.	.	1.2	2.3	IV
Scirpus cernuus	.	+	+	+	.	.	+	III
Juncus bufonius	.	+	.	+	.	+	+	III
Juncus pygmaeus	r	.	.	+	+	.	.	III
Sp. car. ordine e classe								
Myosotis sicula	+	1.2	1.1	1.3	1.2	+	1.1	V
Mentha pulegium	3.4	3.4	3.4	4.4	4.4	.	.	IV
Inula viscosa	2.2	1.1	1.2	+	1.2	.	.	IV
Galium debile	.	+	.	+	.	+	1.1	III
Juncus capitatus	.	+	+	+	.	+	.	III
Callitriche stagnalis	.	1.2	1.3	.	.	.	.	III
Lythrum portula	.	.	.	+	.	.	1.1	II
Ranunculus sardous	.	.	.	+	.	.	.	I
Juncus tenageja	.	.	.	.	.	1.1	.	I
Riccia sp.	.	r	.	+	.	.	+	III
Compagne								
Juncus inflexus	1.2	+	+	.	.	.	.	III
Mentha aquatica	.	.	.	.	.	1.2	1.2	II
Ranunculus aquatilis	.	.	.	.	.	+	+	II
Sporadiche				1	1	4	7	

Località dei rilievi: 1 Parcella 52; 2 Parcella 67; 3,4 Parcella 55; 5 Camilletto; 6 Ponte Materiali; 7 Piscina Materiali.

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941
Vegetazione ripariale e delle aree paludose dominata da graminacee, grandi carici e cannuccia di palude, spesso povera in specie.
Le associazioni di questa classe sono in genere paucispecifiche: le specie che le caratterizzano si distribuiscono secondo gradienti legati alla periodicità e durata dell'inondazioni e alle caratteristiche dell'acqua e del substrato di radicamento. Queste formazioni sono quindi tipicamente dominate da geofite, emicriptofite ed elofite di grande taglia quali *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia* e *Cyperus longus* che formano cingoli disposti secondo successioni regolari dalle zone perennemente inondate fino a quelle a inondazione periodica e si trovano in continuità con i cariceti e con le praterie mesofile. Dove vi è una certa ossigenazione delle acque, troviamo anche specie del *Glycerio-Sparganion* quali *Berula erecta*, *Apium nodiflorum* e *Nasturtium officinale*.
A Castelporziano le serie che caratterizzano questo tipo di vegetazione sono prevalenti rispetto alle altre formazioni delle aree umide soprattutto nella parte settentrionale del parco su suoli di tipo fluvents, subalcalini (pH 7,5-8,2).

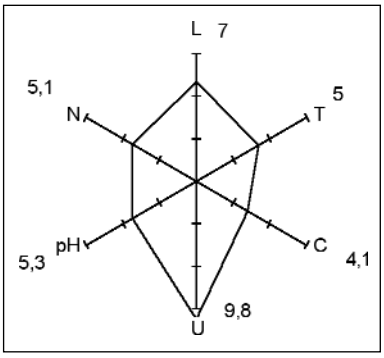
Nasturtio-Glyceretalia Pign. 1953 em. Kopecky in Kopecky et Hejny 1965
Vegetazione dei substrati siltosi lungo le rive dei laghi.
Ordine oloartico largamente rappresentato in Eurasia che comprende comunità a elofite ed emicriptofite semisommerse degli ambienti con acque calme o poco fluenti a scarso contenuto salino.

Sparganio-Glycerion Fluitantis Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942 nom. inv. Oberd. 1957
Vegetazione dominata da sparganiaceae e graminaceae di piccola taglia delle rive di fiumi, specchi d'acqua e fossi. Le associazioni di questa alleanza a distribuzione europea e nordafricana si pongono spazialmente tra le associazioni del *Phragmition* e quelle sommerse dei *Potametea*.

Glycerietum plicatae Kulcz. 1920 em. Oberd. 1954 (tab. 7, ril. 2, 3)
Praterie inondate a *Glyceria notata* (*Glyceria plicata*) dominante.
Specie caratteristiche: *Glyceria notata*, *Apium nodiflorum*.
Specie frequenti: *Veronica anagallis-aquatica*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale* e *Scrophularia auriculata* (*Scrophularia aquatica*).
Ecologia: si tratta di un'associazione largamente rappresentata in Europa media negli ambienti umidi percorsi da acque correnti e permanentemente allagati; in area mediterranea e submediterranea cresce piuttosto frammentaria e localizzata in ambienti con situazioni microclimatiche particolari. Si sviluppa in condizioni di buona illuminazione in riferimento all'eliofilia della specie dominante.
Struttura: formazioni vegetali a copertura alta ma raramente totale, con altezze oscillanti tra 50 cm ed un metro.

Località: si può osservare nelle acque poco profonde presso Piscina Infermeria, Ortaccio, Malpasso e Ponte Ruffo.

Sparganietum erecti Roll 1938 (tab. 7, ril. 1)
Vegetazione inondata a dominanza di *Sparganium erectum*.
Specie caratteristica e dominante: *Sparganium erectum*.
Specie frequenti: *Solanum dulcamara*, *Lythrum salicaria*, *Calystegia sepium*, *Lycopus europaeus*, *Berula erecta*, *Apium nodiflorum*, *Veronica anagallis-aquatica* e *Mentha aquatica*.
Ecologia: lo *Sparganietum* è una comunità che si sviluppa tipicamente in acque da mesotrofe a moderatamente eutrofe ed è connesso in genere ad un certo ricambio e livello costante delle acque.
L'analisi degli indici di Ellenberg per la vegetazione a *Sparganium erectum* risalta la sua tendenza a svilupparsi in acque poco profonde, moderatamente ricche in sostanza organica a pH neutro-subalcalino. Dall'indice di luminosità si evince inoltre una discreta eliofilia, mentre temperatura e continentalità sono su valori medi.



L	7,0
T	5
C	4,1
U	9,8
pH	5,3
N	5,1

Fig. 3.6. Ecogramma relativo allo *Sparganietum erecti* (tab. 7, ril. 1).

Struttura: si riconoscono due strati distinti: lo strato superiore è dominato da *Sparganium erectum*, elofita eurasiatica alta fino a 1,5 m; lo strato inferiore solitamente non raggiunge il metro di altezza ed è composto generalmente da pochi esemplari delle specie citate in precedenza.
Dinamica: nella serie d'interramento è seguita o si intercala con il *Typhetum latifoliae* o il *Phragmitetum australis*.
Località: Ortaccio, Canali presso Ponte Ruffo.

Tab. 7. **Sparganio-Glycerion.**

N. ril. in tab.	1	2	3
Ass.ne	SE	GP	GP
Altezza media (cm)	70	80	90
Copertura (%)	100	60	100
Superficie ril. (mq)	10	10	10
Profondità H_2O (cm)	10-30	50-80	0-30
Car. classe, ordine, alleanza			
Sparganium erectum	4.4	.	.
Glyceria notata	.	3.3	+
Berula erecta	+	+	5.5
Apium nodiflorum	r	.	.
Lycopus europaeus	1.2	.	.
Veronica anagallis-aquatica	r	+	+
Typha latifolia	.	.	+
Nasturtium officinale	.	r	.
Compagne			
Lythrum salicaria	+	.	.
Callitriche obtusangula	+	.	.
Mentha aquatica	+	.	.
Scrophularia auriculata	.	+	.
Callitriche stagnalis	.	+	.
Cirsium creticum	.	.	+
Galega officinalis	.	.	+
Juncus inflexus	.	.	+
Poa trivialis	.	.	+
Agrostis stolonifera	.	.	+
Cloroficee	.	2.3	+

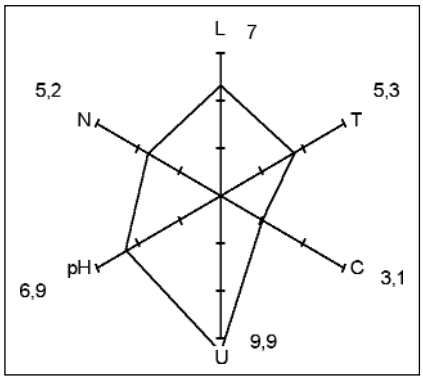
Località dei rilievi: 1 Ortaccio; 2 Ponte Ruffo; 3 Ortaccio.

Phragmitetalia Koch 1926
Vegetazione delle paludi e degli acquitrini dominata da graminoidi, carici ed elofite. Comprende comunità delle acque poco profonde ferme o a lento corso formanti delle cinture intorno agli specchi d'acqua dolce o salmastra.

Phragmition australis Koch 1926
Vegetazione dominata da graminoidi di alta taglia delle acque ferme o poco mosse e degli acquitrini inondati d'inverno.
Le associazioni di questa alleanza caratterizzano in ambiente mediterraneo gli habi-

tat con suolo inondato o molto umido anche d'estate. Queste cenosi elofitiche sono quindi ben sviluppate solo nelle piscine maggiori (Tor Paterno, Ortaccio, Ponte Ruffo) e comprendono prevalentemente formazioni a *Phragmites australis* dominante*; Typha latifolia,* più igrofila, è frequente solo nelle aree permanentemente inondate della zona settentrionale della Tenuta (Ortaccio, Ponte Ruffo).

Phragmitetum australis (Allorge 1921) Pign. 1953 (tab. 8)
Specie caratteristica e dominante: *Phragmites australis*.
Specie frequenti: *Iris pseudoacorus*, *Veronica beccabunga*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Apium nodiflorum*, *Typha latifolia*.
Varianti: frequente una variante ad *Iris pseudacorus* notevole per le splendide fioriture.
Ecologia: il *Phragmitetum* è legato a zone con lunga inondazione o comunque con falda affiorante. *Phragmites australis* è una specie a larga ecologia che forma popolamenti in cui è dominante in zone periodicamente o permanentemente inondate e in una varietà estrema di situazioni trofiche e di substrato. Tra le specie palustri è una delle più produttive e può ricolonizzare rapidamente stazioni disturbate. Il *Phragmitetum australis* è ampiamente diffuso in tutta Europa negli ambienti di transizione tra acque aperte e praterie inondate, al bordo dei canali anche artificiali, nei laghi, nelle paludi e nelle lagune con un gran numero di facies. A Castelporziano risulta influenzato dalla periodicità dell'inondazione e dalla profondità della falda: nelle zone umide soggette a disseccamento estivo si rarefà notevolmente. Lo spettro ecologico ponderato della vegetazione a *Phragmites australis* rispecchia le esigenze ambientali di questa associazione igrofila. L'indice di umidità sfiora il valore 10, mentre quello di continentalità risulta notevolmente basso. Gli altri indici delineano una buona eliofilia ed una moderata termofilia. Il pH risulta nettamente orientato verso valori di alcalinità, mentre il dato di nitrofilia si attesta su valori medi.



L	7,0
T	5,3
C	3,1
U	9,9
pH	6,9
N	5,2

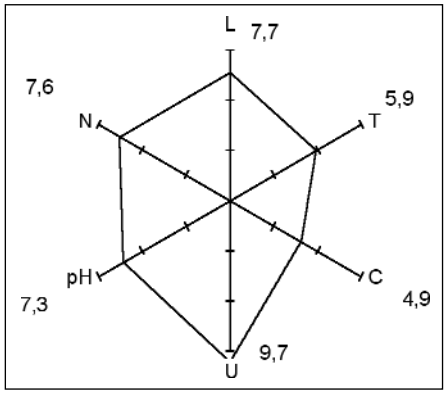
Fig. 3.7. Ecogramma relativo al *Phragmitetum australis* (tab. 8).

Struttura: canneti alti anche più di 3 m dominati dalla specie guida.
Dinamica: può evolvere verso le praterie a grandi carici o direttamente verso i boschi umidi attraverso facies a *Rubus caesius*.
Località: Tor Paterno, Ortaccio e poche altre piscine.

Tab. 8. **Phragmitetum australis.**

Altezza media (m)	3	Apium nodiflorum	+
Copertura (%)	90	Mentha aquatica	+
Superficie ril. (mq)	30	Lythrum salicaria	r
Car. Phragmitetum		**Compagne**	
Phragmites australis	5.5	Scirpus holoschoenus	+
		Rumex conglomeratus	+
Car. ordine superiore		Elodea canadensis	+
Iris pseudacorus	1.2	Juncus inflexus	+
Lycopus europaeus	+	Stellaria aquatica	r

Typhetum latifoliae (Soò 1927) Lang 1973 (tab. 9)
Canneti caratterizzati dall'elevata copertura di *Typha latifolia* accompagnata da altre specie dei *Phragmitetea* o *Magnocaricetea* usualmente a scarsa copertura.
Specie caratteristica e dominante: *Typha latifolia*.
Specie frequenti: *Veronica beccabunga*, *Glyceria notata*.
Ecologia: il *Typhetum latifoliae* è caratteristico di acque calme o poco fluenti da mesotrofe ad eutrofe, su suoli argillosi basici. Si tratta di comunità legate a profondità dell'acqua variabili da pochi centimetri ad oltre un metro. Risente negativamente delle attività agricole. Rappresenta il secondo tipo di canneto igrofilo dopo il *Phragmitetum* presente a Castelporziano. Sebbene a volte questi due tipi vegetazionali possano trovarsi a contatto o addirittura compenetrati l'uno nell'altro esistono alcune differenze ecologiche evidenziate dall'analisi degli indici di Ellenberg. Il dato più evidente è quello dell'indice di nitrofilia che risulta ben più alto in questo caso, evidenziando così la possibilità di sviluppo del *Typhetum* anche in acque relativamente eutrofizzate. Anche luminosità, temperatura e continentalità sono sostanzialmente maggiori, mentre i dati relativi a pH e umidità sono più o meno simili.
Struttura: canneti inondati alti fino a 2 m.
Dinamica: ove trova condizioni ideali si sviluppa solitamente tra lo *Sparganietum* e il *Phragmitetum* o a mosaico con essi. L'evoluzione verso l'una o l'altra comunità dipende dalle variazioni della falda.
Località: zone umide nella parte settentrionale della Tenuta.



L	7,7
T	5,9
C	4,9
U	9,7
pH	7,3
N	7,6

Fig. 3.8. Ecogramma relativo al *Typhetum latifoliae* (tab. 9).

Tab. 9. **Typhetum latifoliae.**

N° ril. in tab.	1	2	Sparganium erectum	1.2	.
Altezza media (m)	3	3	Nasturtium officinale	+	.
Copertura (%)	80	80	Veronica anagallis-aquatica	+	.
Superficie ril. (mq)	20	30	Carex otrubae	r	+
Profondità H_2O (cm)	30	50	Berula erecta	+	.
			Iris pseudacorus	.	+
Car. Typhetum					
Typha latifolia	3.4	4.4	**Compagne**		
			Lythrum salicaria	+	.
Car. di ordine superiore			Salix alba	.	1
Glyceria notata	+	+	Apium inundatum	.	+
Lycopus europaeus	+	+	Rubus caesius (pl)	.	+
Veronica beccabunga	+	+	Scirpus holoschoenus	.	+
Mentha aquatica	+	+			

Località dei rilievi: 1 Ortaccio; 2 Ponte Ruffo.

Magnocaricetalia Pign. 1954
Magnocaricion elatae Koch 1926 em. Neuhäusl 1957
Ordine e alleanza caratterizzati da comunità a dominanza di giunchi e carici di grandi dimensioni delle acque ferme o poco mosse soggette a prosciugamento. Le specie che le costituiscono contribuiscono con le loro radici e rizomi a stabilizzare le rive. Nel nostro caso, per motivi climatici, sono rappresentati da popolamenti estremamente impoveriti delle zone umide a falda permanente.

Caricetum ripariae Knapp et Stoffers 1962 (tab. 10)
Prati palustri e ripariali a *Carex riparia* dominante.
Specie caratteristica e dominante: *Carex riparia*.
Specie frequenti: *Carex otrubae*, *Cyperus longus*, *Poa trivialis*, *Symphytum officinale*.

Ecologia: formazioni legate ad ambienti permanentemente umidi e almeno periodicamente inondati da acque da mesotrofe ad eutrofe, su suoli subneutri siltosi diffuse in buona parte d'Europa. Questa associazione forma parte della serie ripariale che si interrompe bruscamente in corrispondenza delle zone agricole. A Castelporziano queste formazioni sono suscettibili di ulteriore evoluzione e confinate nelle zone umide di recente creazione; mostrano comunque l'aspetto tipico con larga dominanza dell'elemento eurasiatico.

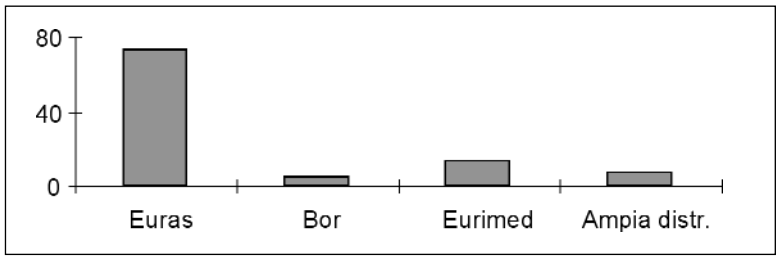
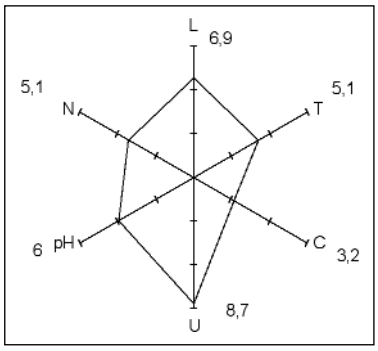


Fig. 3.9. Spettro corologico del *Caricetum ripariae*.

I valori degli indici di Ellenberg del *Caricetum ripariae* sono in gran parte simili a quelli del *Caricetum otrubae* (cfr. cap. 4), essendo i due sintaxa legati tra loro dinamicamente. La posizione dinamica del *Caricetum ripariae* rispetto al *C. otrubae* che la segue nella serie di interramento viene confermata da un valore più alto dell'indice di umidità e da un valore più basso di quello di continentalità. Risultano inoltre leggermente più bassi anche gli indici di luminosità, temperatura e pH.



L	6,9
T	5,1
C	3,2
U	8,7
pH	6
N	5,1

Fig. 3.10. Ecogramma relativo al *Caricetum ripariae*.

Struttura: cariceti alti fino a 150 cm dominati dalla specie guida accompagnata da altre elofite e geofite rizomatose a scarsa frequenza e copertura.
Dinamica: segue il *Phragmitetum* nella serie di interramento.
Località: zone umide di Ortaccio, Ponte Ruffo e Tor Paterno.

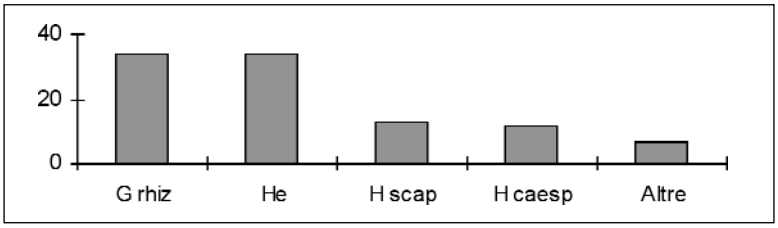


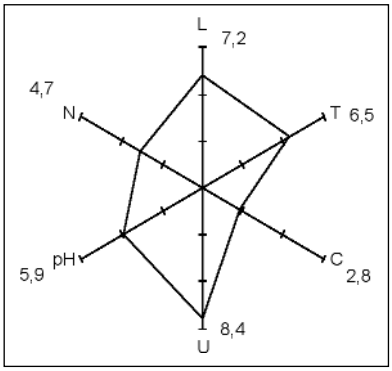
Fig. 3.11. Spettro biologico del *Caricetum ripariae*.

Tab. 10. **Caricetum ripariae.**

N° ril. in tab.	1	2	**Compagne**		
Altezza media (cm)	120	120	Cyperus longus	r	+
Copertura (%)	90	100	Poa trivialis	+	2.3
Superficie ril. (mq)	20	50	Ranunculus bulbosus	+	1.1
			Symphytum officinale	+	+
Car. associazione			Ranunculus repens	1.2	.
Carex riparia	4.4	4.4	Rumex crispus	+	.
			Carduus pycnocephalus	r	.
Car. di ordine superiore			Galium album	.	1.2
Carex otrubae	1.3	+.2	Holcus lanatus	.	1.3
Carex acutiformis	+.2	2.3	Cirsium creticum	.	+
Lythrum salicaria	+	.	Calystegia sepium	.	+
Typha angustifolia	r	.	Eupatorium cannabinum	.	+
Carex elata	.	r	Equisetum telmateja	.	+
Galium elongatum	+	1.2	Rumex pulcher	.	+
			Urtica dioica	.	+
			Ranunculus sardous	.	+

Località dei rilievi: 1 Ortaccio; 2 Ponte Ruffo.

Caricetum elatae Koch 1926 (tab. 11)
Associazione caratterizzata dalla presenza di *Carex elata* dei bordi delle piscine e delle radure dei boschi allagati.
Specie caratteristiche e dominanti: *Carex elata, Juncus effusus*.
Specie frequenti: *Juncus conglomeratus*, *Galium debile*, *Ranunculus muricatus*, *Mentha aquatica*.
Ecologia: si tratta di popolamenti delle zone a inondazione variabile che rispetto ai due cariceti sopra analizzati si caratterizzano per una maggiore termofilia ed una continentalità più bassa, indicando in questo senso la netta preferenza di questa vegetazione verso microhabitat caldo-umidi con buona luminosità. L'indice di pH dà ancora un valore neutro-subalcalino, mentre sono più bassi i valori di nitrofilia.



L	7,2
T	6,5
C	2,8
U	8,4
pH	5,9
N	4,7

Fig. 3.12. Ecogramma relativo al *Caricetum elatae* (tab. 11).

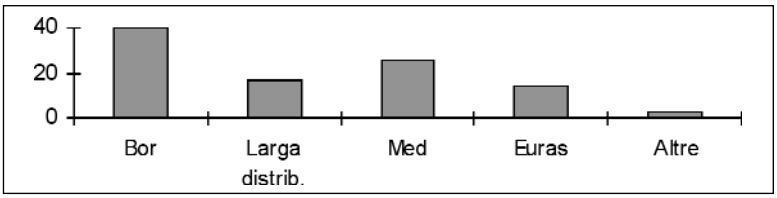


Fig. 3.13. Spettro corologico del *Caricetum elatae*.

Struttura: popolamenti dominati da giunchi, carici ed emicriptofite cespitose alte fino a 1,5 metri.

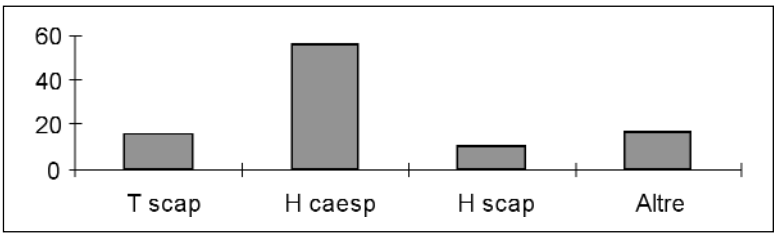


Fig. 3.14. Spettro biologico del *Caricetum elatae*.

Dinamica: a Castelporziano sono normalmente connessi alle serie del *Querco-Ulmetum* e del *Carici-Fraxinetum*.
Località: radure delle boscaglie umide adiacenti allo Stradone dei Canali, piscine del Tellinaro, piscine dei Cioccati e zone umide di Capocotta e Scopone.

Tab. 11. **Caricetum elatae.**

N° ril. in tab.	1	2	3	**Compagne**			
Altezza media (cm)	100	120	140	Juncus effusus	1.2	1.2	1.2
Copertura (%)	60	40	60	Mentha aquatica	+	+	+
Superficie ril. (mq)	10	20	10	Juncus conglomeratus	2.3	2.3	.
				Ranunculus muricatus	+	+	.
Car. associazione				Myosotis sicula	+	+	.
Carex elata	1.2	1.2	2.3	Agrostis stolonifera	+	+	.
				Juncus depauperatus	.	+	.
Car. di ordine superiore				Scirpus holoschoenus	.	.	+
Galium debile	+	+	+	Juncus inflexus	.	.	+
Carex pendula	+	.	.	Deschampsia caespitosa	.	.	+
Apium inundatum	.	.	+				
Oenanthe fistulosa	.	.	r				

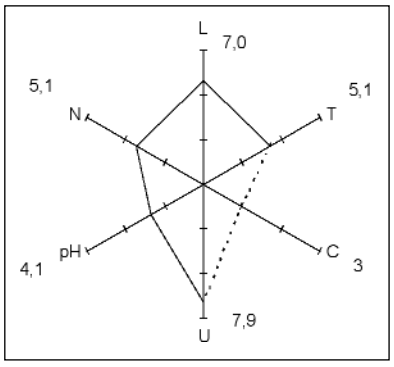
Località dei rilievi: 1 Scopone; 2 Cioccati; 3 Tellinaro.

BIDENTETEA TRIPARTITI Tx., Lohm. et Preising ex von Rochow 1951
Vegetazione pioniera, principalmente a specie annuali nitrofile a fioritura estiva dei suoli fangosi periodicamente inondati.

Bidentetalia tripartitate Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 1944
Vegetazione pioniera di ambienti umidi su fango ricco in composti azotati.

Bidention tripartitae Nordhagen 1940 em. Tx. in Poli et J. Tx.1960
Aspetti igronitrofili a specie annuali dei depositi sabbioso-limosi ricchi in sali ammoniacali.

Bidenti-Polygonetum hydropiperis (W. Koch 1926) Lohm. 1950 (tab. 12)
Comprendiamo in questa associazione popolamenti caratterizzati dalla dominanza di *Persicaria hydropiper* (*Polygonum hydropiper*).



L	7,0
T	5,1
C	3
U	7,9
pH	4,1
N	5,1

Fig. 3.15. Ecogramma relativo al *Bidenti-Polygonetum hydropiperis* (tab. 12).

Specie caratteristiche: *Persicaria hydropiper*, *Bidens tripartita (r)*, *Bidens frondosa (r).*
Ecologia: terreni periodicamente inondati ricchi in composti azotati.
La ponderazione degli indici di Ellenberg per il *Polygonetum hydropiperis* presenta dati del tutto confrontabili con quelli della specie dominante *Persicaria hydropiper*, che ha un valore di copertura percentuale del 90%. La possibilità di colonizzare suoli periodicamente inondati in buone condizione di luce è sottolineata dall'alto valore degli indici di umidità e luminosità. Il pH è leggermente spostato verso la subacidità, mentre per i nutrienti siamo in situazione di mesotrofia.
Struttura: comunità caratterizzata essenzialmente dai fitti cespi di *Persicaria hydropiper*.
Località: frequente nei canali della zona centrale della Tenuta.

Tab. 12. **Bidenti-Polygonetum hydropiperis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	
Altezza media (cm)	40	50	40	30	
Copertura (%)	80	90	100	95	
Superficie ril. (mq)	10	5	5	50	Freq.
Car. di associazione e ordine superiore					
Persicaria hydropiper	5.5	5.5	5.5	4.4	V
Bidens tripartita	+	.	+	.	III
Bidens frondosa	.	+	+	.	III
Echinochloa crus-galli	+	.	.	.	I
Compagne					
Rumex crispus	+	+	+	.	IV
Poa trivialis	+	.	+	+	IV
Scirpus holoschoenus	+	+	.	.	III
Rumex pulcher	+	.	+	.	III
Carex otrubae	.	+	+	.	III
Potentilla reptans	.	+	+	.	III
Veronica anagallis-aquatica	.	+	.	+	III
Ranunculus ophioglossifolius	.	+	.	+	III
Veronica scutellata	+	.	.	.	I
Ranunculus repens	+	.	.	.	I
Lolium perenne	+	.	.	.	I
Oxalis dillenii	.	+	.	.	I
Cardamine parviflora	.	+	.	.	I
Ranunculus sardous	.	+	.	.	I
Galega officinalis	.	.	.	1.2	I
Iris pseudacorus	.	.	.	1.2	I
Juncus inflexus	.	.	.	+	I

Foto 4. *Polygonetum hydropiperis* presso lo Stradone del Telefono.

(*segue Tab. 12*)					
Chenopodium ambrosioides	.	.	.	+	I
Hedera helix (pl)	.	.	.	+	I
Isoetes histrix	.	.	.	+	I
Juncus tenageja	.	.	.	+	I
Ranunculus trichophyllus	.	.	.	+	I
Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa (pl)	.	.	.	+	I

Località dei rilievi: 1 parcella 44; 2 Dogana; 3 Tre Cannelle; 4 Stradone del Telefono.

(*MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937*)
Si inserisce a questo punto, per continuità ambientale, la vegetazione degli Holoschoenetalia, ordine riferito alla classe Molinio-Arrhenatheretea. Per una più completa trattazione di tale classe si rimanda al capitolo 4, dedicato alle praterie mesofile.

Holoschoenetalia Br.-Bl. (1931) 1947
Praterie mediterranee a ciperacee, giuncacee e graminacee di grande taglia sviluppate su suoli profondi umidi generalmente inondati in inverno-primavera e asciutti nel periodo estivo almeno nello strato superiore. Sono spesso connesse ai processi di disseccamento di paludi e stagni costieri submediterranei.

Molinio-Holoschoenion Br.-Bl. 1947
Praterie mediterranee dei suoli inondati in inverno-primavera e asciutti d'estate dominate da giuncacee e ciperacee di grande taglia.
Sono riferibili a questa alleanza i giuncheti caratterizzati dall'abbondanza di *Scirpus holoschoenus*, *Juncus inflexus*, *Juncus effusus* e *Juncus conglomeratus* e dalla presenza di *Carex pallescens*, *Beckmannia eruciformis*, *Cardamine parviflora*, *Veronica scutellata*, *Cyperus longus*, *Calamagrostis epigejos*.

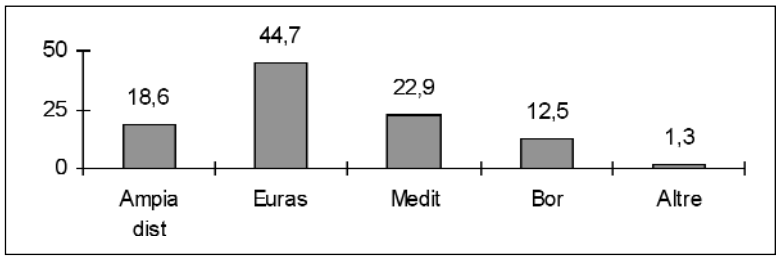


Fig. 3.16. Spettro corologico delle associazioni riferite al *Molinio-Holoschoenion*.

Lo spettro corologico ponderato mostra una dominanza delle specie eurasiatiche, in ambiente mediterraneo spesso legate a questo tipo di habitat. È comunque presente un buon contingente di specie mediterranee a testimonianza della posizione geografica dell'area di studio.

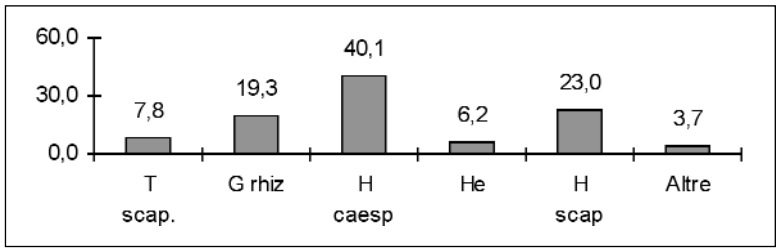


Fig. 3.17. Spettro biologico delle associazioni riferite al *Molinio-Holoschoenion*.

Per quel che riguarda l'analisi delle forme biologiche si nota una netta prevalenza delle emicriptofite, soprattutto del sottotipo cespitose, che rappresentano l'elemento strutturale tipico delle praterie dell'*Holoschoenion*.

Tab. 13. **Molinio-Holoschoenion.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	
Ass.ne	JH	JH	JH	JH	JH	CE	
Altezza media (cm)	120	120	130	100	160	160	
Copertura (%)	40	40	90	60	60	70	
Superficie ril. (mq)	5	10	10	50	70	20	Freq.
Caratteristiche di aggruppamento e di ordine superiore							
Juncus inflexus	2.2	2.3	+	4.4	5.5	1.2	V
Scirpus holoschoenus	.	2.2	3.3	+	.	+	IV
Calamagrostis epigejos	.	.	.	.	+	3.3	II
Mentha aquatica	.	.	+.2	+	.	.	II
Juncus effusus	.	+.2	.	.	.	.	I
Galega officinalis	.	.	+	.	.	.	I
Poa trivialis	.	.	.	.	.	+	I
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	+	.	.	I
Juncus conglomeratus	.	.	.	+	.	.	I
Silene flos-cuculi	.	.	.	+	.	.	I
Potentilla reptans	.	.	.	+	.	.	I
Ranunculus sardous	.	.	.	+	.	.	I
Veronica serpyllifolia	.	.	.	+	.	.	I
Ranunculus bulbosus	.	.	.	+	.	.	I
Compagne							
Inula viscosa	.	.	+	1.2	+	1.2	IV
Cardamine parviflora	.	.	.	+	+	+	III
Galium debile	.	.	.	+	1.1	+	III
Mentha pulegium	.	.	.	1.1	3.2	2.1	III
Ranunculus ophioglossifolius	.	.	.	1.1	1.1	1.1	III
Carex pallescens	.	1.2	.	+	.	.	II
Cyperus longus ssp. badius	.	.	.	1.2	+	.	II
Iris pseudacorus	.	.	1.3	+	.	.	II
Myosotis sicula	.	.	.	+	.	+	II
Rumex sanguineus	.	.	.	+	+	.	II
Beckmannia eruciformis	+	.	.	.	.	.	I
Nasturtium officinale	+	.	.	.	.	.	I
Plantago major	+	.	.	.	.	.	I
Ranunculus sceleratus	1.1	.	.	.	.	.	I
Veronica anagallis-aquatica	1.1	.	.	.	.	.	I
Carex pendula	.	+	.	.	.	.	I
Carex riparia	.	.	2.3	.	.	.	I
Callitriche truncata	.	.	+	.	.	.	I

(*segue Tab. 13*)							
Rubus caesius (pl.)	.	.	+	.	.	.	I
Alisma lanceolatum	.	.	.	+	.	.	I
Callitriche stagnalis	.	.	.	+	.	.	I
Oenanthe fistulosa	.	.	.	+	.	.	I
Oenanthe pimpinelloides	.	.	.	.	+	.	I
Samolus valerandi	.	.	.	.	1.3	.	I

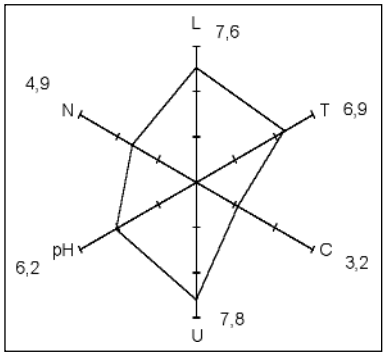
Località dei rilievi: 1 Piscina Presidente; 2 Scopone; 3 Tor Paterno; 4 le Colonnacce; 5 Selciarella; 6 Tellinaro.

Comunità a Juncus inflexus e Scirpus holoschoenus (tab. 13, ril. 1, 2, 3, 4, 5)
Formazioni erbacee dense a *Scirpus holoschoenus* e *Juncus inflexus* dei suoli arenosi ad idromorfia temporanea.
Specie caratteristiche: *Juncus inflexus*, *Scirpus holoschoenus* (*Holoschoenus romanus*).
Specie frequenti: *Juncus conglomeratus*, *Mentha pulegium*, *Cyperus longus ssp. badius*, *Cardamine parviflora*, *Oenanthe fistulosa.*
Ecologia: si tratta di formazioni delle aree periodicamente inondate, sottoposte a stress idrico estivo, collegate a un disturbo moderato e a buone condizioni di naturalità. Generalmente queste praterie sono riferibili a suoli ricchi in basi e poco per-

Foto 5. Vegetazione ripariale a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus* (loc. Piscina Colonnacce).

Foto 6. Esemplari di *Juncus inflexus* a Selciarella.

meabili. Questa comunità si sviluppa tipicamente su suoli arenosi con idromorfia rilevante almeno nel periodo invernale e un certo grado di nitrificazione. Associazioni analoghe sono state rilevate nelle depressioni inondate dei sistemi dunali stabilizzati delle coste occidentali del Mediterraneo (Herrera, 1995). A Castelporziano i giuncheti sono ben sviluppati ai margini delle piscine della duna antica su suoli con rapido decremento della sostanza organica ed aumento nel contenuto di argilla classificati come Palexeralf acquici e negli interduna periodicamente inondati della duna recente su suoli caratterizzati da accumuli di carbonati in profondità classificati come Calcixeroll acquici (Biondi, Dowgiallo, Di Dio, 1999).
La tendenza all'igrofilia di questa comunità vegetale è evidenziata, nell'ecogramma, dall'alto valore dell'indice di umidità. L'analisi degli altri indici descrive condizioni di buona



L	7,6
T	6,9
C	3,2
U	7,8
pH	6,2
N	4,9

Fig. 3.18. Ecogramma relativo alla vegetazione a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus*.

luminosità, temperatura relativamente alta e tendenza alla oceanicità. L'indice di pH segnala una tendenza verso la alcalinità, mentre il dato sulla nitrofilia è su valori medi.
Struttura: sono caratterizzate dalla dominanza di giuncacee ed emicriptofite alte fino a 1,5 m.
Sintassonomia: molto simili come aspetto al *Cypero badi-Scirpo holoschoenetum* M. Herrera 1995 descritto per la Cantabria in cui però sono presenti molte specie endemiche locali.
Località: diffusa ai bordi delle piscine e nelle aree soggette a periodici allagamenti della Dogana, Cioccati, Selciatella, Tor Paterno, F.sso delle Rogare, Scopone, Camilletto.

Popolamenti a Calamagrostis epigejos (tab. 13, ril. 6)
Giuncheti a *Calamagrostis epigejos*.
Specie caratteristica e dominante: *Calamagrostis epigejos*.
Ecologia: negli stessi ambienti della precedente ma in condizioni più asciutte.
Struttura: popolamenti alti fino a 1,60 dominati dalla specie guida accompagnata da giuncacee di grande taglia.
Dinamica: è di norma a contatto con l'*Echinopo-Quercetum frainetto* in cui evidentemente evolve in seguito al graduale interramento.
Località: zone umide di Capocotta, Cioccati, Spagnola.

Associazione a Juncus depauperatus (tab. 14)
Giuncheti delle radure umide nei boschi a caducifoglie.
Specie caratteristica e dominante: *Juncus depauperatus*.
Ecologia: formazioni vegetali moderatamente sciafile e idrofile: si sviluppano nelle radure parziali delle cerrete che mantengono comunque un discreto livello di ombrosità. Sembrano sopportare meglio di altri tipi vegetazionali il disturbo edafico dato dal rooting dei cinghiali.

Struttura: è una comunità vegetale paucispecifica dominata dai grossi cespi di *Juncus depauperatus*, nei pressi dei quali trovano rifugio poche altre specie quali *Danthonia decumbens*, *Stellaria neglecta*, ecc.
Nota floristica: *Juncus depauperatus*, inserita nella lista delle specie non più rinvenute nel Lazio dallo scorso secolo (Anzalone, Lattanzi, Lucchese, 1990) e indicata come rarissima da Anzalone (1996) nel prodromo della flora romana, è in realtà abbastanza comune nella tenuta di Castelporziano, dove costituisce una delle specie frequenti negli ambienti sopra indicati.
Località: Dogana, Tellinaro e altri boschi a caducifoglie della tenuta.

Tab. 14. **Popolamenti a Juncus depauperatus.**

N° ril. in tab.	1	2
Altezza media (cm)	50	70
Copertura (%)	50	60
Superficie ril. (mq)	50	50
Car. aggruppamento e ordine superiore		
Juncus depauperatus	5.5	4.4
Anthoxanthum odoratum	+	.
Holcus lanatus	+	.
Poa trivialis	+	.
Juncus conglomeratus	+	.
Altre specie		
Rubus ulmifolius pl.	+	1.2
Asphodelus aestivus	1.1	.
Quercus robur pl.	+	.
Stipa bromoides	+	.
Piptatherum miliaceum	+	.
Erica arborea pl.	+	.
Brachypodium rupestre	+	.
Inula viscosa	+	.
Danthonia decumbens	+	.
Myrtus communis pl.	+	.
Cynosurus echinatus	+	.
Stellaria neglecta	.	+
Melica uniflora	.	+
Cyclamen repandum	.	+
Dactylis glomerata ssp. glomerata	.	+
Hedera helix pl.	.	+
Sedum cepaea	.	+
Quercus ilex pl.	.	+
Conyza albida	.	+
Ruscus aculeatus	.	+
Euphorbia amygdaloides	.	+
Carpinus orientalis pl.	.	+
Poa trivialis ssp. sylvicola	.	+
Rhamnus alaternus	.	+
Allium triquetrum	.	+
Rubia peregrina	.	+
Smilax aspera	.	+

Località dei rilievi: 1 Fontanile della Dogana; 2 Piscina Tellinaro.

Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign. 1953) Géhu 1984 (tab. 15)
Vegetazione subalofila mediterranea delle bassure umide dunali.
Specie caratteristiche: *Schoenus nigricans*, *Erianthus ravennae*.
Ecologia: depressioni lungo il litorale caratterizzate da falda salmastra. Si possono sviluppare in corrispondenza di falde sospese dovute all'accumulo di carbonati in profondità su Mollisuoli (Calcixeroll acquico) (Biondi, com. pers.). Il substrato sabbioso può presentare uno strato torboso superficiale ed ha un forte tenore in carbonati (Pignatti, 1952-53).

Dinamica: per interramento evolve nelle facies litoranee del *Viburno-Quercetum ilicis*.
Struttura: densi popolamenti alti anche più di 2 m composti essenzialmente da *Erianthus ravennae*, *Schoenus nigricans*, *Juncus acutus* e *Phragmites australis*.
Sintassonomia: associazione descritta per la prima volta da Pignatti (1952-53) per il litorale veneto col nome di *Schoeneto-Erianthetum* ed inserita negli *Scheuchzerio-Caricetea fuscae* ed in seguito revisionata da Géhu *et al.* (1984) ed inquadrata nei *Molinio-Juncetea*.
Località: occupa poche stazioni nei primi interduna lungo il litorale su falda affiorante.

Tab. 15. **Eriantho-Schoenetum nigricantis.**

Altezza media (cm)	180	**Compagne**	
Copertura (%)	90	Dorycnium rectum	+
Superficie ril. (mq)	100	Lythrum salicaria	+
		Typha latifolia	+
Car. di associazione e ordine superiore		Linum maritimum	+
		Blackstonia perfoliata	+
Erianthus ravennae	3.2	Carex distans	+
Juncus acutus	1.1	Sonchus maritimus	+
Calamagrostis epigejos	1.1	Samolus valerandi	+
Schoenus nigricans	+	Inula viscosa	+
Scirpus holoschoenus	+		
Mentha aquatica	+		
Carex hirta	+		

Località dei rilievi: Grotta di Piastra.

4. PRATERIE MESOFILE

La vegetazione prativa mesofila non si presenta certamente in aspetto caratteristico nel paesaggio vegetale di Castelporziano. Essa è infatti limitata ad aree ristrette nella parte basale di alcuni valloni dove si possono trovare condizioni di suolo alluvionale profondo con un microclima spiccatamente fresco-umido, ed in generale è l'effetto di una prolungata azione antropica (disboscamento e pascolo, soprattutto bovino).

MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937
Classe comprendente la vegetazione ad optimum climatico medioeuropeo di suoli umidi e i pascoli regolarmente falciati e concimati: essa trova la sua massima espressione nei prati stabili della fascia montana (800-1400 m) di Alpi e Appennini (*Arrhenatherion*, *Cynosurion*). Nella Campagna Romana si possono trovare lembi extrazonali di tale vegetazione prevalentemente nei fondovalle. La composizione floristica delle associazioni rilevate risente in modo particolare dell'influenza antropica rappresentata da irrigazione, concimazione, sfalcio e pascolo. In questa classe sono considerati (Pott, 1991) anche i prati umidi subnitrofili degli *Agrostietalia stoloniferae*, da Oberdorfer inquadrati in una classe indipendente *Agrostietea stoloniferae*: nello specifico sono proprio questi gli aspetti rilevati nelle praterie umide circostanti Ortaccio e Ponte Ruffo, che interessano lo studio in questione.
In queste zone la falda elevata anche d'estate e la presenza di sorgenti quasi perenni permettono lo svilupparsi di praterie mesofile caratterizzate principalmente dalla presenza di *Carex riparia*, *C. otrubae*, *Carex acutiformis e Cyperus longus* e dall'elevata copertura di *Holcus lanatus*, *Alopecurus myosuroides*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus bulbosus*, *Cynodon dactylon*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, che sfumano rapidamente verso il *Vulpio-Dasypyretum* o si interrompono bruscamente in corrispondenza dei prati a rotazione. Si tratta di formazioni con elevata copertura delle specie del *Magnocaricion* e dei *Molinio-Arrhenetheretea* e possiamo considerarli frammenti extrazonali di vegetazioni prative di tipo centro europeo ed oceanico.
Altre praterie umide, dall'estensione estremamente limitata, si sviluppano ai bordi dei sentieri che attraversano le aree più umide della tenuta: sono caratterizzate dall'elevata copertura di *Carex divisa* var. *chaetophylla* e dalla ricorrente presenza di *Trifolium resupinatum*, *Cynodon dactylon*, *Juncus bufonius* e *Petrorhagia velutina*. Si tratta di tipi vegetazionali extrazonali che si possono collegare ai *Trifolio-Hordeetalia* balcanici. In funzione dell'umidità il *Caricetum chaetophyllae* sfuma nelle zone più aride verso il *Vulpio-Dasypyretum* mentre in quelle più umide verso gli *Isoeto-Nanojuncetea*.
Per la vegetazione a grandi giunchi e graminee dell'ordine *Holoschoenetalia* si rimanda al capitolo 3, mentre per un'analisi di dettaglio del *Caricetum chaetophyllae* si faccia riferimento al capitolo 5.

Agrostietalia stoloniferae (Oberd. 1967) Tx. 1975
Vegetazione pioniera igrofila su suoli umidi e periodicamente inondati.
Le associazioni riferibili a questo ordine si distinguono per la capacità di colonizzare rapidamente terreni fangosi e argillosi grazie alla presenza di numerose specie striscianti e stolonifere (*Ranunculus repens*, *Potentilla reptans*, ecc.) che tendono a formare densi tappeti vegetali. Sono frequenti contaminazioni con specie dei *Bidentetea* e dei *Plantaginetea* (Poldini, 1989).

Paspalo-Agrostidion semiverticillatae Br.-Bl. 1952
Associazioni mediterranee paucispecifiche caratterizzate da specie annuali che si sviluppano su limo e fango alluvionale ricchi in nitrati e periodicamente allagati.

Paspalo-Agrostidetum Br.-Bl. 1936 (tab. 16)
(= *Paspalo paspaloidis-Polypogonetum viridis* Br.-Bl. 36)
Associazione delle zone periodicamente inondate, ricche in composti azotati e fortemente calpestate.
Specie caratteristica e dominante: *Paspalum distichum* (*Paspalum paspaloides*).
Specie frequenti: *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus repens*, *Persicaria hydropiper*, *Berula erecta*, *Veronica beccabunga*, *Echinochloa crus-galli* e *Glyceria notata*.
Ecologia: popolamenti analoghi sono segnalati in altre zone della campagna romana, spesso presso gli abbeveratoi e comunque dove i ristagni d'acqua risentono della massiccia presenza del pascolo. *Paspalum distichum* è una specie neotropicale divenuta subcosmopolita (Pignatti, 1982).
Struttura: prateria dei suoli fangosi alta in genere meno di un metro.
Dinamica: a Tor Paterno caratterizza il fondo della piscina nei periodi di prosciugamento intercalandosi ai cespi di *Scirpus holoschoenus*, *Inula viscosa* e *Mentha pulegium*. Secondo Baldoni e Biondi (1993) il *Paspalo-Agrostidetum* partecipa alla serie dei boschi ripariali.
Sintassonomia: Braun-Blanquet (1952) descrive questa associazione per la Francia mediterranea, indicando come caratteristiche *Paspalum distichum* e *Polypogon viride*. O. de Bolos (1967) segnala la stessa associazione in Catalogna indicandola come *Paspalo-Polygonetum semiverticillati*. Pirone (1983) per il litorale pescarese descrive un associazione dei bordi dei fiumi limosi, in zone nitrofile, con *Paspalum distichum* dominante accompagnato da *Polypogon viridis* e da molte specie dei *Phragmitetea*. Si tratta di un'associazione simile a quella che può essere osservata nei dintorni di Roma ma riferibile ad un clima più umido e fresco. Avena et al. (1987) riferiscono a questa associazione alcune formazioni vegetali dei bordi del lago di Nemi influenzate dal pascolo. Oberdorfer (1983) ritiene che il *Paspalo-Agrostidion* debba costituire insieme alle altre alleanze della vegetazione nitrofila dei suoli umidi e calpestati del Mediterraneo, come il *Trifolio-Cynodontion*, un nuovo ordine da denominarsi *Trifolio-Hordeetalia* e da inserire nella classe *Agrostietea stoloniferae*. Alcuni autori (Peinado *et al.*, 1988; Baldoni e Biondi, 1993) inquadrano l'associazione in oggetto

nei *Plantaginetalia majoris*. In sostanza si può notare quale diversità di opinioni ci sia riguardo a questo tipo di vegetazione: in questa trattazione, a causa del discreto contingente di specie degli *Agrostietalia* e dell'ecologia di questa associazione, si è scelto di inquadrarla nei *Molinio-Arrenatherethea*.
Località: Tor Paterno, Piscina Infermeria, Malpasso, fossi e canali luminosi.

Tab.16. **Paspalo-Agrostidetum.**

N° ril. in tab.	1	2	Poa trivialis	.	+
Altezza media (cm)	20	20	Juncus inflexus	+	.
Copertura (%)	100	100	Cynodon dactylon	.	+
Superficie ril. (mq)	10	10			
Substrato	fan	fan	**Compagne**		
			Scirpus holoschoenus	1.3	.
Car. associazione			Iris pseudacorus	+	.
Paspalum distichum	5.5	4.4	Persicaria hydropiper	+	.
			Echinochloa crus galli	+	.
Car. ordine superiore			Mentha pulegium	+	.
Agrostis stolonifera	+	1.2	Veronica beccabunga	.	+
Ranunculus repens	.	+	Berula erecta	.	+
Potentilla reptans	.	+	Glyceria notata	.	+

Località dei rilievi: 1 Tor Paterno; 2 Piscina Infermeria.

Agropyro-Rumicion crispi Nordh. 1940 em. Tx. 1950
Alleanza comprendente associazioni di ambienti umidi naturali o antropizzati. Si tratta di vegetazione resistente a disturbi quali calpestio e pascolo, che si sviluppa su suoli con bilancio idrico favorevole e buon apporto di nutrienti.

Ranunculetum repentis Knapp 1946 (tab. 17)
Vegetazione prativa umida a *Ranunculus repens*.
Specie dominante: *Ranunculus repens*.
Specie frequenti: *Potentilla reptans*, *Alopecurus myosuroides*, *Trifolium repens*, *Veronica serpyllifolia.*
Ecologia: si sviluppa su suoli umidi e periodicamente inondati, soggetti a volte a calpestio di bestiame. *Ranunculus repens* è una specie molto competitiva, che grazie ad una buona riproduzione vegetativa ed alla presenza di numerosi stoloni riesce a formare densi prati, all'interno dei quali solo poche altre specie riescono a penetrare.
Struttura: fitocenosi erbacea paucispecifica caratterizzata da alte coperture della specie dominante. L'altezza media non supera i 50 centimetri.
Località: Ortaccio, Ponte Ruffo, Piscina infermeria.

Tab. 17. **Ranunculetum repentis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	
Altezza media (cm)	70	80	50	50	
Copertura (%)	100	100	100	100	
Superficie ril. (mq)	20	30	40	20	Freq.
Car. associazione e ordine superiore					
Ranunculus repens	4.4	1.2	1.2	4.4	V
Trifolium repens	1.2	2.3	1.2	.	IV
Veronica serpyllifolia	+	.	4.4	+.2	IV
Potentilla reptans	.	+	.	+	III
Poa trivialis	+	+	.	.	III
Trifolium resupinatum	.	.	+	2.3	III
Mentha suaveolens	1.3	.	.	.	I
Anthoxanthum odoratum	.	.	+	.	I
Bromus hordeaceus	+	.	.	.	I
Compagne					
Alopecurus myosuroides	2.3	4.4	+	1.2	V
Dipsacus fullonum	+	+	.	.	III
Hordeum murinum ssp. leporinum	+	2.3	.	.	III
Geranium dissectum	+	+	.	.	III
Capsella rubella	.	+	.	+	III
Veronica persica	.	.	+	+	III
Cerastium glomeratum	.	.	+	+	III
Carex acutiformis	1.2	.	.	.	I
Bromus madritensis	+	.	.	.	I
Raphanus raphanistrum	+	.	.	.	I
Arctium minus	.	+	.	.	I
Sonchus asper	.	+	.	.	I
Geranium molle	.	+	.	.	I
Medicago arabica	.	+	.	.	I
Anthemis arvensis	.	.	+	.	I
Veronica anagallis-aquatica	.	.	+	.	I
Vulpia ligustica	.	.	+	.	I
Cardamine parviflora	.	.	+	.	I
Lepidium graminifolium	.	.	.	1.3	I

Località dei rilievi: 1, 3, 4 Ponte Ruffo; 2 Casale Trafusa.

Popolamenti a Holcus lanatus

Prati umidi a dominanza di *Holcus lanatus*.

Specie dominante: *Holcus lanatus*.

Specie frequenti: *Mentha suaveolens*, *Geranium dissectum*, *Trifolium pratense*, *Ranunculus bulbosus*.

Foto 7. *Holcus lanatus*, specie comune nelle praterie mesofile di Castelporziano (loc. Ortaccio).

Ecologia: *Holcus lanatus* è una specie abbastanza frequente negli habitat umidi della Campagna Romana, tuttavia solo in poche occasioni forma popolamenti degni di rilievo. Quando ciò avviene si sviluppano chiazze prative su suolo con buona capacità idrica e condizioni microclimatiche con alta umidità relativa.
Struttura: formazione a prato alto mediamente 1-1,2 metri, caratterizzata dalla presenza di densi cespi di *Holcus* tra i quali si insinuano altre specie degli *Agrostietalia* e delle classi di vegetazione vicine.
Dinamica: si trova spesso a contatto con le associazioni degli *Agropyretalia repentis*, delle quali potrebbe rappresentare una evoluzione dinamica nei casi di maggiore umidità.
Sintassonomia: è un aspetto vegetazionale poco studiato in Italia: Poldini (1989), nella sua opera sul Carso triestino ed isontino, descrive una subassociazione *holcetosum lanati* dell'*Arrenatherhetum elatioris* per le depressioni carsiche e gli apetti

più freschi e umidi di questa associazione. Vos e Stortelder (1992) riportano per la Valle del Solano (Toscana) un aggruppamento a *Silene flos-cuculi* e *Holcus lanatus*, inserendolo però negli *Arrenatheretalia*.
Località: Ortaccio, Ponte Ruffo.

Tab.18. **Popolamenti ad Holcus lanatus.**

N° ril. in tab.	1	2	Galium album	+	.
Altezza media (cm)	120	80	Lolium perenne	+	+
Copertura (%)	90	100			
Superficie ril. (mq)	20	30	**Altre specie**		
			Geranium dissectum	1.1.	+
Specie dei			Ranunculus bulbosus	+	2.2
Molinio-Arrhenatheretea			Cruciata laevipes	1.2	.
Holcus lanatus	3.4	3.4	Carex otrubae	.	1.1
Mentha suaveolens	2.3	2.2	Ranunculus velutinus	+	.
Trifolium pratense	1.3	+	Trifolium pallidum	+	.
Bromus hordeaceus	+	+	Silene latifolia ssp. alba	+	.
Ranunculus repens	+	.	Avena sterilis	+	.
Carex hirta	.	+	Daucus carota	+	.
Ranunculus sardous	+	.	Vicia sativa	+	+
Poa trivialis	+	+	Equisetum telmateja	.	+
Rumex crispus	+	.	Rumex conglomeratus	.	+
Trifolium repens	+	.	Typha latifolia	.	r
			Iris pseudacorus	.	r

Località dei rilievi: 1 Ortaccio; 2 Ponte Ruffo.

Aggruppamento vegetale a Carex otrubae (tab. 19)
Praterie mesofile a *Carex otrubae*.
Specie caratteristica e dominante: *Carex otrubae*.
Specie frequenti: *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Ranunculus repens*.
Ecologia: si tratta di formazioni mesofile connesse a condizioni di umidità permanenti, almeno sotto forma di nebbie e rugiade, anche in periodo estivo. Lo spettro corologico ponderato, infatti, mostra una preponderanza degli elementi eurasiatico e subatlantico.

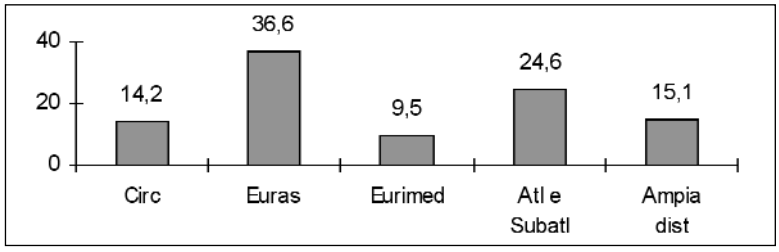
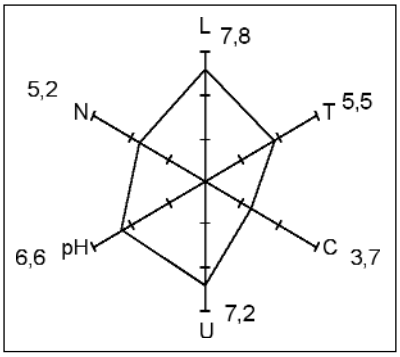


Fig. 4.1. Spettro corologico ponderato dell'aggruppamento vegetale a *Carex otrubae*.

L'ecogramma dell'aggruppamento vegetale a *Carex otrubae* ben inquadra questa vegetazione come termine intermedio nella serie di interramento. Il valore di umidità è infatti alto ma non a livello delle associazioni perennemente inondate. Molto alto anche il valore di luminosità che riflette una buona eliofilia. Per quel che riguarda la reazione ionica dei suoli siamo su valori di pH tendenti all'alcalino, mentre l'indice di continentalità C rappresenta una discreta oceanicità, dovuta probabilmente anche a particolari condizioni di umidità microambientale.



L	7,8
T	5,5
C	3,7
U	7,2
pH	6,6
N	5,2

Fig. 4.2. Ecogramma relativo all'aggruppamento vegetale a *Carex otrubae*.

Struttura: comunità caratterizzata dall'assoluta dominanza della specie guida. Lo spettro biologico ponderato mostra una dominanza delle emicriptofite cespitose e scapose.

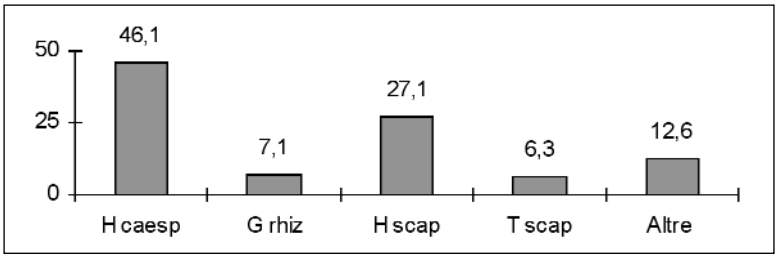


Fig. 4.3. Spettro biologico ponderato dell'aggruppamento vegetale a *Carex otrubae*.

Dinamica: segue il *Caricetum ripariae* nella serie di interramento. Può essere mantenuta indefinitivamente in presenza di disturbo quali sfalcio e pascolo o evolvere verso i boschi umidi dei *Populetalia*.
Località: zone umide presso Ortaccio e Ponte Ruffo.

Tab. 19. **Aggruppamento a Carex otrubae.**

N° ril. in tab.	1	2	3
Altezza media (cm)	100	100	100
Copertura (%)	90	90	100
Superficie ril. (mq)	30	40	30
Car. aggr. e ordine superiore			
Carex otrubae	2.3	3.4	3.3
Poa trivialis	2.3	1.2	+
Ranunculus repens	1.2	2.3	+
Holcus lanatus	.	+	3.3
Trifolium pratense	.	1.2	+
Trifolium repens	.	+	+
Potentilla reptans	.	+	+
Bromus hordeaceus	.	+	+
Carex hirta	.	+	.
Ranunculus sardous	.	.	+
Ranunculus bulbosus	.	.	1.1
Juncus inflexus	.	.	+.2
Mentha suaveolens	.	.	+
Rumex crispus	.	.	+
Rumex obtusifolius	.	.	+
Trifolium fragiferum	.	.	+
Compagne			
Carex riparia	1.2	.	.
Cirsium creticum	1.2	.	+
Equisetum telmateja	.	+	+
Carex elata	+	.	+.2
Galium elongatum	.	+	+
Rumex conglomeratus	.	2.2	.
Carex acutiformis	r	.	.
Cyperus longus ssp. badius	r	.	.
Juncus articulatus	+	.	.
Galium debile	+	.	.
Calystegia sepium	+	.	.
Lythrum salicaria	+	.	.
Galium aparine	.	+	.
Cirsium arvense	.	+	.
Galium album	.	+	.
Trifolium lappaceum	.	.	+
Geranium dissectum	.	.	+
Luzula campestris	.	.	+
Galega officinalis	.	.	+
Ranunculus lanuginosus	.	.	+
Lathyrus pratensis	.	.	+

Località dei rilievi: 1, 3 Ortaccio; 2 Ponte Ruffo.

5. PRATERIE ARIDE

Vengono considerate in questo capitolo le tipiche formazioni vegetali erbacee mediterranee della fascia basale. Si tratta di una vegetazione peculiare delle nostre regioni a prevalenza di terofite steno- ed eurimediterranee, che risponde alla presenza di un periodo estivo di stress idrico superandolo sotto forma di seme. La loro fenologia è infatti abbastanza precoce e porta alla completa conclusione del ciclo vitale, nella gran parte dei casi, già entro il mese di giugno. Questo fatto, da un punto di vista paesistico, provoca, nei mesi estivi, una caratteristica diffusione dei toni gialli e bruno chiaro dati dalle estensioni di graminacee ormai secche e spesso purtroppo ad alto rischio di incendio. Esse possono essere inquadrate principalmente in due classi: i *Thero-Brachypodietea* e gli *Helianthemetea guttati* (= *Tuberarietea guttatae*). Molti elementi sono comuni alle due classi, che in alcune trattazioni sono considerate come un unico gruppo.

THERO-BRACHYPODIETEA Br.-Bl. 1931 em. Fanelli et Lucchese 1998
(= *Stipo-Trachinietea distachyae* Brullo 1984 nomen superfl.)
A questa classe, che riunisce gli aspetti di vegetazione xerofila con fisionomia pseudosteppica del bacino occidentale del Mediterraneo, possiamo riferire buona parte delle estensioni prative presenti su tufo e su sabbia che sfumano, seguendo un gradiente di umidità, acidità e temperatura, verso consorzi vegetali dei *Molinio-Arrhenatheretea*, dei *Tuberarietea* e degli *Isoeto-Nanojuncetea*.
Si tratta di ex-coltivi, ex-pascoli e garighe degradate generalmente su suoli basici e ricchi di specie quali *Dasypyrum villosum*, *Carlina corymbosa*, *Aegilops geniculata*, *Hypochoeris achyrophorus*, *Galactites tomentosa*, *Vulpia ligustica*, *Asphodelus aestivus*, *Bromus madritensis*, *Lotus ornithopodioides*, *Medicago polymorpha* (*Medicago hispida*),*Verbena officinalis*, *Medicago orbicularis*, *Phalaris aquatica* (*P. bulbosa*) ed *Echium plantagineum* molto comuni in tutta la Tenuta.
In un recente lavoro di Fanelli e Lucchese (1998) è stata affrontata una prima revisione di questa classe con la proposta di uno schema sintassonomico a cinque ordini: 1) *Thero-Brachypodietalia* (*Thero-Brachypodion*); 2) *Brachypodietalia phoenicoidis* (*Brachypodion phoenicoidis*); 3) *Stipo-Bupleuretalia semicompositi* (*Dauco-Catananchion*, *Plantagini-Catapodion marini*, *Asterisco-Velezion rigidi*, *Stipion retortae*, *Sedo-Ctenopsion gypsophylae*); 4) *Hyparrhenetalia hirtae* (*Saturejo-Hyparrhenion hirtae, Bromo-Oryzopsion*); 5) *Brometalia rubenti-tectorum* (*Echio-Galactition*, *Carthamion divaricati*, *Cerintho-Fedion*, *Fedio-Convolvulion cupaniani*, *Alysso-Brassicion barrelieri*, *Carrichtero-Amberboion lippii*, *Taenianthero-Aegilopion*).
Nella Campagna Romana la composizione floristica dei prati in questione è spesso contaminata dal frequente ingresso di specie degli *Stellarietea* e dei *Molinio-Arrhenatheretea*, quali *Dactylis glomerata ssp. glomerata*, *Hordeum bulbosum*, *Poa trivialis*, *Trisetaria panicea*, *Trifolium repens*, che generano situazioni di transizione difficilmente inquadrabili.

Brometalia rubenti-tectorum Riv. Mart. et Izco 1977
Vegetazione prativa mediterranea subnitrofila.
L'inserimento di questo ordine nei *Thero-Brachypodietea* è stato suggerito da Fanelli e Lucchese (1998); esso viene storicamente inquadrato negli *Stellarietea mediae* (= *Chenopodietea* Br.-Bl. 1952). Le ragioni di questa scelta stanno nell'analisi delle specie caratteristiche che non risultano particolarmente nitrofile ma si differenziano principalmente per le strategie di crescita (rapida crescita, dispersione dei semi ottimale, alta germinabilità) e per il disturbo del substrato.

Echio-Galactition de Bolos et Molinier 1969
Praterie mediterranee e post-coltivi a graminacee annuali su suoli ben provvisti in calcare e nutrienti.

Vulpio-Dasypyretum villosi Fanelli 1998 (tab. 20)
Praterie pseudosteppiche a *Dasypyrum villosum* e *Vulpia ligustica*.
Specie dominanti: *Dasypyrum villosum*, *Hordeum bulbosum*.
Specie caratteristiche: *Vulpia ligustica*, *Knautia integrifolia*, *Hordeum bulbosum*, *Vicia bithynica*, *Trifolium pallidum.*
Specie frequenti: *Hypochoeris achyrophorus*, *Medicago polymorpha*, *Satureja calamintha* (*Calamintha nepeta*), *Vicia sativa*, *Hypericum perforatum*, *Verbascum sinuatum*, *Linum bienne*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus madritensis*, *Sideritis romana*, *Sherardia arvensis*, *Lagurus ovatus*, *Trifolium campestre*, *Stachys ocymastrum*.
Varianti: possono essere distinte varie facies caratterizzate dalla relativa abbondanza di *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (aspetti più calpestati), *Avena sterilis*, *Bromus sp.pl.*, *Anthemis sp.pl.*, *Raphanus raphanistrum* (aspetti post-colturali), *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*, *Carex sp.pl.* (aspetti più umidi), *Briza maxima*, *Cynosurus echinatus*, *Rumex bucephalophorus* (aspetti acidofili), *Geranium molle* e *Hordeum murinum ssp. leporinum* (transizioni verso *l'Hordeetum leporini*).
In alcune zone su substrati argillosi (praterie presso Grascete e Dogana, bordi degli stradoni) il *Vulpio-Dasypyretum* si presenta in una facies ad *Asphodelus aestivus* mentre in altre mostra un evidente transizione verso gli *Helianthemetea* (Cioccati, Grascete). Particolarmente numerose le specie dei generi *Trifolium* e *Medicago* che partecipano alla differenziazione delle varianti: tra le erbe mediche ricordiamo *Medicago arabica*, *M. hispida*, *M. orbicularis*, *M. truncatula* e *M. minima*; tra i trifogli *Trifolium campestre*, *T. glomeratum*, *T. nigrescens*, *T. scabrum*, *T. arvense*, *T. pallidum*, *T. subterraneum* e *T. pratense*.
In riferimento alle pratiche colturali possiamo identificare degli aspetti ad *Anthemis arvensis*, di transizione verso i *Secalietea* (vegetazione dei coltivi), alle quali partecipano principalmente *Ranunculus bulbosus*, *Tordylium apulum*, *Raphanus raphanistrum* e *Papaver rhoeas*; altri postcoltivi e rilievi di prati a riposo si distinguono per una maggiore frequenza di *Gaudinia fragilis*.
Ecologia: rappresenta una delle più diffuse formazioni vegetali della Campagna

Foto 8. *Vulpio-Dasypyretum*, variante a *Bromus diandrus* e *Vulpia myuros* (Capocotta).

Romana ed è molto comune in tutti gli ambienti disturbati della fascia periurbana corrispondendo alla «steppa antropogena» individuata dal Montelucci (1976) per la città di Roma.
Questa vegetazione occupa spesso territori marginali e può essere trovata nei campi abbandonati, nei frutteti e nelle praterie solitamente su suoli sciolti originati da tufi e sabbie ma anche, più raramente, su argilla.
Le specie più rappresentative mostrano elevati tassi di assimilazione del carbonio ed elevata copertura permettendo un rapido riciclo dei nutrienti (strategia r) e preparando la strada per l'evoluzione dell'ecosistema verso stadi più complessi (Federici, com. pers.).
Lo spettro corologico ponderato descrive una netta mediterraneità di questa associazione con presenza di elementi eurasiatici. Il 14,5% delle specie cosmopolite e subcosmopolite va probabilmente riferito agli ambienti marginali e disturbati, habitat preferenziali del *Vulpio-Dasypyretum* e ricettacolo di specie infestanti ad ampia distribuzione.
Per quanto riguarda l'analisi dell'ecogramma, l'indice di luminosità risulta molto alto, come in generale in tutti i tipi di vegetazione prativa. Molto marcate sono anche la termofilia di questa associazione e la condizione di aridità edafica che ben corrisponde ai substrati su cui cresce. Il dato di continentalità è nettamente basso, a riflettere uno stato di suboceanicità dell'intero corteggio floristico, ben rappresentato nelle popolazioni di Castelporziano. Scarsa è l'esigenza di nutrienti, mentre

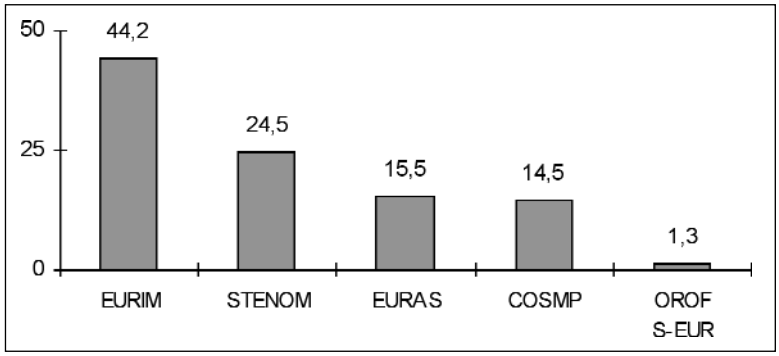
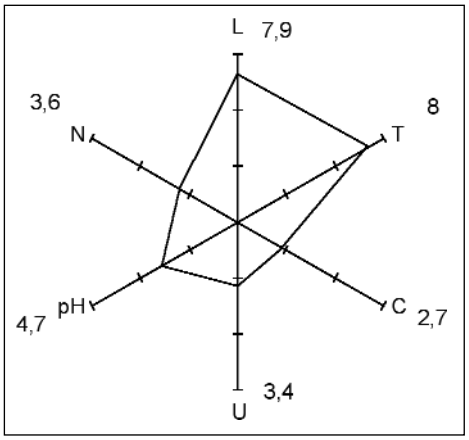


Fig. 5.1. Spettro corologico ponderato del *Vulpio-Dasypyretum*.

il pH si attesta su valori medi, in virtù del fatto che il *Vulpio-Dasypyretum* non si dimostra selettivo rispetto a questo fattore, anzi presenta varianti che si sviluppano da substrati subalcalini a acidi.



L	7,9
T	8
C	2,7
U	3,4
pH	4,7
N	3,6

Fig. 5.2. Ecogramma relativo al *Vulpio-Dasypyretum*.

Struttura: praterie dominate da terofite (64.7%) a copertura pressoché totale, caratterizzate da uno strato dominante alto anche più di 1,20 m composto essenzialmente da Graminaceae e da uno strato inferiore alto meno di 50 cm ricco in Leguminosae.

Dinamica: Fanelli (1998) afferma che queste formazioni possono raggiungere un buon grado di sviluppo già dopo pochi anni dall'abbandono colturale. Dinamicamente dovrebbero evolversi in tempi più o meno lunghi nelle associazioni dei *Prunetalia* e quindi del *Quercion frainetto*, nelle zone più umide e su suoli ricchi, o in quelle del *Quercion ilicis* nelle zone più aride. Per Roma è stato anche riconosciuto un legame con il *Cytiso-Quercetum suberis* su sabbie acide della duna antica.

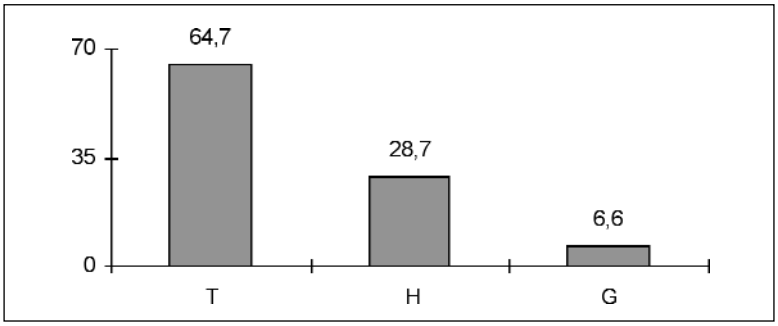


Fig. 5.3. Spettro biologico ponderato del *Vulpio-Dasypyretum*.

Tab. 20. **Vulpio-Dasypyretum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	
Altezza media (cm)	40	50	90	120	100	120	150	
Copertura (%)	90	95	100	80	100	100	100	
Superficie ril. (mq)	20	50	150	200	30	100	60	Freq.
Car. Vulpio-Dasypyretum								
Vulpia ligustica	4	3	2	.	+	+	1	V
Hordeum bulbosum	.	.	1	2	2	.	3	III
Knautia integrifolia	.	.	+	.	.	1	.	II
Trifolium pallidum	.	.	+	.	.	.	1	I
Car. Brometalia rubenti-tectorum								
Dasypyrum villosum	+	+	1	1	2	3	1	V
Medicago polymorpha	1	.	.	.	.	1	.	II
Lagurus ovatus	.	+	.	.	.	1	+	II
Chamaemelum mixtum	+	.	.	.	.	.	.	I
Catapodium rigidum	+	.	.	.	.	.	.	I
Galactites tomentosa	+	.	.	.	.	.	.	I
Bunias erucago	.	+	.	.	.	.	.	I
Vicia villosa ssp. ambigua	.	+	.	.	.	.	.	I
Bromus diandrus	.	.	+	.	.	.	.	I
Medicago orbicularis	.	.	+	.	.	.	.	I
Parentucellia viscosa	.	.	.	+	.	.	.	I
Bromus rigidus	.	.	.	.	+	.	.	I
Bromus madritensis	.	.	.	.	.	2	.	I
Car. Thero-Brachypodietea								
Asphodelus aestivus	.	1	2	+	+	2	+	V
Sherardia arvensis	1	.	.	+	+	+	+	IV

(*segue Tab. 20*)								
Satureja calamintha	.	.	1	+	+	+	.	IV
Trifolium campestre	.	+	+	.	.	+	+	III
Dactylis glomerata ssp. hispanica	.	.	1	+	.	.	1	II
Foeniculum vulgare ssp. piperitum	.	.	+	1	.	.	1	II
Verbascum sinuatum	+	.	+	.	.	.	.	II
Hypochoeris achyrophorus	.	.	.	.	.	+	.	I
Sideritis romana	.	.	.	.	.	+	.	I
Car. Tuberarietalia, Tuberarietea								
Gaudinia fragilis	.	+	.	.	.	+	+	III
Petrorhagia prolifera	.	+	.	.	.	+	+	III
Silene gallica	+	+	.	.	.	.	+	III
Cerastium ligusticum	+	2	.	.	.	.	+	III
Coleostephus myconis	.	.	.	+	.	.	+	II
Ornithopus compressus	.	+	.	.	.	.	.	I
Linaria pelisseriana	.	+	.	.	.	.	.	I
Trifolium subterraneum	.	.	+	.	.	.	.	I
Rumex acetosella	.	.	.	.	+	.	.	I
Cynosurus echinatus	.	.	.	.	.	+	.	I
Briza maxima	.	.	.	.	.	2	.	I
Car. Molinio-Arrhenatheretea								
Poa trivialis	+	1	2	3	1	+	1	V
Bromus hordeaceus	+	+	1	1	.	1	+	V
Ranunculus bulbosus ssp aleae	+	.	+	+	+	.	+	IV
Linum bienne	+	.	+	+	+	.	+	IV
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	+	+	+	.	III
Verbena officinalis	+	.	+	1	.	.	.	III
Hypericum perforatum	.	+	+	.	.	+	.	III
Cynodon dactylon	+	.	+	1	.	.	.	III
Trifolium pratense	.	.	+	+	.	.	+	III
Trifolium repens	1	.	.	.	.	.	+	II
Lolium perenne	.	.	.	.	.	+	+	II
Holcus lanatus	.	.	.	.	+	.	+	II
Dactylis glomerata ssp. glomerata	+	.	.	.	.	.	.	I
Ranunculus sardous	.	+	+	.	.	.	.	I
Odontites rubra	.	.	.	+	.	.	.	I
Bellis perennis	.	.	.	.	1	.	.	I
Campanula rapunculus	.	.	.	.	.	.	+	I
Car. Stellarietea								
Geranium molle	+	+	+	.	.	+	+	IV
Euphorbia helioscopia	+	+	.	.	+	.	+	IV
Carduus pycnocephalus	+	.	.	.	.	+	+	III

(*segue Tab. 20*)								
Hordeum murinum ssp. leporinum	+	.	.	.	+	.	+	III
Trifolium nigrescens	+	3	.	.	.	.	+	III
Vicia sativa	+	.	+	.	.	.	+	III
Medicago arabica	.	.	+	.	.	.	1	I
Geranium dissectum	+	.	.	.	.	.	.	I
Anagallis arvensis	1	.	.	.	.	.	.	I
Capsella rubella	+	.	.	.	.	.	.	I
Veronica persica	.	.	.	.	.	.	+	I
Compagne								
Plantago lanceolata	+	.	+	+	+	.	.	IV
Avena barbata	.	.	2	1	1	.	1	IV
Avena sterilis	+	.	.	+	.	1	.	III
Anthemis arvensis	+	+	.	.	.	1	.	III
Silene latifolia ssp. alba	+	.	+	+	.	.	.	III
Cerastium glomeratum	+	.	+	.	.	.	+	III
Linaria vulgaris	.	.	+	.	.	+	.	II
Eryngium campestre	.	.	+	+	.	.	.	II
Raphanus raphanistrum ssp. landra	+	.	+	.	.	.	.	II
Veronica arvensis	+	.	+	.	.	.	.	II
Hypochoeris radicata	+	+	.	.	.	.	.	II
Convolvolus arvensis	.	.	+	.	.	.	+	II
Poa annua	+	.	.	.	.	.	+	II
Sporadiche	3	2	10	1	2	4	4	

Località dei rilievi: 1 Piscina Infermeria; 2 Riserve Nuove; 3, 4 Valle Renaro; 5 Casa delle Antilopi; 6 Grascete; 7 sant'Angelo.

Laguro-Dasypyretum villosi Fanelli 1998 (tab. 21)
Praterie pseudosteppiche sublitoranee a terofite.
Specie dominante: *Dasypyrum villosum*.
Specie caratteristiche: *Vicia villosa ssp. ambigua* (*Vicia pseudocracca*), *Euphorbia terracina*, *Lagurus ovatus*, *Bromus rigidus*, *Chamaemelum mixtum*.
Specie frequenti: *Avena barbata*, *Plantago lanceolata*, *Verbascum sinuatum*, *Hypochoeris radicata*, *Trifolium campestre*.
Ecologia: sostituisce il *Vulpio-Dasypyretum* sui suoli sabbiosi e calcarei della duna recente. Lo spettro corologico ponderato evidenzia, anche in questo caso, una netta dominanza del geoelemento mediterraneo (71,5% sommando euri- e stenomediterranee) con una discreta incidenza di specie ad ampia distribuzione.
Le medie ponderate degli indici di Ellenberg del *Laguro-Dasypyretum* presentano valori molto simili a quelli del *Vulpio-Dasypyretum*. Il *Laguro-Dasypyretum* costituisce dunque una modificazione del più diffuso *Vulpio-Dasypyretum* che si sviluppa in prossimità del mare ed esclusivamente su suoli sabbiosi: questo probabilmente

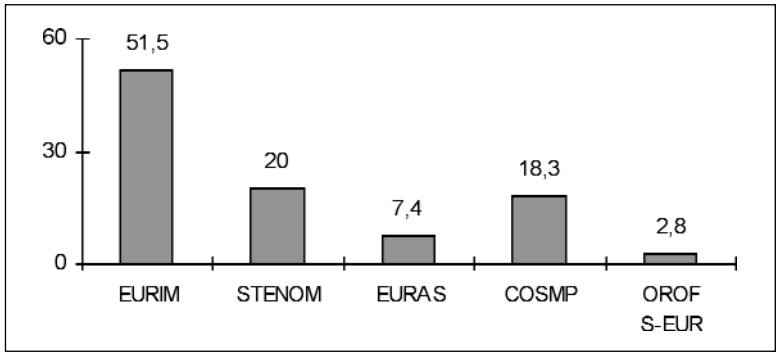
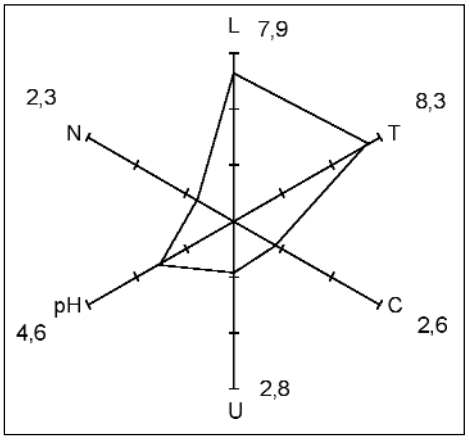


Fig. 5.4. Spettro corologico ponderato del *Laguro-Dasypyretum*.

giustifica lo scarso valore dell'indice di nitrofilia ed il leggero incremento dell'indice di temperatura. Il valore dell'indice di pH è relativamente basso, nonostante l'associazione in analisi sia francamente basifila: ciò è dovuto alla tendenziale acidofilia delle specie maggiormente edificanti ed in parte ai processi di umificazione.



L	7,9
T	8,3
C	2,6
U	2,8
pH	4,6
N	2,3

Fig. 5.5. Ecogramma relativo al *Laguro-Dasypyretum*.

Struttura: in questa associazione troviamo tipicamente uno strato dominante alto fino a 1,5 m e uno strato dominato alto 30-40 cm. Lo spettro biologico ponderato mostra ancora più nettamente l'importanza delle terofite nella composizione delle praterie a *Dasypyrum villosum*. È interessante notare la presenza di un piccolo contingente di fanerofite e nanofanerofite derivate dalla vicinanza delle formazioni a macchia mediterranea dei *Quercetalia ilicis*.
Località: Grotta di Piastra, Cioccati, Grascete.

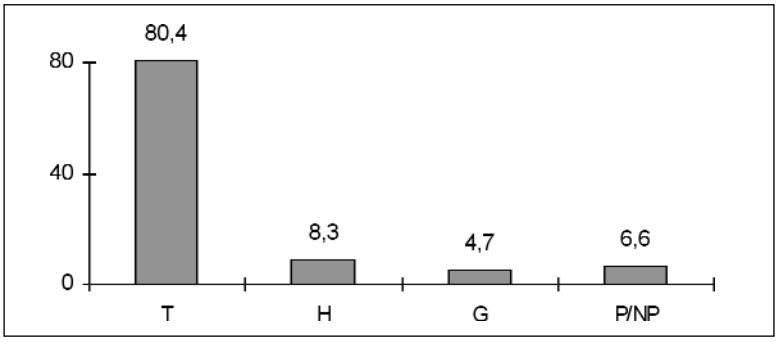


Fig. 5.6. Spettro biologico ponderato del *Laguro-Dasypyretum*.

Tab. 21. **Laguro-Dasypyretum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	
Altezza media (cm)	60	100	70	70	120	100	
Copertura st. arbustivo (%)	0	15	0	3	25	1	
Copertura st. erbaceo (%)	100	100	100	100	80	100	
Superficie ril. (mq)	100	100	100	100	100	100	Freq.
Car. Laguro-Dasypyretum							
Lagurus ovatus	1	+	+	1	+	3	V
Vicia villosa ssp. ambigua	+	+	+	+	1	+	V
Bromus rigidus	.	.	+	+	.	1	III
Euphorbia terracina	.	.	.	.	.	1	I
Chamaemelum mixtum	.	.	1	.	.	.	I
Car. Brometalia rubenti-tectorum							
Dasypyrum villosum	2	3	3	3	2	2	V
Vulpia ligustica	+	+	.	+	+	+	V
Medicago polymorpha	+	+	.	+	.	1	IV
Bromus madritensis	.	1	.	1	+	2	IV
Knautia integrifolia	+	+	+	+	.	.	IV
Aegilops geniculata	+	.	.	.	.	.	I
Vicia hybrida	.	.	+	.	.	.	I
Carlina corymbosa	.	.	+	.	.	.	I
Car. Thero-Brachypodietea							
Trifolium campestre	1	+	+	+	+	+	V
Asphodelus aestivus	+	+	+	2	1	.	V
Sherardia arvensis	1	+	.	+	+	+	V
Hypochoeris achyrophorus	1	+	.	+	+	+	V
Satureja calamintha	1	.	+	.	1	1	IV
Sideritis romana	+	+	.	+	.	1	IV
Verbascum sinuatum	+	+	1	.	.	+	IV

(*segue Tab. 20*)

Scorpiurus muricatus	+	.	.	+	.	.	II
Trifolium scabrum	.	1	.	.	.	.	I
Trifolium angustifolium	.	+	.	.	.	.	I
Vulpia fasciculata	.	.	+	.	.	.	I
Car. Helianthemetalia							
Tuberaria guttata	.	+	.	+	.	.	II
Trifolium arvense	.	1	.	.	.	.	I
Ornithopus compressus	.	.	1	.	.	.	I
Cerastium ligusticum	.	.	1	.	.	.	I
Rumex acetosella	.	.	+	.	.	.	I
Rumex bucephalophorus	.	.	.	.	+	.	I
Car. Molinio-Arrhenatheretea							
Linum bienne	+	+	.	+	+	+	V
Bromus hordeaceus	2	.	+	+	+	+	V
Hypericum perforatum	+	.	+	+	+	.	IV
Poa trivialis	+	.	.	.	+	.	II
Dactylis glomerata ssp. glomerata	+	.	.	.	+	.	II
Lolium perenne	+	.	.	.	.	.	I
Trifolium repens	2	.	.	.	.	.	I
Holcus lanatus	.	.	+	.	.	.	I
Car. Stellarietea							
Geranium molle	+	.	+	+	+	+	V
Carduus pycnocephalus	+	.	.	+	+	+	IV
Trifolium nigrescens	.	.	+	.	.	.	I
Vicia sativa	.	.	+	.	.	.	I
Compagne							
Avena barbata	+	+	+	+	.	+	V
Avena sterilis	2	+	.	1	1	+	V
Poa annua	+	+	.	+	+	+	V
Anthemis arvensis	1	.	.	+	+	+	IV
Cynosurus polybracteatus	+	.	.	+	.	+	III
Phillyrea latifolia	.	1	.	1	+	.	III
Pistacia lentiscus	.	+	.	.	2	+	III
Linaria vulgaris	.	.	.	1	.	+	II
Carex divisa	.	.	.	+	.	+	II
Daucus carota	+	+	.	.	.	.	II
Diplotaxis tenuifolia	.	+	.	+	.	.	II
Lotus corniculatus	+	+	.	.	.	.	II
Trifolium incarnatum	+	.	.	.	1	.	II
Asparagus acutifolius	.	+	.	.	.	+	II
Cerastium brachypetalum	1	.	.	+	.	.	II
Rostraria cristata	+	.	.	.	.	+	II

(*segue Tab. 20*)							
Myosotis ramosissima	.	.	.	+	+	.	II
Piptatherum miliaceum	.	+	.	.	.	+	II
Quercus ilex	.	.	.	+	1	.	II
Rubus ulmifolius	.	+	.	.	+	.	II
Vicia hirsuta	+	.	.	+	.	.	II
Andryala integrifolia	.	+	+	.	.	.	II
Sporadiche	0	8	9	2	0	3	

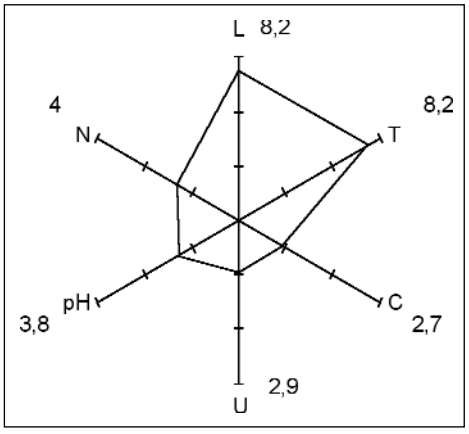
Località dei rilievi: 1, 5, 6 Cerasolo; 2, 4 Grascete; 3 Capocotta.

Comunità a Vulpia ligustica (tab. 20, ril. 1, 2)
Prati subacidofili aridi dominati da *Vulpia ligustica*.
Specie dominanti: praterie costituite da chiazze quasi monospecifiche. Oltre alla specie guida troviamo, con scarsa copertura, specie subacidofile e subnitrofile vivaci, come *Vulpia ligustica*, *Gaudinia fragilis*, *Silene gallica*, *Cerastium ligusticum*, *Sherardia arvensis.*
Ecologia: comunità postcolturali ancora non pienamente organizzate diffuse soprattutto nei coltivi abbandonati su tufo e nei pascoli a riposo. La composizione floristica è prossima a quella del *Vulpio-Dasypyretum* ma vi è un contingente maggiore di specie acidofile e di alcune specie degli *Stellarietea* (*Hordeum murinum ssp. leporinum*, *Geranium molle*, *Euphorbia helioscopia*). Dal punto di vista fitosociologico sono poco caratterizzati; vi troviamo infatti a mosaico specie degli *Helianthemetalia*, degli *Stellarietea* e dei *Brometalia rubenti-tectorum.*
Struttura: praterie ricche di specie ad alta copertura con altezze medie variabili tra 30 e 60 centimetri.
Dinamica: la vegetazione a *Vulpia ligustica* rappresenta uno stadio della successione su superfici un tempo coltivate a cereali ed in seguito lasciate a riposo; essa viene avviata dalle associazioni dei *Secalietalia* e degli *Stellarietea* ed in assenza di disturbo evolve verso il *Vulpio-Dasypyretum*.
Località: praterie presso Ortaccio, Malpasso, Valle dell'Oro, Trafusa, Santola.

Aggruppamento ad Asphodelus aestivus (tab. 22)
Vegetazione a cespi di Asfodelo.
Specie dominante: *Asphodelus aestivus*.
Specie frequenti: soprattutto specie degli *Helianthemetea* e dei *Thero-Brachypodietea*. In particolare ricordiamo *Hymenocarpus circinnatus*, *Medicago rigidula*, *Trifolium scabrum*, *Hedypnois cretica*, *Scorpiurus muricatus* piuttosto rare altrove.
Ecologia: particolarmente diffusa ai bordi delle cistete e delle sugherete su terreni ricchi in argilla. Le formazioni vegetali ad *Asphodelus aestivus* si sviluppano ampiamente soprattutto in situazioni di forte disturbo quali incendi, movimenti di terreno o sovrapascolamento. I dati più interessanti estrapolati dallo spettro ecologico riguardano la acidofilia di questa vegetazione, testimoniata, d'altro canto, dalla pre-

Foto 9. Popolamento ad *Asphodelus aestivus* a Cioccati. Sullo sfondo *Viburno-Quercetum ilicis* a macchia.

senza di numerose specie degli *Helianthemetea*. L'umidità edafica risulta scarsa ed è relativamente basso anche il dato sulla nitrofilia. Temperatura e luminosità si attestano invece su valori molto alti. Il dato molto basso di continentalità è in linea con la quasi totalità dei sintaxa esaminati a Castelporziano.



L	8,2
T	8,2
C	2,7
U	2,9
pH	3,8
N	4

Fig. 5.7. Ecogramma relativo alla vegetazione ad *Asphodelus aestivus*.

Struttura: la struttura è caratterizzata dai densi cespi di *Asphodelus aestivus* tra i quali spuntano, tra aprile e giugno *Dactylis glomerata ssp. hispanica*, *Coleostephus myconis*, *Dasypyrum villosum*, *Hypochoeris achyrophorus*, *Gaudinia fragilis* che dominano uno strato composto dalle piante dei *Thero-Brachypodietea* sopra elencate. Alcuni rilievi ad *Asphodelus aestivus* su sabbia tendono invece decisamente verso gli *Helianthemetea*.
Località: Scopone, Valle dei Pontoni, Dogana, Dispensa, Riserve Nuove.

Tab. 22. **Aggruppamento ad Asphodelus aestivus.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	
Altezza media (cm)	150	130	150	150	100	
Copertura st. arbustivo B (%)	40	25	25	30	–	
Copertura st. erbaceo C (%)	70	100	100	80	90	
Superficie ril. (mq)	200	200	200	100	100	Freq.
Caratteristiche Thero-Brachypodietea, Brometalia rubenti-tectorum						
Asphodelus aestivus	3	3	3	4	5	V
Sherardia arvensis	.	+	+	+	+	V
Scorpiurus muricatus	+	+	+	.	.	IV
Dasypyrum villosum	.	+	1	.	+	IV
Vulpia ligustica	.	.	.	1	+	III
Aira cupaniana	.	.	.	+	+	III
Trifolium campestre	.	.	.	+	+	III
Satureja calamintha	+	.	.	+	.	III
Bromus rigidus	.	.	1	.	.	I
Caratteristiche Helianthemetea, Helianthemetalia						
Rumex bucephalophorus	.	+	.	+	1	IV
Ornithopus compressus	.	+	1	.	+	IV
Cerastium ligusticum	.	+	+	.	1	IV
Tuberaria guttata	.	+	.	.	1	III
Briza maxima	.	.	+	.	+	III
Andryala integrifolia	.	1	+	.	.	III
Carex divisa	.	.	1	+	.	III
Gaudinia fragilis	.	.	.	+	+	III
Anagallis arvensis ssp. parviflora	.	.	.	+	+	III
Petrorhagia prolifera	.	.	.	+	+	III
Compagne						
Cistus salvifolius	2	1	+	.	+	V

(*segue Tab. 22*)						
Rubus ulmifolius	+	1	+	+	.	V
Avena barbata	.	.	1	+	+	IV
Inula viscosa	.	.	+	+	+	IV
Anthoxanthum odoratum	.	1	2	+	.	IV
Ranunculus bulbosus	.	+	+	+	.	IV
Poa trivialis	.	+	+	1	.	IV
Dactylis glomerata ssp. glomerata	.	+	1	+	.	IV
Phillyrea latifolia b	+	.	+	.	.	III
Quercus robur	.	1	1	.	.	III
Pyrus amygdaliformis b	.	1	1	.	.	III
Crataegus monogyna b	.	1	1	.	.	III
Geranium molle	.	1	+	.	.	III
Trifolium repens	.	+	1	.	.	III
Plantago lanceolata	.	+	+	.	.	III
Carex flacca	.	+	+	.	.	III
Lathyrus nissolia	.	+	+	.	.	III
Myosotis ramosissima	.	+	.	+	.	III
Pistacia lentiscus c	.	+	.	.	+	III
Polycarpon tetraphyllum	.	.	.	+	+	III
Trifolium nigrescens	.	.	.	+	+	III
Sporadiche	8	5	12	33	22	

Località dei rilievi: 1 Scopone; 2, 3 Valle dei Pontoni; 4 la Dogana; 5 Riserve nuove.

Aggruppamento ad Aegilops geniculata (tab. 23)
Prati aridi effimeri ad *Aegilops geniculata*.
Specie dominante: *Aegilops geniculata*.
Specie frequenti: *Anthemis arvensis* in queste formazioni vegetali ha sempre una buona presenza inoltre sono frequenti *Tuberaria guttata*, *Cistus salvifolius*, *Gaudinia fragilis*, *Vulpia ligustica*, *Dasypyrum villosum*, *Scorpiurus muricatus*.
Ecologia: la somiglianza permette di indicarla come aspetto pioniero o degradato della comunità ad *Asphodelus* o del *Vulpio-Dasypyretum* ove il pascolo e il calpestio esercitano una maggiore pressione. Si tratta di piccoli pratelli diffusi nelle radure che su suoli acidi si arricchiscono di specie degli *Helianthemetea* quali *Ornithopus compressus* e *Tuberaria guttata* sfumando verso il *Moenchio-Tuberarietum*. Lo spettro corologico sottolinea la prevalenza della componente mediterranea.
Struttura: la principale componente strutturale è data dallo strato basso (20-30 cm) di *Aegilops*, all'interno del quale si inseriscono graminacee alte o altre specie, per lo più a bassa copertura. La diversità floristica di tale aggruppamento è piuttosto elevata (in media 34.5 specie per rilievo).
Località: Capocotta, Tellinaro ed altre.

Tab. 23. **Aggruppamento ad Aegilops geniculata.**

N° ril. in tab.	1	2	Ornithopus compressus	.	+
Altezza media (cm)	30	30	Vulpia ciliata	.	+
Copertura (%)	80	70	Cerastium brachypetalum	.	+
Superficie ril. (mq)	20	30			
			Compagne		
Aegilops geniculata	3	4	Anthemis arvensis	2	2
			Cistus salvifolius	1	1
Specie dei			Avena barbata	+	+
Thero-Brachypodietea			Plantago lanceolata	+	+
Dasypyrum villosum	+	+	Anagallis arvensis	+	+
Vulpia ligustica	+	+	Hedypnois cretica	+	+
Scorpiurus muricatus	+	+	Aira caryophyllea	+	+
Sherardia arvensis	+	.	Trifolium strictum	+	+
Trifolium campestre	+	.	Inula viscosa	+	.
Aira cupaniana	.	+	Verbascum sinuatum	+	.
Trifolium stellatum	+	.	Plantago afra	+	.
Knautia integrifolia	+	.	Hypochoeris glabra	+	.
Medicago polymorpha	.	+	Trifolium ligusticum	+	.
Lagurus ovatus	.	+	Plantago coronopus	+	.
			Crepis setosa	+	.
Specie degli Helianthemetea			Carex flacca	.	+
Gaudinia fragilis	1	+	Polycarpon tetraphyllum	.	+
Tuberaria guttata	+	1	Bunias erucago	.	+
Rumex bucephalophorus	+	+	Vulpia fasciculata	.	+
Briza maxima	+	+	Sanguisorba minor	.	+
Anagallis arvensis			Salvia verbenaca	.	+
ssp. parviflora	+	+	Phleum pratense	.	+
Petrorhagia prolifera	+	+	Petrorhagia velutina	.	+
Trifolium glomeratum	+	+	Medicago litoralis	.	+
Coleostephus myconis	+	+	Carduus pycnocephalus	.	+
Lotus angustissimus	+	.	Chamaemelum mixtum	.	+

Località dei rilievi: 1 Capocotta; 2 Tellinaro.

HELIANTHEMETEA GUTTATI Br.-Bl. 1940
(= *Tuberarietea guttatae* Br.-Bl. 1952 em. Riv. Mart. 1978)
Classe comprendente praterie a terofite acidofile che tendono a formare un mosaico tra gli aggruppamenti dei *Cisto-Lavanduletea* o, in condizioni più umide, degli *Isoeto-Nanojuncetea*. Rappresentano il primo stadio successionale della vegetazione mediterranea su terreni silicei.

Helianthemetalia guttati Br.-Bl. 1940 em. Riv. Mart. 1978
(= *Tuberarietalia guttatae* Br.-Bl. 1940)
Prati effimeri a nanoterofite su sabbie acide, spesso in habitat influenzati dal fuoco.

Helianthemion guttati Br.-Bl. 1940
(= *Tuberarion guttatae* Br.-Bl. 1931)
Comunità a fioritura precoce su suoli sabbiosi silicei.

Moenchio-Tuberarietum guttatae Lucchese et Pignatti 1987 (tab. 24)
Associazione tirrenica comprendente pratelli effimeri dominati da annuali precoci su suoli acidi.
Specie caratteristiche: *Tuberaria guttata*, *Moenchia mantica*.
Specie frequenti: *Ornithopus compressus*, *Rumex bucephalophorus*, *Silene gallica*, *Plantago bellardi*, *Hypochoeris glabra*, *Galium divaricatum*, *Cerastium ligusticum*, *Cerastium glomeratum*, *Hypochoeris radicata*, *Crassula tillea*, *Rumex acetosella*, *Aira elegantissima*, *Anagallis arvensis ssp. parviflora* e *Ornithopus pinnatus*.
Ecologia: si sviluppano su terreni poco evoluti, poveri in nutrienti, su sabbia silicea con pH 4,5-5,5, in condizioni di relativa umidità primaverile ma su substrati a scarsa ritenzione idrica completamente asciutti d'estate. La maggior parte delle specie caratteristiche o di maggior frequenza raggiungono la piena maturità fenologica all'inizio di maggio per scomparire completamente in poche settimane e sono generalmente adattate ai suoli con scarso contenuto di nutrienti. Sulla duna antica risultano favorite dal compattamento edafico per passaggio di automezzi lungo le sterrate o per il pascolo della fauna selvatica: queste condizioni limitano l'areazione degli strati superiori favorendo le terofite. Dal punto di vista corologico questi pratelli sono costituiti in prevalenza ed in egual misura da specie acidofile eurimediterranee e stenomediterranee. Si tratta soprattutto di specie stress tolleranti (sensu Grime, 1979), caratterizzate da ciclo vegetale molto breve, tassi di assimilazione del carbonio non molto elevati e da una produttività su scala annuale molto bassa (Pignatti, com. pers.).
Lo spettro ecologico ponderato del *Moenchio-Tuberarietum* esprime in maniera inequivocabile le esigenze ambientali di questa associazione. Gli indici dei fattori edafici, tra i più bassi ottenuti per i sintaxa di Castelporziano, sono chiaramente da riferire alle sabbie silicee acide dove si sviluppa, molto povere in nutrienti ed aride. Gli indici di temperatura e luminosità sono, di contro, molto alti, come del resto ci si può aspettare da una vegetazione prativa a specie annuali. Infine l'indice di continentalità è basso: probabilmente il significato di questo dato è da ricercare nella necessità di una discreta umidità atmosferica, che va a compensare la scarsezza di acqua edafica.
Struttura: pratelli composti essenzialmente da terofite di piccola taglia alte 1-15 cm.
Varianti: *Trifolium cherleri* caratterizza le facies con suolo più compattato. Localmente si possono osservare popolamenti ad elevata copertura di *Trifolium nigrescens*, *Sherardia arvensis*, *Anthemis arvensis* e *Poa bulbosa* che indicano una maggiore ricchezza del substrato rispetto alle facies più tipiche. Infine nella parte meridionale della Tenuta sono stati rilevati popolamenti caratterizzati dalla presenza di

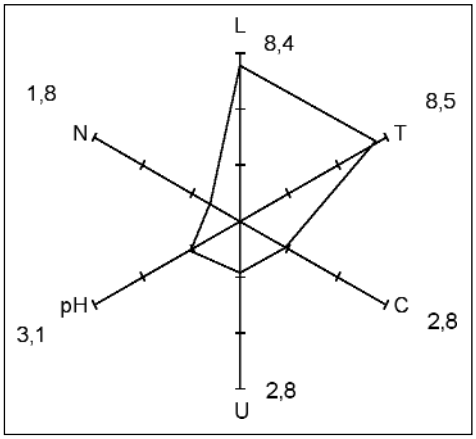


Fig. 5.8. Ecogramma relativo al *Moenchio-Tuberarietum*.

Psilurus incurvus e *Crassula tillea* che si avvicinano allo *Psiluro-Crassuletum* (Lucchese e Pignatti, 1990).
Struttura: si tratta di pratelli alti al massimo 30 cm in cui la forma biologica fondamentale è quella terofitica.
Località: radure e sentieri della duna antica. Le specie degli *Helianthemetea* si rinvengono, inoltre, frequentemente nelle cistete e negli asfodeleti in tutta la Tenuta.

Tab. 24. **Moenchio-Tuberarietum guttatae.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Altezza media (cm)	30	30	15	30	15	20	25	30	30	25	30	
Copertura (%)	70	70	80	80	60	90	60	100	90	60	80	
Superficie ril. (mq)	15	20	20	5	15	10	20	5	40	5	30	Freq.
Sp. car. e diff. Moenchio-Tuberarietum												
Aira elegantissima	+	1	2	1	1	1	.	+	.	.	2	IV
Plantago bellardii	2	2	.	.	.	.	1	1	.	.	+	III
Cerastium ligusticum	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	+	III
Anagallis arvensis ssp. parviflora	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.	+	III
Moenchia mantica	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	+	II
Cynosurus polybracteatus	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	II
Trifolium ligusticum	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	II

(*segue Tab. 24*)

Lotus angustissimus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
Romulaea columnae ssp. rollii	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
Gastridium ventricosum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	I
Sp. differenziali subassoc. a Psilurus incurvus e Crassula tillaea												
Psilurus incurvus	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	III
Crassula tillaea	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Galium divaricatum	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Linaria pelisseriana	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Trifolium suffocatum	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Vulpia fasciculata	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sp. car. Tuberarion guttatae												
Tuberaria guttata	1	1	2	2	3	2	2	2	2	.	2	V
Hypochoeris glabra	+	+	.	.	+	.	+	.	+	+	+	IV
Ornithopus pinnatus	1	1	.	.	.	+	+	.	.	+	.	III
Trifolium glomeratum	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sp. car. Tuberarietalia												
Rumex bucephalophorus	+	+	1	1	1	1	+	+	.	.	1	V
Silene gallica	+	+	+	+	.	.	+	.	+	.	+	IV
Coleostephus myconis	.	.	3	2	+	+	.	1	1	.	3	IV
Ornithopus compressus	+	+	.	+	.	+	.	.	+	.	.	III
Trifolium cherleri	1	1	.	+	+	+	.	.	.	.	.	III
Logfia gallica	+	+	+	.	.	+	.	1	.	.	.	III
Briza maxima	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	+	III
Vulpia myuros	.	+	1	.	2	.	.	1	.	.	+	III
Trifolium arvense	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	II
Corynephorus articulatus	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Gaudinia fragilis	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Sp. car. Tuberarietea												
Trifolium campestre	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	III
Centaurium maritimum	.	+	.	2	1	.	.	.	.	.	.	II
Andryala integrifolia	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	II
Aegilops geniculata	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Aira cupaniana	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	I
Aira caryophyllea	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	I
Trifolium scabrum	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I
Euphorbia exigua	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	I
Polycarpon tetraphyllum ssp. diphyllum	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I
Compagne												
Cistus salvifolius	+	+	+	+	1	+	.	+	+	.	+	V

(*segue Tab. 24*)												
Anthemis arvensis	1	.	+	1	1	+	+	+	.	.	+	IV
Carex flacca	.	.	+	+	.	+	.	+	2	+	+	IV
Vulpia ciliata	1	1	+	+	+	.	.	.	.	.	+	III
Petrorhagia velutina	+	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	III
Hypericum perforatum	.	.	+	+	.	.	.	+	1	.	+	III
Linum bienne	.	.	+	+	.	+	+	.	+	.	+	III
Mentha pulegium	.	.	+	+	.	.	.	.	.	2	1	II
Asphodelus aestivus	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	II
Sherardia arvensis	.	.	.	+	.	+	+	.	1	.	.	II
Hypochoeris radicata	.	.	1	1	.	.	.	.	+	.	+	II
Anthoxanthum odoratum	.	.	1	.	.	.	+	+	.	.	1	II
Plantago afra	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	+	II
Juncus capitatus	.	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	II
Poa bulbosa	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	II
Cynodon dactylon	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	1	II
Plantago coronopus	.	.	+	.	1	.	+	.	.	.	.	II
Centaurium erythraea	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.	I
Leopoldia comosa	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	I
Trifolium angustifolium	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Satureja calamintha	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	I
Rostraria cristata	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Tolpis umbellata	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Aphanes microcarpa	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
Sagina apetala	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I
Hypericum australe	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	I
Poa annua	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	I
Plantago lanceolata	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	I
Sporadiche	2	1	8	1	6	1	2	7	8	3	7	

Località dei rilievi: 1 Spagnoletta di sopra; 2 Camilletto di sotto; 3 Sughereta; 4 Fonte Guidone; 5, 11 Piscina Colonna; 6 Piscina Barcaccia; 7 Pignocco; 8 Stradone del Telefono; 9 Scopone; 10 Spagnoletta.

Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae Riv. Mart. et Costa in Riv. Mart., Costa, Castroviejo e Valdes 1980 (= *Caricetum divisae* Br.-Bl. 1931) (tab. 25)
Specie caratteristiche e dominanti: *Trifolium resupinatum*, *Carex divisa var. chaetophylla*.
Specie frequenti: *Cynodon dactylon*, *Trifolium suffocatum*, *Petrorhagia velutina*.
Ecologia: prati di transizione calpestati su suoli mediamente compattati, arenacei, con presenza di specie dei *Plantaginetea*, *Thero-Brachypodietea* e *Molinio-Arrhenatheretea* e caratterizzati dalla costante presenza di *Carex divisa* var. *chaetophylla*. Hanno distribuzione mediterraneo-occidentale. L'elemento corologico di maggior

consistenza è quello mediterraneo (64.3%), anche se le specie eurasiatiche risultano ben rappresentate (19.7%); scarso risulta invece il contingente delle atlantiche (1.1%).

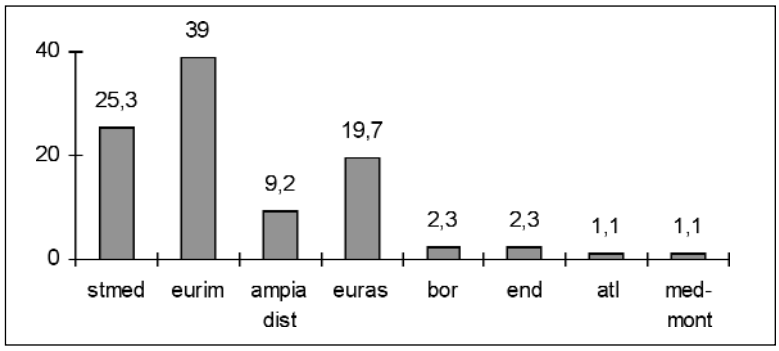
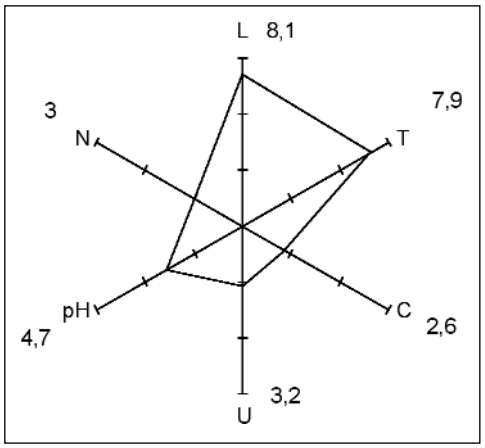


Fig. 5.9. Spettro corologico ponderato del *Trifolio-Caricetum chaetophyllae*.

L'analisi dell'ecogramma mette in risalto una buona eliofilia e termofilia. L'umidità edafica è su valori bassi, nonostante questa associazione può risultare parzialmente inondata nella stagione invernale. Il valore dell'indice di nitrofilia è basso, come quello delle altre associazioni degli *Helianthemetea guttati*, mentre il dato del pH si attesta su valori di neutralità.

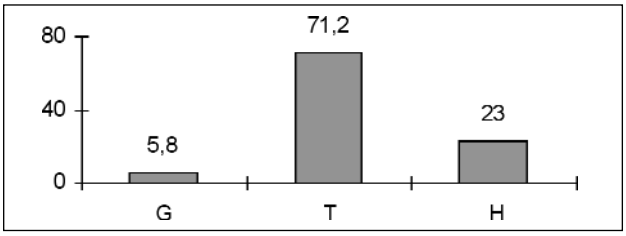


L	8,1
T	7,9
C	2,6
U	3,2
pH	4,7
N	3

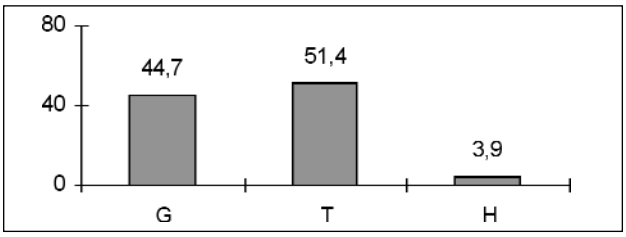
Fig. 5.10. Ecogramma relativo al *Trifolio-Caricetum chaetophyllae*.

Struttura: prati effimeri alti al massimo 20 cm con elevata ricchezza floristica ma piccola estensione. Copertura totale sempre abbastanza alta, ma mai al 100%. Possono formare strisce compatte nelle sterrate su sabbia al centro della carreggiata, tra i due solchi lasciati dalle ruote.
È interessante operare un confronto tra lo spettro biologico normale e quello pon-

derato del *Caricetum chaetophyllae*: nel primo si nota una netta dominanza di terofite, accompagnata da un buon contingente di emicriptofite ed una scarsa partecipazione delle geofite. Nello spettro ponderato, che secondo Ferrari (1973) dà un quadro più reale della struttura e delle esigenze ecologiche della vegetazione esaminata, si nota il livellamento delle terofite ed il crollo delle emicriptofite a vantaggio delle geofite che sfiorano il 45%. Questo fatto si deve alla specie dominante *Carex divisa*, geofita rizomatosa sempre presente con alti indici di copertura.



Spettro biologico normale



Spettro biologico ponderato

Fig. 5.11. Confronto tra spettro biologico ponderato e spettro biologico normale del *Trifolio-Caricetum chaetophyllae*.

Località: Fonte di Guido, Finocchiella, Ponte dei Materiali, Colonnacce, radure nelle cerrete, pratelli interstradali nelle sterrate.

Tab. 25. **Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	
Altezza media (cm)	50	40	30	60	60	
Copertura (%)	70	80	80	80	90	
Superficie ril. (mq)	20	20	25	50	30	Freq.
Car. di associazione						
Carex divisa var. chaetophylla	3	3	3	4	3	V
Trifolium resupinatum	+	+	2	.	+	V

(*segue Tab. 25*)

Car. di ordine superiore						
Cerastium ligusticum	.	.	1	+	+	IV
Petrorhagia velutina	+	+	.	.	+	IV
Coleostephus myconis	+	+	+	.	.	IV
Gaudinia fragilis	2	2	.	.	.	III
Petrorhagia prolifera	2	+	.	.	.	III
Silene gallica	+	.	.	.	+	III
Rumex bucephalophorus	.	.	.	+	+	III
Vulpia myuros	.	.	.	+	+	III
Romulea columnae ssp. rollii	+	.	+	.	.	III
Cynosurus echinatus	2	.	.	.	.	I
Compagne						
Cynodon dactylon	+	+	+	1	1	V
Vulpia ligustica	+	2	+	+	.	V
Anthemis arvensis	+	+	.	1	1	V
Sherardia arvensis	+	+	+	.	+	V
Trifolium suffocatum	+	.	+	+	+	V
Trifolium campestre	+	1	.	.	1	IV
Plantago coronopus	+	+	+	.	.	IV
Linum bienne	+	+	+	.	.	IV
Catapodium rigidum	.	.	+	+	+	IV
Bromus hordeaceus	1	+	.	.	.	III
Ranunculus sardous	+	+	.	.	.	III
Plantago lanceolata	+	+	.	.	.	III
Cynosurus cristatus	+	+	.	.	.	III
Juncus bufonius	+	+	.	.	.	III
Mentha pulegium	+	+	.	.	.	III
Crepis setosa	+	+	.	.	.	III
Lotus ornithopodioides	1	.	1	.	.	III
Hypochoeris glabra	+	.	.	.	+	III
Anagallis arvensis ssp. parviflora	+	.	+	.	.	III
Juncus capitatus	.	+	.	1	.	III
Poa annua	.	+	+	.	.	III
Sagina apetala	.	+	+	.	.	III
Cerastium semidecandrum	.	+	+	.	.	III
Poa trivialis	.	+	+	.	.	III
Ranunculus bulbosus	.	.	+	1	.	III
Anthoxanthum odoratum	.	.	+	+	.	III
Dasypyrum villosum	.	.	.	1	1	III
Trifolium nigrescens	.	.	.	1	1	III
Bunias erucago	.	.	.	+	1	III

(*segue Tab. 26*)						
Capsella rubella	.	.	.	+	+	III
Geranium molle	.	.	.	+	+	III
Arenaria leptoclados	.	.	.	+	+	III
Veronica arvensis	.	.	.	+	+	III
Sporadiche	4	6	8	9	10	

Località dei rilievi: 1 Fonte di Guido; 2 Finocchiella; 3 Ponte dei Materiali; 4,5 Colonnacce.

Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae (Pign. 1953) Géhu et Scoppola 1984 (tab. 26)

Vegetazione a terofite a fenologia primaverile su substrati sabbiosi retrodunali.

Specie caratteristiche: *Vulpia fasciculata* (*Vulpia membranacea*), *Silene colorata*.

Specie frequenti: *Centaurea sphaerocephala*, *Rostraria litorea*, *Medicago minima*, *Bromus madritensis*, *Lagurus ovatus*, *Bellardia trixago*, *Avena barbata*, *Trifolium campestre*.

Ecologia: si sviluppa nei retroduna più interni, occupando le radure tra le formazioni arbustive dei *Quercetea ilicis*. Esige substrati sabbiosi con scarso apporto di nutrienti.

Struttura: prati effimeri ad elevata ricchezza floristica ed alta copertura totale.

Dinamica: in assenza di disturbo vengono ben presto assorbiti dalle facies arbustive della lecceta, che tendono a chiudere le radure esistenti. Nelle situazioni rilevate tale vegetazione è mantenuta tale dall'azione umana che per vari motivi (vedi eliporto) ha interesse a mantenere delle radure prative in zone retodunali.

Località: Capocotta (Eliporto), Grotta di Piastra.

Tab. 26. **Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae.**

Altezza media (cm)	50-100	Briza maxima	+
Copertura (%)	90	Linum trigynum	+
Superficie ril. (mq)	300	Trifolium angustifolium	+
Substrato	sabbia	Petrorhagia prolifera	+
		Cerastium ligusticum	+
Car. Sileno-Vulpietum		Cerastium brachypetalum	+
Vulpia fasciculata	2.1		
Silene colorata	1.2	**Car. Laguro-Dasypyretum**	
Rostraria litorea (diff)	1.2	Lagurus ovatus	2.2
		Centaurea sphaerocephala	1.1
Car. Helianthemetea, Helianthemetalia		Dasypyrum villosum	+
		Vicia villosa ssp. ambigua	+
Trifolium cherlerii	+	Euphorbia terracina	+
Trifolium campestre	1.1		

(*segue Tab. 24*)

Compagne		Pteridium aquilinum	+
Bromus madritensis	4.4	Astragalus boeticus	+
Bellardia trixago	1.1	Bromus diandrus	+
Avena barbata	1.1	Knautia integrifolia	+
Medicago minima	1.2	Sherardia arvensis	+
Trifolium scabrum	+	Geranium dissectum	+
Verbascum sinuatum	+	Medicago lupulina	+
Dactylis glomerata ssp. hispanica	+	Arenaria leptoclados	+
Asphodelus aestivus	+	Sixalis atropurpurea ssp. maritima	+
Helichrysum stoechas	+	Plantago coronopus	+
Plantago lanceolata	+	Hypericum perforatum	+
Linum bienne	+	Lupinus graecus	+
Tordylium apulum	+	Allium ampeloprasum	+
Medicago littoralis	+	Convolvulus cantabrica	+
Aegilops geniculata	+	Pleurochaete squarrosa	1.3

Località dei rilievi: Capocotta (Eliporto).

6. VEGETAZIONE SINANTROPICA

A Castelporziano l'urbanizzazione e più in generale l'impatto umano sono scarsi; nei nuclei abitati o in situazioni di margine sono comunque rappresentate alcune delle più comuni associazioni sinantropiche presenti nella Campagna Romana. Si tratta di comunità pioniere costituite da un numero ridotto di specie in generale a rapida crescita; le fanerofite hanno scarsa presenza. Le specie che caratterizzano queste comunità presentano solitamente una alta produzione di materia organica e sono in grado di colonizzare rapidamente superfici libere. Le situazioni strutturali più rappresentate riguardano popolamenti a bassa diversità specifica caratterizzati dalla locale dominanza di una o poche specie particolarmente competitive (*Elytrigia repens*, *Conyza sp.pl.*, ecc.) nelle situazioni più stabilizzate, oppure mosaici caotici di vegetazione con presenza di numerose specie pioniere quale conseguenza immediata di azioni di disturbo. Molte specie sinantropiche si sono diffuse negli ambienti urbani a partire da situazioni ecologiche particolari come le rupi frequentate da uccelli (ad es. *Parietaria judaica*, *Cymbalaria muralis*, *Cardamine hirsuta*) o più in generale in aree interessate da lavori, riporti locali di terra, giardini abbandonati, sbancamenti. In questi habitat disturbati si assiste ad un declino della vegetazione naturale accompagnato da uno sviluppo vigoroso delle specie esotiche: queste specie invadenti, che non fanno parte della flora autoctona, vengono anche indicate come neofite (*Conyza canadensis*, *Conyza albida*, *Conyza bonariensis*, *Eleusine indica*, *Aster squamatus*, *Phytolacca americana*, ecc.).

Le specie vegetali che crescono in ambienti antropizzati devono sopportare un carico di stress e di disturbo superiore a quelle di ambienti naturali o seminaturali; Grime (1979) analizzò le risposte delle specie vegetali a diverse combinazioni di stress e di disturbo distinguendo tre categorie principali (Life strategies): specie *competitive*, adattate ad ambienti con basso stress e basso disturbo; specie *ruderali*, adattate ad ambienti con basso stress e alto disturbo; specie *stress-resistenti*, adattate ad ambienti con alto stress e basso disturbo. Un approccio più generico per stimare il grado di adattamento di una specie vegetale ad ambienti antropizzati è dato dall'indice di Emerobia (Kowarik in Sukopp, Hejny, Kowarik, 1990).

In questo capitolo saranno esaminate associazioni riferite alle classi *Stellarietea*, *Parietarietea*, *Adiantetea*, *Polygono-poetea, Artemisietea,* e *Galio-urticetea*.

STELLARIETEA MEDIAE Tx., Lohm. et Preising ex von Rochow 1951
Classe che riunisce le comunità a terofite, legate a suoli nei quali l'azione dell'uomo e degli animali ha determinato un aumento dei nutrienti, e le comunità vegetali infestanti dei campi coltivati. Si fa uso in questa trattazione dell'interpretazione che riunisce in un unica classe i due aspetti vegetazionali sopra citati (Gehù 1973; Rivas-Martinez, 1977; Hüppe, 1997; Mucina *et al.*, 1997), da altri autori suddivisi

rispettivamente nelle classi *Chenopodietea* (Br.-Bl. 51) Oberdorfer 1957 e *Secalietea* Br.-Bl. 51.

Sisymbretalia J.Tx. ex Görs 1966
Vegetazione ruderale a specie annuali con ciclo vegetativo e fioritura primaverile.
Questo ordine comprende le tipiche formazioni vegetali delle periferie urbane e delle aree marginali, che si sviluppano su terre da riporto e scarti edili (antrosuoli), continuamente soggetti a disturbo, con pedogenesi embrionale ed elevato contenuto di nutrienti e nitrati.

Hordeion leporini Br.-Bl. 1947
Vegetazione infestante erbacea sviluppata ai lati delle strade, nei terreni abbandonati presso le zone abitate e nei terreni adibiti alla coltivazione della vite che trova un suo optimum nella regione mediterranea.

Hordeetum leporini Br.-Bl. 1952 (tab. 27)
Formazioni erbacee nitrofile degli ambienti calpestati, aridi e soleggiati e dei margini di strada.
Specie caratteristiche: *Hordeum murinum ssp. leporinum*, *Malva sylvestris*, *Bromus madritensis* e *Sisymbrium officinale*.
Specie frequenti: oltre all'*Hordeum* e ai cardi le specie edificatrici più importanti sono *Capsella rubella*, *Malva sylvestris*, *Trifolium repens*, *Poa annua*, *Crepis setosa*, *Crepis bursifolia*, *Rumex pulcher*, *Sisymbrium officinale*, *Echium plantagineum*, *Lolium perenne*. Inoltre un corteggio floristico quanto mai vario di specie dei pascoli e dei coltivi abbandonati quali *Avena barbata*, *Trifolium repens*, *Trifolium fragiferum*, *Poa trivialis*, *Medicago arabica*, *Hirschfeldia incana*, *Trifolium nigrescens*, *Bromus hordeaceus* e *Anthemis arvensis*.
Ecologia: si tratta di un tipo di vegetazione antropica legata alla compattazione del suolo e ad una certa ricchezza in nutrienti, soprattutto nitrati, provenienti dalla concimazione naturale, dal pulviscolo atmosferico e dalle attività agricole. È frequente anche in situazioni di stazzo del bestiame, sfruttando l'apporto di nitrati dagli escrementi e ben sopportando l'intenso calpestamento. Dal punto di vista corologico si osserva una preponderanza di specie eurimediterranee e subcosmopolite.
Struttura: comunità a fioritura primaverile composta in prevalenza da terofite alte fino a 40 centimetri accompagnate da poche emicriptofite e geofite.
Dinamica: generalmente, a causa del continuo disturbo, tende a comportarsi come una associazione durevole. In luoghi dove viene a mancare l'agente di disturbo può evolversi verso una delle varianti del *Vulpio-Dasypyretum* o in situazioni edafiche più umide verso il *Convolvulo-Agropyretum*.
Sintassonomia: all'interno dell'associazione Braun-Blanquet (1952) distingueva una sottoassociazione *malvetosum* pertinente ai terreni abbandonati delle città e dei sen-

tieri di campagna e una sottoassociazione *tribuletosum* legata ad ambienti più ruderali quali ferrovie e macerie. Negli hordeeti rilevati a Castelporziano la presenza costante di *Malva sylvestris* e l'habitat di riferimento suggerirebbero una possibile attribuzione alla prima delle due sottoassociazioni citate.
Località: zone abitate della tenuta, margini di strade, stazzi.

Tab. 27. **Hordeetum leporini.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	
Altezza media (cm)	80	80	50	40	
Copertura (%)	100	100	70	70	
Superficie ril. (mq)	50	100	20	30	Freq.
Car. Hordeetum leporini					
Hordeum murinum ssp. leporinum	3	4	+	2	IV
Malva sylvestris	+	+	+	+	IV
Erodium ciconium	+	.	+	.	II
Echium plantagineum	.	+	.	+	II
Crepis bursifolia	.	.	+	.	I
Car. Stellarietea					
Rumex pulcher	+	.	+	.	III
Veronica persica	.	+	+	.	III
Anthemis arvensis	.	+	.	+	III
Borago officinalis	+	.	.	+	III
Avena sterilis	1	1	.	.	II
Trifolium nigrescens	+	+	.	.	II
Carduus pycnocephalus	+	+	.	.	II
Geranium dissectum	+	+	.	.	II
Medicago arabica	+	+	.	.	II
Medicago sativa	.	.	+	2	II
Capsella rubella	.	.	3	1	II
Sisymbrium officinale	+	.	.	.	I
Cynoglossum creticum	+	.	.	.	I
Chenopodium ambrosioides	.	+	.	.	I
Erodium malacoides	.	+	.	.	I
Papaver rhoeas	.	+	.	.	I
Matricaria chamomilla	.	+	.	.	I
Cynodon dactylon	.	+	.	.	I
Anagallis arvensis	.	.	+	.	I
Veronica polita	.	.	+	.	I

(*segue Tab. 27*)					
Stellaria media	.	.	+	.	I
Poa annua	.	.	.	+	I
Alopecurus myosuroides	.	.	.	+	I
Geranium molle	.	.	.	1	I
Compagne					
Poa trivialis	1	+	+	1	IV
Bromus hordeaceus	+	+	.	1	III
Raphanus raphanistrum	+	+	.	+	III
Trifolium repens	+	1	+	.	III
Ranunculus bulbosus	.	+	+	+	III
Vulpia ligustica	.	+	+	1	III
Bromus madritensis	.	1	.	+	II
Dactylis glomerata ssp. glomerata	+	+	.	.	II
Dasypyrum villosum	+	+	.	.	II
Hordeum bulbosum	1	+	.	.	II
Lolium perenne	3	+	.	.	II
Plantago lanceolata	+	+	.	.	II
Ranunculus repens	+	+	.	.	II
Trifolium campestre	+	+	.	.	II
Trifolium pratense	+	+	.	.	II
Sporadiche	11	8	1	1	

Località dei rilievi: 1 Bufolareccia; 2 Malpasso; 3 Casale Trafusa; 4 Ponte Ruffo.

Chenopodietalia muralis Br.-Bl. 1931
Chenopodion muralis Br.-Bl. 1931
Vegetazione ruderale a specie annuali con ciclo vegetativo tardo estivo e autunnale.

Conyzetum albido-canadensis Biondi e Baldoni 1993
(= *Conyzetum albido-bonariensis* Fanelli 1998)
Associazione sinantropica a neofite.
Specie dominanti e caratteristiche: *Conyza albida*, *Conyza bonariensis*, *Conyza canadensis*, *Aster squamatus*.
Specie frequenti: *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum, Portulaca oleracea*, *Sonchus sp.pl.*
Ecologia: si sviluppa principalmente su terreni di riporto a tessitura sciolta e sabbiosa, spesso ricchi in scarti edili ed altri materiali grossolani; si tratta di suoli asciutti normalmente ben drenati, relativamente ricchi in sostanza organica e nutrienti. Le specie caratteristiche provengono dalla fascia temperata calda dell'America settentrionale e meridionale dove il loro ambiente naturale è rappresentato da accumuli di materiale alluvionale. Il carattere xerico di questa vegetazione non è

in contraddizione con queste caratteristiche; infatti i detriti fluviali, ben drenati, negli ambienti originari sono soggetti a rapidi prosciugamenti poiché le piene avvengono prevalentemente d'estate. Quando le neofite che caratterizzano questa comunità sono giunte in Europa non hanno avuto la possibilità di colonizzare i detriti fluviali, già occupati da altre associazioni, ma hanno trovato una buona nicchia ecologica in ambienti sinantropici simili per caratteristiche del suolo e ricchezza di nutrienti come le terre di riporto a tessitura sciolta e ricche di scheletro (Fanelli, 1998). Le caratteristiche ecologiche delle specie più diffuse indicano che si tratta di una vegetazione che si sviluppa in condizioni di piena luminosità. Le componenti corologiche di maggior interesse sono di tipo medioeuropeo e submediterraneo suboceanico. Le specie caratteristiche hanno semi piccoli a dispersione anemocora, seed output elevatissimo e seed bank persistente e longeva, ottima per la colonizzazione di siti effimeri (Fanelli, 1994). Questa associazione si è diffusa e formata nelle sue componenti essenziali solo nell'ultimo secolo (Montelucci, 1956; Hruska, 1987).
Struttura: comunità dominata da terofite alte 70-150 cm accompagnate da poche emicriptofite.
Località: dintorni del borgo, fattorie, Malpasso.

Centaureetalia cyani Tx., Lohm. et Preising in Tx. 1950
(= *Secalietalia cerealis* B.-Bl. (1931) 1936)
Comunità vegetali infestanti delle colture arate, dei giardini e che talora permangono nei coltivi abbandonati.

Roemerion hybridae Riv. Mart., Fern.-Gonz. e Loidi 1998
Associazioni infestanti delle colture primaverili a frumento.

Popolamenti ad Anthemis arvensis (tab. 28)
Comunità vegetali eterogenee infestanti dei coltivi e di margine.
Specie dominante: *Anthemis arvensis*.
Specie frequenti: *Carduus pycnocephalus*, *Raphanus raphanistrum*, *Euphorbia helioscopia*, *Anchusa hybrida*, *Anacyclus radiatus.*
Ecologia: si sviluppano in situazioni marginali dei campi coltivati di vario genere, ma possono penetrare anche all'interno delle coltivazioni quando queste non vengono massicciamente trattate con diserbanti.
Struttura: formazioni prative caotiche con altezza e copertura variabili.
Sintassonomia: l'estrema eterogeneità e banalità del corteggio floristico rilevato ha reso problematico l'inquadramento sintassonomico dei popolamenti in questione. La presente posizione è giustificata dall'alta copertura, nei rilievi effettuati, di *Anthemis arvensis*, caratteristica dei *Centaureetalia cyani*, accompagnata da un piccolo ma costante gruppo di caratteristiche di ordine superiore.
Località: presso il fosso di Capocotta, Valle di Trasfusine, sempre in prossimità di campi coltivati.

Tab. 28. **Popolamenti ad Anthemis arvensis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	Plantago lanceolata	+	+	.
Altezza mass. (cm)	50	50	50	Sherardia arvensis	+	+	+
Altezza min. (cm)	5	5	5	Trifolium resupinatum	+	+	+
Copertura (%)	100	100	100	Coleostephus myconis	+	+	.
Superficie ril. (mq)	5	10	10	Galactites tomentosa	+	+	+
				Cerastium ligusticum	+	+	.
Specie degli Stellarietea,				Verbascum sinuatum	+	.	.
Centaureetalia, Roemerion				Bromus diandrus	+	.	+
Anthemis arvensis	4	3	2	Lagurus ovatus	+	.	+
Carduus pycnocephalus	1	+	1	Linum bienne	+	.	+
Raphanus raphanistrum	+	+	+	Silene gallica	+	.	+
Euphorbia helioscopia	+	+	+	Cistus salvifolius	+	.	+
Hordeum murinum ssp.				Vulpia myuros	+	.	+
leporinum	+	+	+	Silene laeta	+	.	1
Anchusa hybrida	+	+	+	Anthemis tinctoria	+	.	+
Anacyclus radiatus	+	+	+	Aegilops geniculata	+	.	+
Papaver rhoeas	.	+	.	Rumex bucephalophorus	+	.	+
				Bunias erucago	+	.	+
Altre specie				Tuberaria guttata	+	.	.
Urospermum picroides	2	1	1	Alopecurus myusuroides	.	+	+
Avena sterilis	1	1	1	Hordeum bulbosum	.	+	+
Dasypyrum villosum	1	+	+	Silene latifolia ssp. alba	.	+	+
Bromus madritensis	1	+	+	Anthoxanthum odoratum	.	.	3
Vulpia ligustica	+	+	+				

Località dei rilievi: 1, 3 f.sso Capocotta; 2 Trasfusine.

PARIETARIETEA JUDAICAE (Riv. Mart. 1955) Oberd. 1977
Vegetazione casmofila sinantropica.
Questo tipo di vegetazione è legata a condizioni di relativa disponibilità idrica e di sostanze nutritive e si pone ad un livello intermedio rispetto alle condizioni edafiche fra le classi *Adiantetea*, legata a una maggiore umidità, e *Stellarietea*, le cui associazioni dipendono da una maggiore quantità di azoto. Secondo Pignatti e Federici (1989) si tratta di una classe di vegetazione che potrebbe avere avuto il suo centro di origine proprio nell'area romana dove le specie caratteristiche crescono in ambienti naturali come le rupi tufacee dove gli uccelli nidificanti provvedono al necessario apporto di nitrati.

Parietarietalia judaicae Riv. Mart. 1969 corr. Oberd. 1977
Ordine comprendente associazioni paucispecifiche dei muri verticali edificati e delle rupi tufacee naturali. Brullo e Guarino (1998) ritengono la nomenclatura qui seguita non corretta ed sinonimizzano l'ordine in questione con *Tortulo-Cymbalarietalia* Segal 1969. Secondo Hruska (1987b) nell'ambito dei *Parietarietalia* si pos-

sono riconoscere due alleanze distinte: il *Centrantho-Parietarion judaicae*, con optimum ecologico in aree a clima centroeuropeo, ed il *Parietario-Galion muralis*, a corologia mediterranea. Altri autori (Bartolo, Brullo, 1986, Caneva *et al.*, 1995) invece non riconoscono tale distinzione, per mancanza di una chiara discriminabilità floristica, mantenendo l'unicità del *Centrantho-Parietarion judaicae*.

Centrantho-Parietarion judaicae Riv. Mart. (1960) 1969
Alleanza comprendente associazioni casmonitrofile a distribuzione mediterranea e mediterraneo-occidentale. Anche in questo caso secondo Brullo e Guarino (1998) l'alleanza in questione andrebbe riferita al *Parietarion judaicae* Segal 1969.

Parietarietum judaicae (Arènes 1928) Oberd. 1977
Associazione nitrofila dei muri a dominanza di *Parietaria judaica*.
Specie dominante: *Parietaria judaica*.
Specie caratteristiche: *Sonchus tenerrimus*, *Cymbalaria muralis*.
Ecologia: muri e interstizi rocciosi ricchi in nitrati. Predilige stazioni fresche ed ombrose, ma può essere presente anche in pieno sole.
Varianti: sui ruderi di Laurentum è presente una variante a *Centranthus ruber*, che per la sua sporadicità si preferisce non riferire al *Centranthetum rubri* Oberd. 1969.
Struttura: associazione paucispecifica ad elevata copertura della specie dominante. La sua struttura però è in stretta relazione con i lavori di manutenzione cosicché si hanno formazioni maggiormente rigogliose nelle zone ruderali e meno in quelle permanentemente abitate quali la zona del Castello o nelle aree archeologiche soggette a periodica pulizia dei muri.
Dinamica: il *Parietarietum* tende a comportarsi come una tipica associazione durevole, mantenendosi tale nel tempo. Secondo Biondi *et al.* (1993-1994) questo tipo di vegetazione va considerato solo un aspetto pioniero del *Capparidetum inermis*; in questa sede si accetta, invece, l'ipotesi di Caneva *et al.* (1995), che riconoscono all'associazione in questione una propria individualità ecologica e stabilità dinamica.
Sintassonomia: Brullo e Guarino (1998) riferiscono tale associazione all'*Asplenio-Parietarietum judaicae* Segal 1969, includendola nel *Cymbalario-Asplenion* Segal 1969.
Località: zone abitate, fattorie, strutture agricole, aree archeologiche di Tor Paterno e Laurentum.

Parietario-Cymbalarietum muralis Pign. 1953
(incl. *Cymbalarietum muralis* Görs 1966)
Specie caratteristiche e dominanti: *Cymbalaria muralis*, *Parietaria judaica*.
Ecologia: stessa ecologia ma meno nitrofilo e più umido della precedente si differenzia per una maggiore copertura di *Cymbalaria muralis* e per la costante presenza di muschi quali *Tortula muralis*, *Tortella nitida*, *Bryum argenteum*.
Struttura: struttura simile a quella del *Parietarietum* con una copertura delle specie vascolari generalmente minore.
Località: stesse località della precedente associazione.

Umbilicetum rupestris-neglecti Riv. Mart. *et al.* 1980
Associazione dei substrati porosi e tufacei a lungo umidi.
Specie caratteristiche e dominanti: *Umbilicus rupestris*.
Ecologia: rupi e muri tufacei ombrosi ad esposizione settentrionale.
Struttura: associazione paucispecifica a bassa copertura.
Località: Casale Trafusa, rupi tufacce nelle leccete chiuse di Capocotta.

ADIANTETEA Br.-Bl. 1947
Vegetazione casmofitica con elevata presenza di crittogame degli habitat stillicidiosi dell'Europa mediterranea.

Adiantetalia capilli-veneris Br.-Bl. ex Horvatic 1939
Adiantion capilli-veneris Br.-Bl. ex Horvatic 1939
Ordine e alleanza ricchi in felci casmofite dei luoghi ombrosi e permanentemente umidificati per fenomeni di condensa o percolazione.

Conocephalo conici-Adiantetum Caneva *et al.* 1995
Associazione sciafila e igrofila a Capelvenere.
Specie dominanti e caratteristiche: *Adiantum capillus-veneris*, *Conocephalum conicum*.
Ecologia: formazione vegetale legata a condizioni di estrema umidità e scarsa luminosità. A Castelporziano è presente in un ipogeo della zona archeologica di Tor Paterno, dove, a contatto con la terra, riesce a trovare il giusto apporto di acqua e sostanze organiche.
Struttura: è estremamente povera floristicamente, spesso sono presenti popolamenti monospecifici con presenza del solo *Adiantum.* In presenza di acqua percolante i muri frequentati da questa vegetazione si coprono di un fitto tappeto dell'epatica *Conocephalum conicum.*
Località: Tor Paterno.

POLYGONO ARENASTRI-POETEA ANNUAE Riv. Mart. 1975 corr. Riv. Mart. *et al.* 1991
(= *Lolio-Plantaginetea majoris* Tx. & Prsg. in Tx. 1950) sensu Oberdorfer
Formazioni vegetali dei luoghi calpestati.
Probabilmente l'origine di tale vegetazione si deve ricercare nei luoghi interessati dalle piste degli animali selvatici e dai dintorni delle loro tane; oggi però la sua diffusione è ben maggiore a causa del calpestio e del disturbo di tipo similare apportato dall'uomo (Poldini, 1989), quindi le associazioni vegetali afferenti a questa classe occupano habitat ben definiti in ambiente antropizzato, quali strade, sentieri, giardini, aie, interstizi tra sampietrini e lastricati, ecc. Il tipo di disturbo provocato dal calpestamento prolungato si manifesta in primo luogo sull'organismo vegetale con il danneggiamento fisico dei tessuti ed contemporaneamente sul substrato sog-

getto a costipamento con perdita di porosità, di aria interstiziale e di capacità idrica. Le risposte evolutive di piante adattate a questi particolari ambienti riguardano principalmente le piccole dimensioni, il portamento strisciante, l'appiattimento di foglie e fusti, la robustezza dei tessuti, l'elevata capacità rigenerativa (Poldini, *op. cit.*).

Polygono arenastri-Poetalia annuae Tx. in Géhu *et al.* 1972 corr. Riv. Mart. *et al*. 1991 (= *Plantaginetalia majoris* Tüxen & Preising in Tüxen 1950) sensu Oberdorfer.
Praterie ruderali, spesso di bordo strada, sviluppate su terreni umidi ricchi in nitrati e generalmente calpestati. Ordine comprendente associazioni eurasiatiche e mediterranee. Nelle zone più calde e aride sono limitati a suoli relativamente umidi.

Polygonion avicularis Br.-Bl. 1931 ex Aich. 1933
Alleanza comprendente associazioni a gravitazione continentale di bordi stradali e sterrate.

Lolio-Polygonetum arenastri Br.-Bl. 1930 em. Lohm. 1975
Vegetazione dei luoghi calpestati a Poligono centinodia.
Specie dominante: *Polygonum arenastrum*.
Specie frequenti: *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Poa annua*
Ecologia: tappeti erbosi calpestati in stazioni umide e ombrose prive di pavimentazione, con terreno compattato.
Struttura: formazioni prative prostrate caratterizzate dalla presenza di specie a portamento strisciante ed appressate al substrato.
Varianti: la subassociazione *trifolietosum repentis* Blasi et Pign. 1984 si sviluppa su suoli ricchi e umidi, mentre la facies a *Poa annua* in stazioni aride e disturbate.
Località: zone antropizzate della tenuta.

Lolio-Plantaginetum majoris Beger 1930
Vegetazione dei luoghi calpestati a Loglio comune e Piantaggine maggiore.
Specie caratteristiche e dominanti: *Lolium perenne*, *Plantago major ssp. major*.
Ecologia: associazione tipica dei margini di sentieri, delle aiuole e delle aree calpestate in zone relativamente umide per ristagno di acqua. Secondo Brullo (1979) tale associazione è in rarefazione in Italia a causa della sostituzione dei vecchi camminamenti in terra battuta con lastricati in cemento e asfalto.
Struttura: formazione prativa bassa, spesso tipicamente distinguibile per l'elevata copertura delle rosette basali di *Plantago major.*
Località: zone antropizzate della tenuta.

Polycarpion tetraphylli Riv. Mart. 1975
Alleanza a gravitazione eurimediterranea caratterizzata da una maggiore xericità rispetto alla precedente. Tipica dei lastricati stradali. Vicariante mediterranea del *Polygonion* secondo Poldini (1989).

Bryo-Saginetum apetalae Blasi et Pign. 1984 (tab. 29, ril. 1)
Popolamenti a muschi e nanoterofite degli interstizi stradali.
Specie caratteristiche: si tratta di una associazione paucispecifica composta essenzialmente da specie pioniere quali *Sagina apetala*, *Polycarpon tetraphyllum*, *Poa annua*, *Galium murale* e *Conyza albida* accompagnate da muschi dei generi *Tortula*, *Tortella* e *Bryum*.
Ecologia: associazione che ha il suo optimum negli interstizi dei sampietrini e dei lastricati in basalto (Blasi, Pignatti 1984), riuscendo a sopportare le condizioni estreme date da alta temperatura e suolo con limitata superficie libera.
Struttura: comunità molto variabili in funzione del calpestio con copertura dall'1 al 20%.
Località: Borgo di Castelporziano, Casa delle Antilopi.

Foto 10. *Bryo-Saginetum*, associazione vegetale che si sviluppa negli interstizi tra i sampietrini (Borgo).

Eleusinetum indicae Pign. 1953 (tab. 29, ril. 2)
Popolamenti pionieri termofili a dominanza di *Eleusine indica* degli interstizi spesso a contatto con il *Bryo-Saginetum apetalae*.
Specie caratteristiche: *Eleusine indica*, *Portulaca oleracea*, *Euphorbia maculata*.
Specie frequenti: *Digitaria sanguinalis*, *Oxalis dillenii*, *Conyza bonariensis*.
Ecologia: associazione vegetale degli interstizi dei sampietrini e dei lastricati in basalto a sviluppo autunnale. È composta da specie capaci di resistere all'intenso calpestamento ed ai forti sbalzi di temperatura e umidità legati alla bassa capacità termica del cemento e della pietra e alla modesta quantità di suolo (Fanelli, 1995). *Eleusine indica* è una specie indiana che può entrare in competizione con specie autoctone del *Bryo-Saginetum* per lo sfruttamento delle scarse risorse dell'ambiente interstiziale.
Struttura: come il *Bryo-Saginetum* la struttura di questa associazione varia a seconda dell'intensità del disturbo. In generale si tratta di popolamenti erbacei bassi a copertura maggiore rispetto alla precedente associazione. Può essere presente un tappeto di briofite.
Località: rilevato nel parcheggio del Borgo di Castelporziano.

Tab. 29. **Bryo-Saginetum, Eleusinetum.**

N° ril. in tab.	1	2	Aster squamatus	.	+
Ass.ne	BS	EL	Cynodon dactylon	1	.
Altezza media (cm)	5	7			
Copertura (%)	25	50	**Compagne**		
Superficie ril. (mq)	5	10	Spergularia rubra	2	.
			Erodium malacoides	+	.
Car. Bryo-Saginetum apetalae			Trifolium repens	+	.
Sagina apetala	1	+	Rumex bucephalophorus	.	1
Bryum argenteum	1	+	Juncus capitatus	.	1
			Catapodium rigidum	.	+
Car. Eleusinetum indicae			Sonchus asper	.	+
Eleusine indica	.	1	Senecio vulgaris	.	+
Portulaca oleracea	.	+	Plantago coronopus	.	+
Euphorbia maculata	.	+	Capsella rubella	.	+
			Vulpia ligustica	.	+
Car. Polycarpion e ordine superiore			Satureja calamintha	.	+
Polycarpon tetraphyllum	+	+	**Briofite**		
Poa annua	1	+	Tortula muralis	.	2
Conyza albida	.	1	Bryum capillare	.	1

Località dei rilievi: 1 Casa delle antilopi; 2 Borgo di Castelporziano.

Conyzo albidae-Trisetarietum paniceae Pirone et Ferretti 1999
Formazioni prative effimere a Gramigna minore.
Specie caratteristica e dominante: *Trisetaria panicea*.
Specie frequenti: *Trifolium campestre*, *Crepis setosa*, *Capsella rubella*, *Plantago lanceolata*, *Andryala integrifolia.*
Ecologia: vegetazione termofila che si sviluppa in ambienti marginali quali bordi delle strade, incolti, parcheggi in abbandono, in situazioni di suolo compattato.
Struttura: si tratta di tappeti erbosi bassi (max 30-40 cm di altezza) a copertura variabile, generalmente discontinui.
Sintassonomia: Brullo (1979) ha descritto per la Sicilia il *Trisetario aureae-Crepidetum bursifoliae*, associazione vicariante meridionale di quella in esame.
Località: zone antropizzate della tenuta, margini stradali, presso gli spiazzi delle entrate.

ARTEMISIETEA VULGARIS Lohm., Preising et Tx. ex von Rochow 1951
Vegetazione erbacea nitrofila perenne delle regioni temperate e mediterranee.

Onopordetalia acanthii Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 1944
Comunità vegetali da xero- a mesofile a specie perenni o bienni su suoli ricchi in sostanze azotate.

Dauco-Melilotion Görs 1966
Alleanza comprendente consorzi vegetali ruderali e nitrofili dominati da specie erbacee di grossa taglia a fioritura estiva. Le associazioni ad essa riferite si sviluppano su suoli poco evoluti, in genere a pH neutro o alcalino e con buon apporto di nutrienti.

Dauco-Picridetum hieracioidis Görs 1966
Comunità ruderale nitrofila a specie perenni o bienni degli spiazzi e degli incolti presso i centri abitati.
Specie dominanti: *Daucus carota*, *Picris hieracioides*.
Specie frequenti: *Melilotus alba*, *Melilotus officinalis*, *Artemisia vulgaris*, *Cichorium intybus*, *Silene latifolia ssp. alba*, *Foeniculum vulgare.*
Ecologia: è una delle tipiche associazione ruderali degli incolti. Normalmente si trova in situazione di coltivi abbandonati da un certo numero di anni e aperiodicamente pascolati. Il substrato su cui si sviluppa è poco evoluto e generalmente calcareo.
Struttura: popolamenti vegetali alti fino ad un metro e mezzo, in genere con buona copertura totale.
Dinamica: in assenza di disturbo si evolvono verso formazioni arbustive dei *Prunetalia*.
Località: margini dei campi, coltivi in disuso della tenuta.

GALIO-URTICETEA Passarge ex Kopecky 1969
Vegetazione nitrofila delle zone relativamente umide e dei margini di bosco dominata da specie perenni su suoli stabili.

Lamio albi-Chenopodietalia boni-henrici Kopecky 1969
Comunità vegetali ruderali o semi-naturali a specie perenni mesofile e nitrofile.

Arction lappae (Tx. 1937) 1947
Alleanza comprendente associazioni ruderali mesofile su suoli umidi.

Galio aparines-Conietum maculati Riv. Mart. ex G. Lopez 1978
(incl. *Conietum maculati* Pop 1968) (tab. 30)
Associazione a *Conium maculatum* degli ambienti umidi ricchi in nitrati.
Specie dominante: *Conium maculatum*.
Ecologia: si sviluppa in stazioni poco luminose, con suolo poroso, umido e ricco in nitrati per scarichi urbani o residui delle concimazioni in ambiente agrario. Può, a volte, entrare nel sottobosco di formazioni arboree sinantropiche a *Robinia* e *Ailanthus*.
Struttura: associazione paucispecifica dominata totalmente dalla Cicuta maggiore, specie bienne che con i resti secchi delle precedenti annate forma un denso intreccio di vegetazione che rende difficile l'entrata delle altre specie. La vegetazione che costituisce il *Galio aparines-Conietum maculati* può superare i due metri e mezzo di altezza.
Località: zona di transizione tra coltivi e praterie umide presso Ponte Ruffo.

Tab. 30. **Galio aparines-Conietum maculati.**

N. ril. in tab.	1	2	Galega officinalis	+	+
Altezza media (cm)	200	100	Borago officinalis	+	+
Copertura (%)	90	100	Rumex conglomeratus	+	.
Superficie ril. (mq)	20	30	Rumex sanguineus	+	.
			Galium album	+	.
Caratteristiche di associazione			Malva sylvestris	+	.
Conium maculatum	4.4	+	Raphanus raphanistrum	+	.
Galium aparine	+	2.2	Ranunculus repens	+	.
			Ranunculus velutinus	+	.
Caratteristiche			Carex otrubae	+	.
Galio-Urticetea, Artemisietea			Anchusa hybrida	+	.
Urtica dioica	+	+	Solanum nigrum	+	.
Dipsacus fullonum	2.3	+	Ranunculus lanuginosus	+	.
Silene latifolia ssp. alba	+	+	Trifolium repens	r	.
Daucus carota	+	.	Avena sterilis	.	1.2
Carduus nutans	.	+	Holcus lanatus	.	+
Cirsium creticum	.	+	Bromus sterilis	.	+
			Lolium multiflorum	.	+
Compagne			Hordeum murinum		
Equisetum telmateja	+	4.4	ssp. leporinum	.	+
Bromus diandrus	+	1.2	Stipa bromoides	.	r
Rumex crispus	+	+	Carduus pycnocephalus	.	r
Mentha suaveolens	+	+			

Località dei rilievi: 1, 2 Ponte Ruffo.

Convolvuletalia sepium Tx. 1950 em. Mucina 1993
Convolvulion sepium (Tx. 1947) Th. Müll. 1969
Ordine ed alleanza riferiti alla vegetazione a erbacee pluriannuali di stazioni umide e ricche in nitrati.

Comunità ad Urtica dioica
Popolamenti poveri di specie ad *Urtica dioica* su suoli umidi e azotati.
Specie dominanti: *Urtica dioica*.
Ecologia: si rinviene ai margini dei boschi umidi su terreni ricchi in nutrienti ed è poco caratterizzata. È frequente inoltre lungo i canali e presso gli stazzi mostrando una notevole nitrofilia.
Struttura: si tratta di popolamenti erbacei con altezze comprese tra i 50 cm e il metro e mezzo composti quasi esclusivamente da *Urtica dioica*, con coperture variabili tra l'80 e il 100%, tra i cui cespi trovano spazio poche altre specie quali *Galium aparine*, *Arctium minus*, *Silene latifolia ssp. alba*, *Arum italicum* e *Rubus sp.pl.*
Dinamica: questo tipo di comunità erbacea dovrebbe essere connesso dinamicamente ai mantelli dei *Prunetalia* che conducono successivamente al querceto e, lungo i fossi, alla vegetazione riparia a *Populus sp.pl.* e *Salix alba*.
Località: Val Renaro, Ponte Ruffo, Ortaccio.

Popolamenti a Pteridium aquilinum (tab. 31)
Aggruppamento vegetale a dominanza di felce aquilina.
Specie dominante: *Pteridium aquilinum*.
Specie frequenti: *Dasypyrum villosum*, *Bromus hordeaceus*.
Ecologia: *Pteridium aquilinum* è specie a larga ecologia che preferisce stazioni ombrose ma può crescere anche in pieno sole su suoli sterili, generalmente acidi e ben provvisti di acqua in profondità. Si possono trovare densi popolamenti in situazioni di post-incendio recenti, poiché la felce aquilina riesce, grazie ai suoi rizomi, a preservarsi dal fuoco ed a rigermogliare più rapidamente delle altre specie.
Struttura: formazioni vegetali apparentemente chiuse e povere, che ad una attenta analisi mostrano la presenza di un discreto corteggio floristico, che si sviluppa tra una fronda e l'altra di *Pteridium*.
Sintassonomia: si inseriscono nei *Galio-Urticetea* le formazioni a felce aquilina, popolamenti vegetali di difficile interpretazione sintassonomica, che non mostrano, almeno a Castelporziano, una combinazione floristica stabile.
Località: Grascete, Figurone, Santola.

Tab. 31. **Popolamenti a Pteridium aquilinum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	
Altezza media (cm)	70	150	160	130	50	
Copertura (%)	80	100	100	100	100	
Superficie ril. (mq)	50	70	40	30	30	Freq.
Pteridium aquilinum	3	5	5	3	4	V
Dasypyrum villosum	2	1	+	2	2	V
Bromus hordeaceus	+	+	+	+	+	V
Briza maxima	+	.	+	1	+	IV
Satureja calamintha	+	+	1	+	.	IV
Cerastium ligusticum	+	+	.	+	+	IV
Gaudinia fragilis	.	+	+	1	2	IV
Vulpia myuros	+	2	.	+	+	IV
Anagallis arvensis	+	+	.	+	.	III
Carex divisa	1	+	.	1	.	III
Crepis setosa	+	+	.	+	.	III
Holcus lanatus	2	.	+	2	.	III
Hypochoeris radicata	+	.	+	+	.	III
Petrorhagia prolifera	1	.	.	1	+	III
Rubus ulmifolius	.	+	+	.	+	III
Stipa bromoides	1	.	+	.	+	III
Tuberaria guttata	+	.	.	+	+	III
Chamaemelum mixtum	+	.	.	+	.	II
Asphodelus aestivus	.	+	+	.	.	II
Avena barbata	+	.	.	+	.	II
Crepis neglecta	.	+	.	.	+	II
Cynosurus echinatus	.	+	1	.	.	II
Dactylis glomerata ssp. glomerata	+	.	.	+	.	II
Dactylis glomerata ssp. hispanica	+	.	.	+	.	II
Geranium molle	.	+	+	.	.	II
Hypochoeris achyrophorus	+	.	.	+	.	II
Knautia integrifolia	+	.	+	.	.	II
Logfia gallica	+	.	.	+	.	II
Piptatherum miliaceum	.	+	+	.	.	II
Oxalis dillenii	.	.	+	.	+	II
Poa trivialis	.	+	.	.	+	II
Sherardia arvensis	.	1	+	.	.	II
Trifolium campestre	+	.	.	1	.	II
Trifolium resupinatum	+	.	.	+	.	II
Vulpia ligustica	.	+	+	.	.	II
Sporadiche	1	18	22	4	6	

Località dei rilievi: 1 Valle di Trafusina; 2 Capocotta; 3 Dogana; 4 Cioccati; 5 Grascete.

7. GARIGHE

Questi ambienti dominati da nanofanerofite e bassi arbusti sono normalmente connessi ad eventi distruttivi quali pascolo, incendio, compattamento e impoverimento del suolo e, in assenza di disturbo, tendono lentamente ad evolvere verso le formazioni arboree climax. A Castelporziano tali tipi vegetazionali si distinguono in base al substrato: sui suoli della duna antica si sviluppano garighe a *Cistus salvifolius* riferibili ai *Cisto-Lavanduletea*, mentre sulla duna recente troviamo formazioni a *Erica multiflora*, *Rosmarinus officinalis* e *Cistus creticus ssp. eriocephalus* (*Cistus incanus*) incluse nei *Rosmarinetea*.

CISTO-LAVANDULETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940
Garighe e macchie basse mediterranee su suoli silicei ed ultrafemici.
Comprende prevalentemente formazioni che si installano in seguito ad incendi nelle foreste delle zone calde europee.

Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. 1940 em. Riv. Mart. 1968
Cespuglieti acidofili e xerici che costituiscono stati di degradazione più o meno avanzata delle foreste del *Quercion ilicis* e dell'*Oleo-Ceratonion*.
Occupano normalmente suoli sabbiosi a reazione da acida a moderatamente basica ma comunque poveri in carbonato di calcio. Ordine rappresentato soprattutto in Europa occidentale che penetra in modo frammentario fino all'Asia minore.

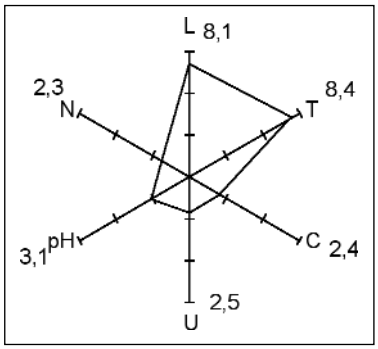
Cistion ladaniferi Br.-Bl. 1940
Comprende le comunità basso arbustive con baricentro sul Mediterraneo occidentale e centrale.

Garighe a Cistus salvifolius (tab. 32)
Formazioni arbustive a copertura variabile dominate da *Cistus salvifolius*.
Specie dominante: *Cistus salvifolius*.
Specie caratteristiche: tra le specie erbacee che le caratterizzano possiamo distinguere principalmente un contingente riferibile al *Moenchio-Tuberarietum guttatae*, specie provenienti dal *Vulpio-Dasypyretum* e la frequenza di plantule del *Viburno-Quercetum ilicis*. Le specie maggiormente costanti sono *Aira caryophyllea*, *Briza maxima*, *Rumex bucephalophorus*, *Asparagus acutifolius*, *Coleostephus myconis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex flacca*, *Avena sterilis*, *Hypochoeris achyrophorus* e giovani piante e plantule di *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis.*
Ecologia: suoli acidi, oligotrofi periodicamente visitati dal fuoco almeno in passato. *Cistus salvifolius* è una specie con tasso di assimilazione relativamente elevato e semidecidua che riduce le perdite idriche nel periodo arido attraverso la produzione di foglie più piccole e sclerificate. Studi di Troumbis e Trabaud (1986) hanno dimostrato un significativo aumento della germinabilità dei semi in seguito a forte

Foto 11. *Cytinus hypocistis*, rara presenza delle garighe a *Cistus salvifolius* di cui è parassita. Prima segnalazione per Castelporziano (Spagnoletta).

riscaldamento dovuto ad incendio: ulteriori studi di Trabaud (1987) ne hanno confermato la naturale pirofilia.

Le garighe a *Cistus salvifolius* costituiscono uno dei più diffusi aspetti arbustivi della tenuta di Castelporziano anche se in generale su piccole superfici. Dal punto di vista corologico sono composte essenzialmente da specie stenomediterranee. Lo spettro ecologico fotografa una vegetazione che si sviluppa su suoli aridi, acidi e poveri in nitrati. I dati relativi ai fattori microclimatici dimostrano che si tratta di vegetazione eliofila e termofila.



L	8,1
T	8,4
C	2,4
U	2,5
pH	3,1
N	2,3

Fig. 7.1. Ecogramma relativo alla vegetazione a *Cistus salvifolius*.

Struttura: gli aspetti più tipici sono caratterizzati dalla dominanza di *Cistus salvifolius* accompagnato da uno scarso contingente erbaceo composto da terofite ed emicriptofite dei *Tuberarietea* e del *Vulpio-Dasypyretum* con cui spesso è direttamente a contatto.
Dinamica: lo sviluppo di queste garighe è normalmente condizionato dalla manutenzione delle strade e dei bordi strada. In generale le cistete a *Cistus salvifolius* più sviluppate sembrano evolvere verso la lecceta ma si trovano anche in contiguità con le sugherete; tra le prime specie del *Viburno-Quercetum ilicis* che entrano in questi popolamenti si nota una grande capacità riproduttiva di *Erica arborea*, *Myrtus communis* e *Smilax aspera.*
Località: sono particolarmente frequenti lungo le strade, gli stradelli e i sentieri che attraversano le sugherete e gli ericeti della duna antica.

Tab. 32. **Garighe a Cistus salvifolius.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Copertura (%)	100	100	100	90	80	70	100	80	100	
Superficie ril. (mq)	5	5	20	30	30	100	40	200	10	Freq.
Cop. % strato arbustivo (0,5-3 mt)	80	70	70	90	50	50	90	50	95	
Cistus salvifolius	4	3	3	4	3	3	4	3	5	V
Erica arborea	1	+	1	.	.	2	.	2	+	IV
Phillyrea latifolia	.	+	.	+	.	+	.	+	+	III
Cytisus scoparius	1	1	.	.	.	.	.	.	.	II
Juniperus oxycedrus	.	+	.	.	.	.	+	.	.	II
Quercus ilex	.	.	.	.	.	.	.	1	+	II
Myrtus communis	.	.	.	+	.	.	.	+	.	II
Cop. % strato erbaceo (10-100 cm)	30	40	60	70	40	25	10	40	25	
Briza maxima	2	1	1	1	2	1	.	.	.	IV
Coleostephus myconis	1	1	+	+	.	+	.	+	.	IV
Anthoxanthum odoratum	+	+	+	+	.	1	.	1	.	IV
Asparagus acutifolius	.	.	.	+	.	1	+	+	+	III
Carex flacca	.	+	+	+	2	.	.	+	.	III
Aira caryophyllea	+	+	.	+	+	.	.	.	.	III
Rumex bucephalophorus	.	+	.	+	+	.	.	+	.	III
Asphodelus aestivus	.	.	.	1	2	1	.	+	.	III
Hypochoeris achyrophorus	1	1	+	.	.	.	.	.	.	II
Stipa bromoides	+	.	1	.	.	.	.	.	+	II
Vulpia myuros	.	+	+	+	.	.	.	.	.	II
Piptatherum miliaceum	.	.	.	+	.	1	.	+	.	II
Smilax aspera	.	.	.	+	.	.	+	+	.	II
Avena sterilis	.	.	.	.	+	+	.	.	2	II

(*segue Tab. 32*)										
Sherardia arvensis	.	.	.	.	+	.	.	+	+	II
Satureja calamintha	.	.	.	.	.	1	.	+	+	II
Rubia peregrina	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
Tuberaria guttata	1	.	.	.	2	.	.	.	.	II
Anthemis arvensis	+	.	.	.	+	.	.	.	.	II
Anagallis arvensis ssp. parviflora	.	+	.	+	.	.	.	.	.	II
Briza minor	.	+	.	+	.	.	.	.	.	II
Avena barbata	.	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Cynosurus echinatus	.	.	+	.	.	+	.	.	.	II
Linum bienne	.	.	+	.	.	.	.	.	+	II
Gaudinia fragilis	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II
Oenanthe pimpinelloides	.	.	+	.	.	.	.	+	.	II
Aira elegantissima	+	.	.	+	+	.	.	.	.	II
Logfia gallica	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
Plantago afra	.	.	.	+	1	.	.	.	.	II
Vicia hybrida	.	.	.	+	.	.	.	.	+	II
Urospermum picroides	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
Leopoldia comosa	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
Brachypodium sylvaticum	.	.	.	.	.	2	.	2	.	II
Geranium dissectum	.	.	.	.	.	+	.	+	.	II
Crataegus monogyna	.	.	.	.	.	+	.	+	.	II
Clematis flammula	.	.	.	.	.	.	+	.	+	II
Aetheorrhiza bulbosa	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Vicia sativa	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Sporadiche	1	0	3	12	10	5	8	18	27	

Località dei rilievi: 1, 2, 3 Scopone; 4 Piscina Colonna; 5 Larghi del Tellinaro; 6 Sughereta; 7 Chalet; 8 Imposto; 9 Foresteria.

ROSMARINETEA OFFICINALIS Riv. Mart. *et al.*, 1991
Garighe e macchie basse mediterranee dei suoli basici e calcarei.

Rosmarinetalia officinalis Br.-Bl. ex Molinier 1934
Comunità a bassi arbusti ed erbe delle regioni mediterranee su suoli basici o neutri.

Rosmarinion officinalis Br.-Bl. ex Molinier 1934
Comunità arbustive su substrati xerici.

Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali Biondi 1999 (tab. 33)
Garighe mediterranee dei suoli poco profondi della duna antica a *Cistus creticus ssp. eriocephalus* e specie dei *Rosmarinetea*.
Specie caratteristiche: formazioni caratterizzate dall'elevata copertura di *Cistus creticus ssp. eriocephalus* e dalla buona frequenza di *Erica multiflora* e *Rosmarinus officinalis.*

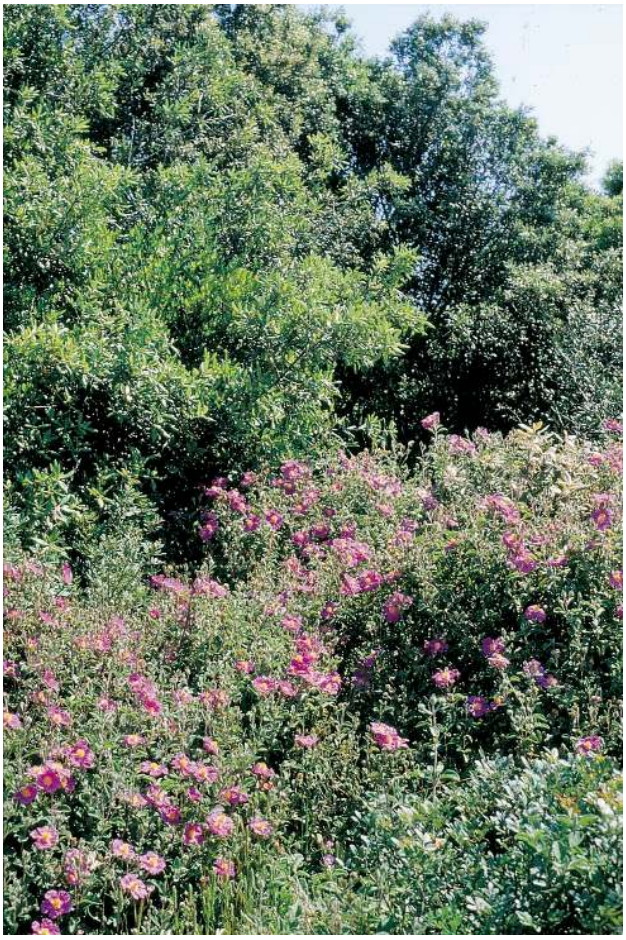
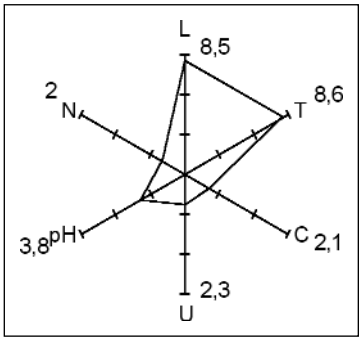


Foto 12. *Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali*, associazione arbustiva dei substrati sabbiosi calcarei che localmente può rappresentare il mantello del *Viburno-Quercetum ilicis* (presso Tor Paterno).

Ecologia: comunità a cespugli e terofite stenomediterranee di piccole dimensioni che si sviluppano su suoli calcarei poco profondi periodicamente visitati dal fuoco. Corrispondono solitamente a regosuoli con una locale ricchezza in carbonato di calcio dovuto all'accumulo di bioclasti. *Cistus creticus ssp. eriocephalus* è una specie pirofila la cui germinabilità dei semi aumenta in presenza di forte riscaldamento dovuto ad incendio (Mazzoleni, 1989).
I dati ecologici ottenuti per la vegetazione arbustiva a *Cistus creticus ssp. eriocephalus* sono nel complesso molto simili a quelli sopra esaminati per *Cistus salvifolius*. Viene in parte evidenziata una minore acidofilia, ma il dato del pH non indica particolare basofilia. Ancor più marcate invece aridità edafica, povertà di nutrienti del suolo, termofilia ed eliofilia.



L	8,5
T	8,6
C	2,1
U	2,3
pH	3,8
N	2

Fig. 7.2. Ecogramma relativo alla vegetazione a *Cistus creticus ssp. eriocephalus*.

Struttura: lo strato arbustivo di queste formazioni raggiunge raramente il metro ed è costituito in prevalenza da nanofanerofite e fanerofite cespugliose. Lo strato lianoso è localmente piuttosto sviluppato e comprende *Smilax aspera*, *Lonicera implexa*, *Asparagus acutifolius*, *Clematis flammula* e *Rubia peregrina*. Lo strato erbaceo raramente supera il 10% di copertura ma è relativamente ricco in specie tra le quali ricordiamo *Teucrium flavum*, *Linum strictum*, *Daphne gnidium*, *Helichrysum stoechas*, *Lagurus ovatus*, *Fumana thymifolia*, *Centaurium erythraea*.

Dinamica: alcuni rilievi a dominanza di *Cistus creticus ssp. eriocephalus* sembrano interpretabili come stadio della successione collegata allo *Juniperetum macrocarpae* (tab. 33, ril. 2, 11) e all'*Erico-Rosmarinetum* (ril. 1, 3). C'è tuttavia da notare come già a circa cento metri dalla spiaggia, nei primi piani interdunali, il rinnovamento della vegetazione sembra far evolvere queste vegetazioni direttamente verso forme litoranee della lecceta che, del resto, presso lo Chalet si spinge a poche decine di metri dalla costa.

Località: si sviluppano principalmente sulle sabbie della duna recente lungo il litorale, nei primi interduna. Le zone ove queste garighe raggiungono una particolare rilevanza sono quelle antistanti l'area di Grotta di Piastra, al di là della litoranea, fin quasi allo Chalet.

Tab. 33. **Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Copertura (%)	100	100	100	100	100	80	100	100	100	95	90	100	
Superficie ril. (mq)	50	50	50	50	100	50	50	50	100	200	60	40	Freq.
Strato arbustivo (50-120 cm) cop.%	90	90	80	70	90	70	90	100	100	95	90	100	
Cistus creticus ssp. eriocephalus	3	3	1	4	4	3	4	4	2	4	3	4	V
Arbutus unedo	+	.	1	+	+	1	1	+	2	1	1	3	V
Dorycnium hirsutum	+	1	+	1	+	+	1	1	+	+	.	+	V
Phillyrea angustifolia	1	+	1	+	+	2	.	+	2	.	+	1	V

(*segue Tab. 33*)													
Rosmarinus officinalis	.	2	2	+	1	1	+	+	+	+	.	+	V
Erica multiflora	3	.	3	1	1	1	+	1	1	+	.	.	IV
Quercus ilex	.	+	+	.	+	+	+	.	1	+	2	.	IV
Juniperus oxycedrus	1	1	1	.	+	.	.	.	+	.	1	+	III
Juniperus phoenicea	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+	+	III
Pistacia lentiscus	.	.	+	+	.	+	.	.	1	+	.	.	III
Cistus salvifolius	.	.	.	.	+	.	.	1	1	.	.	+	II
Phillyrea latifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	I
Fumana thymifolia	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Strato lianoso cop.%	5	1	15	5	5	1	1	10	5	15	1		
Smilax aspera	1	+	1	+	+	+	+	1	+	1	+	+	V
Lonicera implexa	+	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	V
Smilax aspera	+	+	1	+	+	+	+	1	+	1	+	+	V
Clematis flammula	.	.	.	+	+	.	.	.	1	+	.	+	IV
Hedera helix	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	I
Strato erbaceo (5-30 cm) cop.%	1	5	10	10	10	10	10	5	1	1	5	5	
Daphne gnidium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	V
Asparagus acutifolius	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	IV
Helichrysum stoechas	1	.	+	+	1	1	+	+	.	.	.	.	III
Melilotus sulcata	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	II
Centaurium erythraea	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II
Linum strictum	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	II
Teucrium flavum	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	II
Helichrysum italicum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
Daucus carota	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	II
Cephalanthera longifolia	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
Tortula muralis	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	II
Sporadiche	1	1	0	3	2	3	2	0	2	2	3	1	

Località dei rilievi: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Litorale Grotta di Piastra; 11, 12 Chalet.

Erico-Rosmarinetum Horvatic 1958 (tab. 34)
Cespuglieti mediterranei dei suoli calcarei.
Specie dominanti: *Rosmarinus officinalis*, *Erica multiflora*.
Specie caratteristiche: *Fumana thymifolia*.
Ecologia: arbusteti mediterranei derivati dal degrado degli aspetti litoranei del *Viburno-Quercetum ilicis* sui terreni della Duna Recente.
Struttura: comunità alta fino a 1,5 m negli aspetti più tipici composta essenzialmente da nanofanerofite e fanerofite cespugliose. Interessante lo strato muscinale composto da *Pleurochaete squarrosa* e *Tortula ruralis* localmente ad alta copertura.
Dinamica: tendono ad evolvere verso gli aspetti litoranei del *Viburno-Quercetum ilicis*.
Località: duna recente.

Tab. 34. **Erico-Rosmarinetum.**

N° ril. in tab.	1	2
Altezza media (cm)	120	150
Copertura (%)	100	100
Superficie ril. (mq)	50	30
Strato arbustivo (0.50-1.5 m cop.%)	100	100
Rosmarinus officinalis	2.2	2.3
Erica multiflora	3.4	2.3
Fumana thymifolia	+	+
Quercus ilex	1.2	1.2
Pistacia lentiscus	+	+
Dorycnium hirsutum	+	+
Juniperus oxycedrus	1.2	.
Cistus creticus ssp. eriocephalus	1.2	.
Arbutus unedo	1.3	.
Phillyrea angustifolia	1.1	.
Juniperus phoenicea	+	.
Daphne gnidium	.	+
Strato lianoso cop.%	10	5
Smilax aspera	1.2	+
Lonicera implexa	+	.
Strato erbaceo cop.%	2	1
Helichrysum stoechas	+	+
Asparagus acutifolius	+	.
Centaurium erythraea	+	.
Daphne gnidium (pl)	+	.
Linum strictum	+	.
Cephalanthera longifolia	+	.
Arbutus unedo (pl)	+	.
Rubia peregrina	.	+
Medicago marina	.	+
Erica multiflora (pl)	.	+

Località dei rilievi: 1 Chalet; 2 Grotta di Piastra.

8. LA VEGETAZIONE FORESTALE

La superficie forestale della Tenuta viene stimata circa 3000 ettari ai quali vanno aggiunti oltre 1000 ettari di rimboschimenti di cui i 2/3 a *Pinus pinea*. Si tratta di un patrimonio cospicuo, di grande interesse scientifico, essendo in gran parte costituito da foresta naturale o seminaturale, e celebrato per l'eccezionale effetto scenico. Tuttavia l'elevata copertura forestale attuale della Tenuta non può nascondere il pesante impatto che le attività umane hanno avuto nei secoli attraverso pascolo, incendio e attività agricole. In base alle specie e alle associazioni presenti e alle condizioni climatiche, si possono comunque ben ricostruire i paesaggi forestali potenziali e i più importanti gradienti ecologici che li caratterizzano.

8.1. Vegetazione potenziale

Come abbiamo visto nel capitolo clima, Castelporziano è caratterizzato da condizioni mesomediterranee di tipo subumido con potenzialità per la vegetazione mediterranea ma anche per forme forestali più mesofile ed igrofile che, in funzione principalmente della falda e della morfologia, possono diventare dominanti già a poche centinaia di metri dalla linea di costa.

La flora generale di Castelporziano conferma questi dati con un sostanziale equilibrio tra specie stenomediterranee, eurimediterranee ed eurasiatiche s.l. ed in particolare mostra addirittura una leggera prevalenza di specie a gravitazione orientale (in buona parte specie delle foreste a caducifoglie a cerro e farnetto e delle serie ad esse connesse) rispetto a quelle a gravitazione occidentale (corrispondenti in parte a specie stenomediterranee occidentali delle serie del *Quercion ilicis*).

Ci troviamo sostanzialmente in condizioni ecotonali favorevoli alla vegetazione mediterranea ma con potenzialità per flore più mesofile ed igrofile.

Un confronto tra le principali forme biologiche delle associazioni forestali presenti a Castelporziano mostra di fatto un regolare gradiente di mediterraneità.

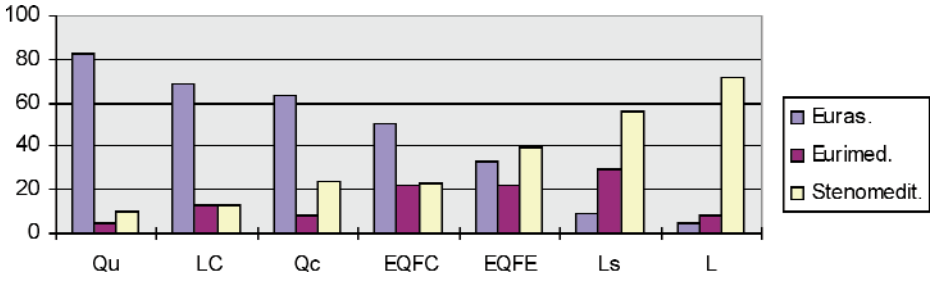


Fig. 8.1. Spettri biologici di alcune formazioni forestali di Castelporziano (QU = *Querco-Ulmetum*, LC = *Lauro-Carpinetum*, QC = *Querco-Carpinetum*, EQFC = *Echinopo-Quercetum frainetto facies a Carpino*, EQFE = *Echinopo-Quercetum frainetto facies a Erica*, Ls = *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*, L = *Viburno-Quercetum ilicis*).

Il mediterraneismo può anche essere visualizzato come rapporto (ponderato in base alla copertura) tra elemento corologico stenomediterraneo ed elemento corologico eurasiatico. Si può notare con maggiore evidenza come la sughereta abbia da questo punto di vista caratteri intermedi tra la cerreta e la lecceta.

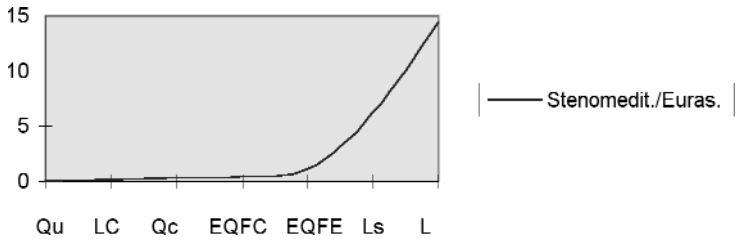


Fig. 8.2. Variazioni dell'indice di mediterraneità (QU = *Querco-Ulmetum*, LC = *Lauro-Carpinetum*, QC = *Querco-Carpinetum*, EQFC = *Echinopo-Quercetum frainetto facies a Carpino*, EQFE = *Echinopo-Quercetum frainetto facies a Erica*, Ls = *Viburno-Quercetum ilicis subereto-sum*, L = *Viburno-Quercetum ilicis*).

Nella zona della Tenuta corrispondente ai depositi piroclastici albani troviamo forre e rupi in cui i fattori differenziali diventano anche l'inclinazione e l'esposizione. Nelle forre in particolare troviamo una serie che dal bordo dei fossi fino alla cima delle rupi può essere così sintetizzata: *Lauro-Carpinetum → Echinopo-Quercetum frainetto facies a carpinus orientalis → Echinopo-Quercetum frainetto facies a Erica arborea → Viburno-Quercetum ilicis.*

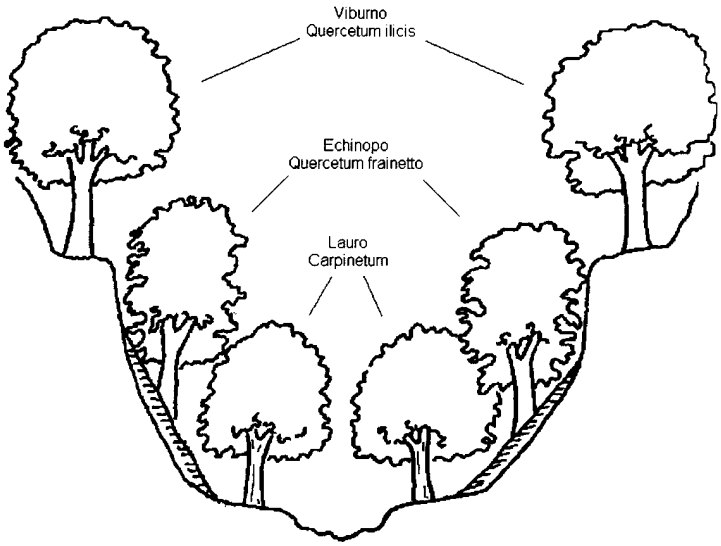
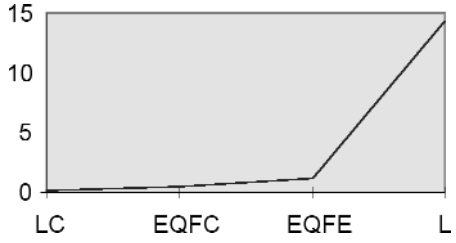


Fig 8.3. Rappresentazione schematica della vegetazione arborea di forra a Castelporziano in sezione trasversale.

In tale serie, come evidenziato in fig. 8.4., la variazione del rapporto Stenomediterranee/Eurasiatiche nelle associazioni presenti mostra un gradiente di mediterraneità dovuto al cambiamento delle condizioni edafiche e microclimatiche nelle diverse parti della forra: nel fondo fresco e umido a substrato alluvionale si sviluppa il *Lauro-carpinetum*, sui versanti poco acclivi trova spazio la cerreta, mentre sulle pareti ed in cima, in condizioni di suolo limitato, si trovano lembi di lecceta.



fondo della forra → cima della forra

Fig. 8.4. Variazioni del rapporto *stenomediterranee/eurasiatiche* lungo la serie boschiva delle forre.

Dalle specie forestali maggiormente diffuse nei rilievi forestali otteniamo ulteriori informazioni fitogeografiche:

Specie frequenti nelle formazioni arboree di Castelporziano (120 rilievi)

	Pres.	Freq.	Classe
Alberi			
Quercus ilex	64	55,7	III
Quercus frainetto	43	37,4	II
Quercus cerris	41	35,7	II
Quercus robur	25	21,7	II
Carpinus orientalis	24	20,9	II
Arbusti e liane			
Phillyrea latifolia	105	91,3	V
Smilax aspera	82	71,3	IV
Hedera helix	74	64,3	IV
Ruscus aculeatus	66	57,4	III
Asparagus acutifolius	59	51,3	III
Erica arborea	59	51,3	III
Rubia peregrina	56	48,7	III
Crataegus monogyna	55	47,8	III
Rubus ulmifolius	54	47,0	III
Pistacia lentiscus	48	41,7	III
Myrtus communis	31	27,0	II
Juniperus oxycedrus	24	20,9	II
Erbe			
Brachypodium sylvaticum	84	73,0	IV
Cyclamen repandum	64	55,7	III
Carex distachya	45	39,1	II
Juncus depauperatus	31	27,0	II
Euphorbia amygdaloides	29	25,2	II
Carex flacca	28	24,3	II
Asphodelus aestivus	26	22,6	II
Piptatherum miliaceum	26	22,6	II
Luzula forsteri	24	20,9	II

Si tratta quasi in egual misura di specie appartenenti alle due classi *Querco-Fagetea* e *Quercetea ilicis* e ai contingenti corologici eurasiatico, stenomediterraneo ed eurimediterraneo. Notevole la presenza dell'elemento europeo-caucasico tra le specie dei *Querco-Fagetea* che rimanda a climi più continentali.

In sostanza, l'informazione che si può ottenere dall'analisi dei dati floristici e climatici di Castelporziano, è che quest'area ha una situazione di tensione bioclimatica fra ambiente mediterraneo ed ambiente temperato. Si potrebbe trarne la conclusione che la vegetazione abbia un carattere intermedio tra la lecceta ed il querceto misto caducifoglio. Questo tuttavia non avviene, in quanto i fattori stazionali, come sopra accennato, e le caratteristiche meso-climatiche hanno determinato una decisa differenziazione tra gli ambienti delle varie cenosi forestali. Pertanto nell'analisi floristica della vegetazione e nel rilevamento della carta fitosociologica la distinzione tra l'uno e l'altro tipo di vegetazione è generalmente chiara.

Per quanto riguarda le condizioni di naturalità, secondo Pedrotti (1990) Castelporziano è l'unica zona del Comune di Roma, insieme a Decima e Castelfusano, classificabile come Classe III, cioè «territori a vegetazione naturale relitta localizzate in stazioni non adatte all'agricoltura e prevalente vegetazione sinantropica o seminaturale». Ma a livello di scala locale (vedi anche Carta della vegetazione) buona parte della Tenuta può essere inclusa nella Classe II cioè «zona a vegetazione naturale dominante con predominanza di comunità secondarie, vegetazione seminaturale e sinantropica con molte caratteristiche naturali».

8.2. Analisi multivariata della vegetazione arborea.

Il dendrogramma dei rilievi di vegetazione forestale è stato costruito secondo l'algoritmo agglomerativo «*Simple average*» (WPGMA) usando l'indice di somiglianza di Ochiai per dati binari (package SIN-TAX 5.0 - Podani, 1993, 1994).

La matrice di partenza comprende 115 rilievi per 286 specie.

Sono stati inseriti nell'analisi anche rilievi di formazioni vegetali arbustive e alto-arbustive legate dinamicamente ai principali sintaxa arborei.

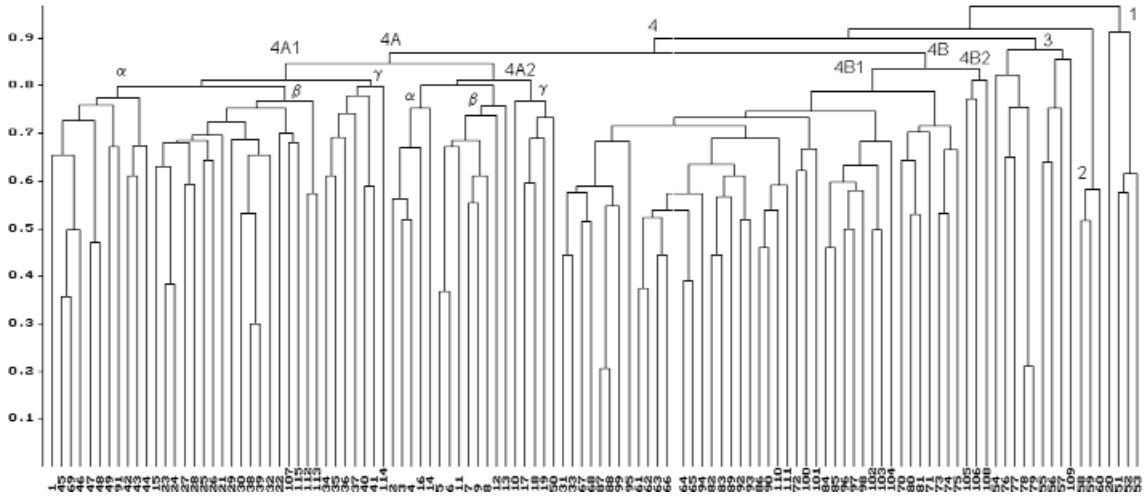


Fig. 8.5. Dendrogramma della vegetazione arborea di Castelporziano (Simple Average - Ochiai).

L'uso di una matrice con dati presenza-assenza permette una buona distinzione dei sintaxa di gerarchia superiore. Sono stati evidenziati quattro clusters principali: i primi tre clusters (1-2-3) possono essere considerati strutturalmente un unico insieme, mentre il cluster quattro è suddiviso in due subclusters (4a e 4b) a loro volta ulteriormente suddivisi.

Analisi dei clusters

Clusters 1-2-3 (Mantelli)

Questi tre clusters sono separati per primi ed in modo evidente dal resto dei rilievi. Essi comprendono le formazioni vegetali arbustive e le situazioni arboree aperte e degradate. In particolare nel cluster 1 sono presenti i rilievi riferibili al *Pruno-Crataegetum* ed un singolo rilievo di cerreta degradata e molto povera di specie (ril. 20). Nel cluster 2 sono incluse formazioni vegetali a macchia del *Rosmarino-Ericion* e dello *Juniperetum macrocarpae*. Nel cluster 3, infine, si collocano rilievi di lecceta a macchia molto aperta con presenza di numerose specie del *Vulpio-Dasypyretum*; in questo gruppo è anche presente un rilievo di pineta diradata (ril. 109) con sottobosco a *Stipa bromoides*.

Cluster 4 (Formazioni forestali)

Il cluster 4 separa le formazioni vegetali prettamente forestali da quelle arbustive a macchia precedentemente esaminate.

Subcluster 4A (Querco-Fagetea)

In questo subcluster è compresa la vegetazione forestale a caducifoglie mesofila o termofila.

Subcluster 4A1 (Quercion frainetto)

Il sottogruppo 4A1 include i boschi a cerro e farnetto della tenuta ascrivibili in gran parte all'*Echinopo-Quercetum frainetto*. È possibile, approfondendo l'indagine, riconoscere tre ulteriori suddivisioni che separano, seppur con qualche eccezione, le facies a *Carpinus orientalis* (β) da quelle ad *Erica arborea* (α, γ). Sono inclusi in questo gruppo, senza una particolare distinzione, anche tre rilievi di *Carici-Fraxinetum*.

Subcluster 4A2 (Carpinion)

Il sottogruppo 4A2 rappresenta abbastanza fedelmente i boschi umidi della tenuta legati a condizioni di igrofilia edafica o microclimatica. Anche in questo caso si distinguono tre ulteriori sottogruppi:

— α *Querco-Ulmetum* e *Ornithogalo-carpinetum betuli*
— β *Lauro-Carpinetum*
— γ facies umide dell'*Echinopo-Quercetum frainetto*.

Subcluster 4B (Quercetea ilicis)

Il subcluster 4B separa i boschi mediterranei sempreverdi dei *Quercetea ilicis*.

Subcluster 4B1 (Quercion ilicis)

Sono qui riuniti i rilievi di lecceta ascrivibili al *Viburno-Quercetum ilicis* sensu lato. Non vengono ben distinte, in questo caso, le due subassociazioni *suberetosum* ed *ericetosum*. Anche le differenze strutturali delle leccete rilevate non sono state evidenziate dall'analisi svolta, se si eccettua un microcluster di 7 rilievi (non segnato) che racchiude prevalentemente leccete aperte; evidentemente il background delle specie comuni a tutti i rilievi effettuati è troppo forte per giustificare una separazione nel dendrogramma.

Subcluster 4B2 (rimboschimenti a Pinus pinea)

In questo piccolo subcluster di tre rilievi sono compresi rimboschimenti a *Pinus pinea*. La vicinanza di questo gruppo a quello delle leccete e la subordinazione allo stesso subcluster 4B si spiega con la presenza di un sottobosco rappresentato principalmente da specie arbustive dei *Quercetea ilicis.*

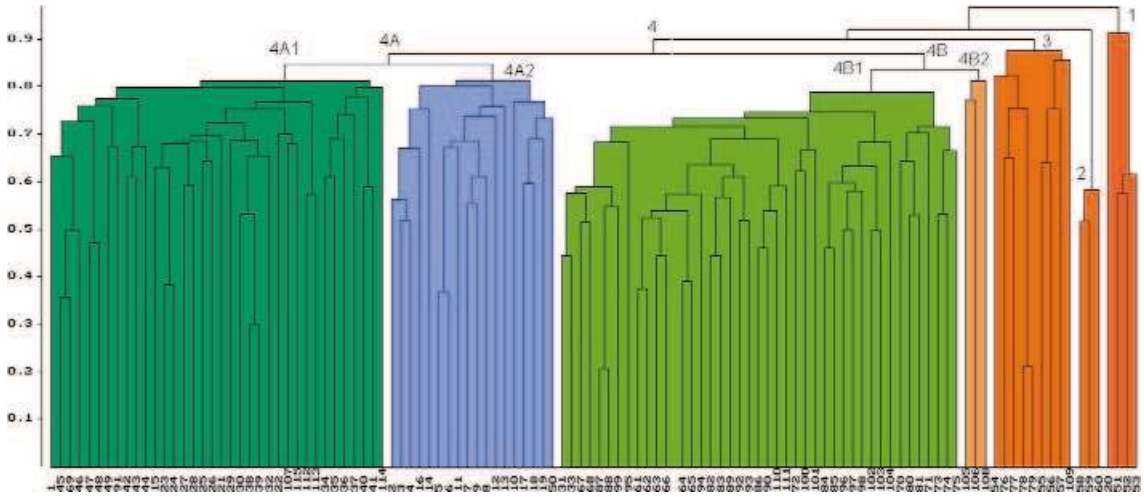


Fig. 8.6. Evidenziazione cromatica dei principali clusters del dendrogramma.

L'ordinamento è stato svolto su tre assi secondo il metodo del «Principal Coordinates Analysis» (Metric Multidimensional Scaling) con indice di somiglianza di Ochiai, permettendo in questo modo una migliore comparazione con il dendrogramma. Rispetto a quest'ultimo, per limiti di calcolo del programma di analisi multivariata usato (Sin-Tax 5.0), abbiamo utilizzato 99 rilievi, escludendo gran parte di quelli relativi alla vegetazione di mantello. In questo modo la matrice finale è risultata di 99 rilievi per 210 specie e rappresentativa delle principali formazioni forestali e alto arbustive.

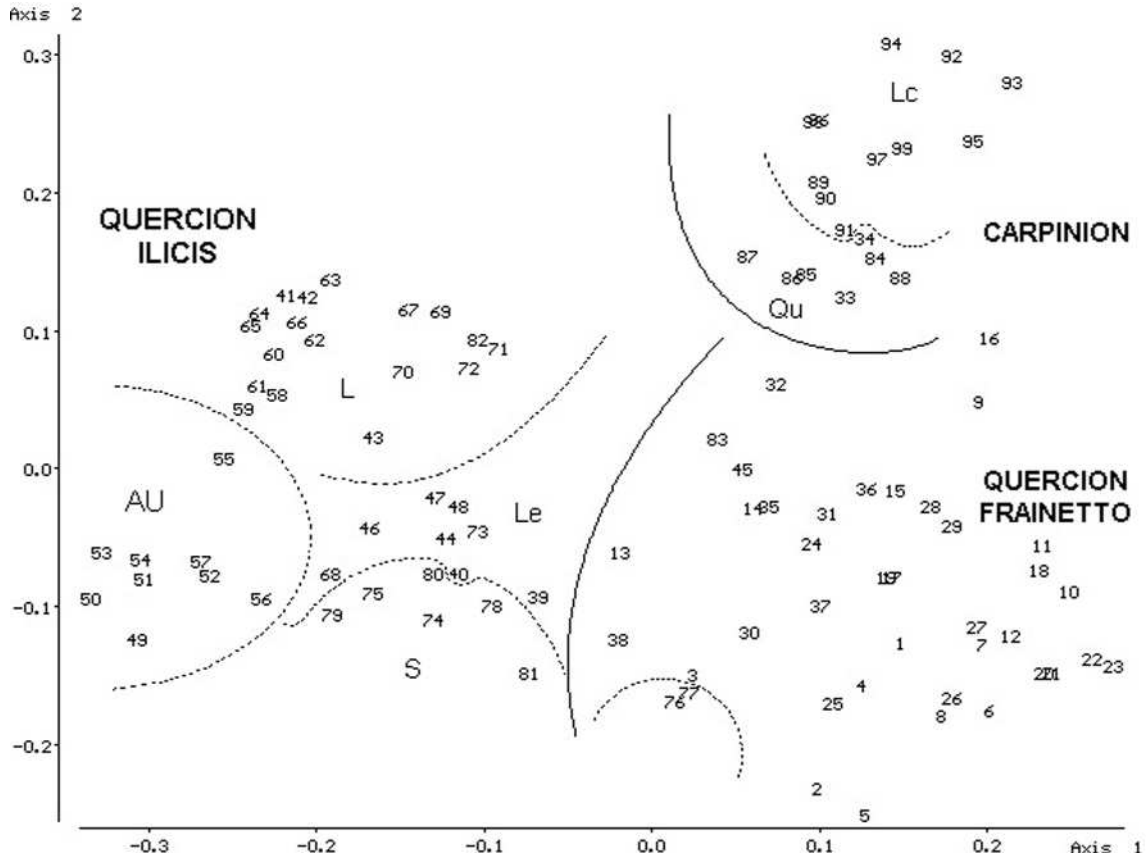


Fig. 8.7. PCoA dei rilievi di bosco di Castelporziano (Assi 1 e 2). (AU = macchia dunale ad *Arbutus unedo*, le = *Viburno Quercetum ilicis ericetosum*, s = *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*, L = *Viburno-Quercetum ilicis alto fusto*, Qu = *Querco-Ulmetum*, Lc = *Lauro-Carpinetum*).

Nella figura 8.7. l'asse principale (1) è riferibile ad un gradiente termico con temperatura crescente da destra verso sinistra del grafico. Esso separa lungo le ascisse i rilievi di lecceta riferibili al *Quercion ilicis* dalle cerrete del *Quercion frainetto* ed i boschi umidi del *Carpinion*. In seconda analisi si potrebbe interpretare questo asse anche con un gradiente di continentalità con tendenza opposta a quello di temperatura. Le sugherete e gli ericeti si trovano distribuite in posizione intermedia tra i boschi del *Quercion frainetto* e la macchia retrodunale evidenziando così la loro posizione ecotonale.

Nella figura 8.8. l'asse 2 evidenzia in maniera abbastanza evidente la presenza di un gradiente di umidità crescente da sinistra verso destra lungo il quale sono disposti rispettivamente i boschi a Cerro e Farnetto, le leccete ed i boschi umidi a

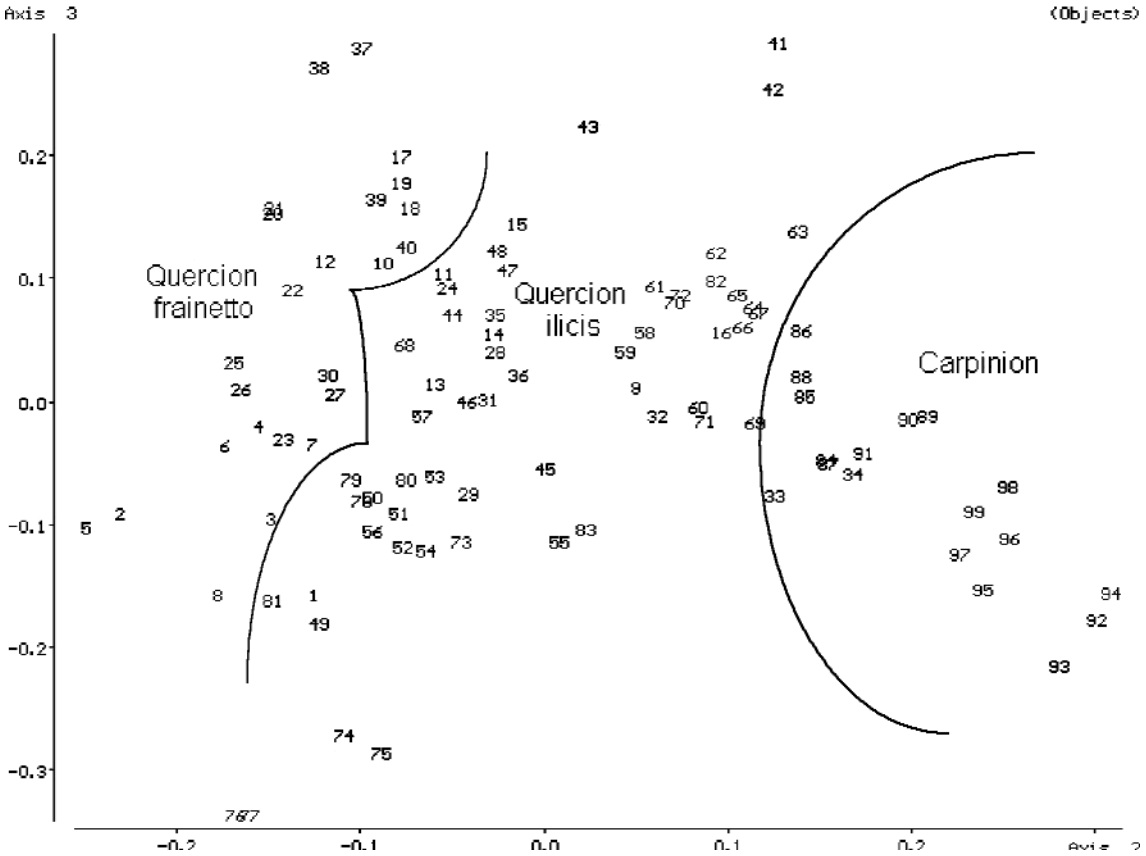


Fig. 8.8. PCoA dei rilievi di bosco di Castelporziano (Assi 2 e 3).

falda acquifera superficiale. Interessante la posizione delle leccete che risultano in questa analisi più umide dei boschi riferibili al *Quercion frainetto*: questo dato si può giustificare con la diversa economia idrica legata alle due specie arboree dominanti. Il Cerro infatti tende a sfruttare principalmente la riserva di acqua sotterranea data dalla falda, mentre il Leccio sfrutta al meglio l'acqua meteorica derivata dalle precipitazioni (De Lillis, 1998); questo fatto, unito alla forte copertura dello strato delle chiome provoca nel sottobosco delle leccete chiuse la permanenza di un microclima fresco-umido a dominanza di specie sciafile e igrofile.

Per quanto riguarda l'asse 3 l'analisi evidenzia un gruppo di rilievi in basso a sinistra del grafico riferibili al *Viburno Quercetum ilicis suberetosum*: questo indizio, unito alla presenza di rilievi con *Erica arborea* a livello 0/-0.1 delle ordinate, fa riconoscere la presenza di un gradiente di acidità crescente dall'alto verso il basso del grafico.

8.3. Boschi e macchie sempreverdi

I principali componenti di questo tipo di vegetazione presentano foglie di tipo sclerofillo, cioè ricche di tessuti sclerenchimatici, coriacee e persistenti; si tratta di un adattamento normalmente considerato funzionale all'aridità estiva ma che è riscontrabile anche in ambienti climaticamente diversi come foreste temperato-fredde a conifere o foreste equatoriali. Secondo De Lillis (1991) l'ecomorfologia delle foglie sempreverdi è un adattamento evoluto in periodi a clima del tutto diverso dall'attuale, mantenuto per omeostasi genetica, risultando vantaggioso anche nelle nuove condizioni climatiche.

Le cenosi forestali in questione sono spesso ricche in specie resinose e particolarmente soggette agli incendi, che in ambiente mediterraneo possono essere considerati un fattore ecologico naturale incrementato negativamente dall'attività umana; in particolare a Castelporziano gli incendi sono stati estremamente frequenti in passato.

La maggior parte delle specie mediterranee è adattata al fuoco ed in grado di riprendere le attività vegetative dopo un singolo passaggio di incendio spesso addirittura con maggiore intensità (Pignatti, 1988; De Lillis, 1995). Ma alla lunga il ripetersi artificiale del fenomeno associato a pronunciato disturbo porta a una degradazione verso forme di vegetazione più semplici fino ai prati aridi a terofite. Le attività umane, comunque, generalmente provocano un aumento della diversità: il numero delle specie e delle associazioni aumenta infatti piuttosto rapidamente

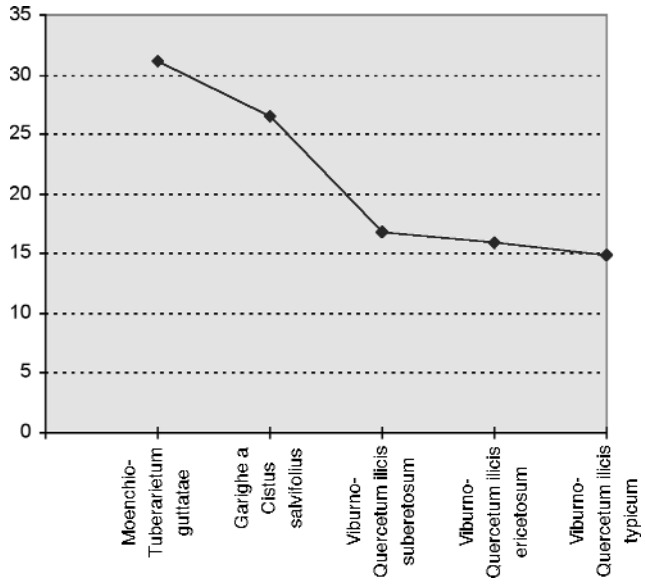


Fig. 8.8. Variazioni della ricchezza floristica in alcune associazioni vegetali di Castelporziano (asse y = numero medio di specie per associazione).

passando dalla foresta alla macchia, alla gariga e quindi ai prati aridi a terofite (Pignatti, 1995). Nella normale serie di ricostituzione, dal prato alla foresta, si ha il fenomeno inverso: nel grafico di figura 8.8., basato sulle tabelle disponibili per Castelporziano, si può ben osservare la rapida diminuzione delle specie passando dai prati a terofite, alle cistete, fino alle formazioni forestali.

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex de Bolos y Vayreda 1950
Classe comprendente i boschi e macchie mediterranee sempreverdi che si sviluppano in condizioni da temperato-calde a subtropicali con notevole aridità estiva. Nonostante gli adattamenti e la densità che raggiungono in condizioni naturali si tratta di ecosistemi caratterizzati da valori di produzione e biomassa molto inferiori a quelli della vegetazione a caducifoglie.
In Italia è rappresentata da associazioni diffuse nelle isole e sulle coste soprattutto liguri, tirreniche e ioniche mentre nella regione adriatica a nord del Gargano è limitata a pochi ambienti climaticamente protetti; nelle regioni centro meridionali penetra profondamente anche nell'entroterra soprattutto in corrispondenza di rupi e pendici calcaree ad esposizione meridionale.
Tra le specie caratteristiche di classe presenti a Castelporziano ricordiamo *Myrtus communis*, *Phillyrea latifolia*, *Asparagus acutifolius* e *Daphne gnidium* tra gli arbusti, *Carex distachya* e *Cyclamen repandum* tra le erbacee, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera* e *Clematis flammula* tra le lianose.

Pistacio lentisci-Rhamnetalia Riv. Mart. 1975
Macchia termoxerofila di tipo chaparral diffusa nelle coste mediterranee meridionali, in particolare in quelle nordafricane. Tra le specie caratteristiche di ordine presenti a Castelporziano ricordiamo *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* e *Juniperus phoenicea*.

Oleo-Ceratonion Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944 em. Riv. Mart. 1975
La serie riferibile a questa alleanza, che comprende macchie e garighe mediterranee e boschi di conifere termofili, raggiunge il massimo di sviluppo nelle zone calde aride dell'Italia mediterranea con temperatura media di 17-18 °C e precipitazioni di 400-500 mm; nella zona mediotirrenica le condizioni sono più mesofile per cui i popolamenti ad essa riferiti sono limitati a condizioni particolari (scogliere calcaree del Circeo e del Lazio mediterraneo) e a una sottile fascia litoranea ove si presentano molto impoveriti, in generale mancando delle specie più caratteristiche quali *Olea europea var. oleaster*, *Ceratonia siliqua*, *Arisarum vulgare* e *Chamaerops humilis* o sono semplicemente scomparsi per le attività umane.

Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae (R. e R. Molinier 1955) de Bolos 1962 (tab. 35)
Macchia a ginepri e specie della lecceta delle dune fissate.
Specie caratteristiche e dominanti: *Juniperus macrocarpa*, *Juniperus phoenicea*.

Foto 13. *Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae* nel retroduna di Grotta di Piastra. In primo piano un esemplare di *Cistus creticus* ssp. *eriocephalus* in piena fioritura.

Specie frequenti: *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo*, *Cistus creticus ssp. eriocephalus*, *Rosmarinus officinalis*, *Phillyrea angustifolia*.
Ecologia: è la prima vegetazione arbustiva a svilupparsi nell'ambiente dunale. Il substrato è dato normalmente da sabbia sciolta priva di profilo in cui la pedogenesi è ad uno stadio primitivo.
Struttura: nelle zone esposte direttamente ai venti provenienti dal mare gli arbusti si presentano isolati e prostrati mentre nella zona sottovento abbiamo arbusteti più sviluppati, alti anche più di un metro dove compaiono le altre specie dei *Quercetalia ilicis* quali *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Arbutus unedo* e che sfumano rapidamente verso il *Viburno-Quercetum ilicis*.
Dinamica: è preceduta dall'ammofileto e dal crucianelleto e determina consolida-

mento e stabilizzazione del suolo favorevole al passaggio verso le forme litoranee della lecceta.
Località: in frammenti lungo il litorale ma forse suscettibile di ricostituzione.

Tab. 35. **Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae.**

N.° ril. in tab.	1	2	3	4	
Altezza media (cm)	200	300	250	250	
Copertura (%)	100	95	100	100	
Superficie ril. (mq)	20	50	30	50	Freq.
Strato arbustivo (cop. %)	100	80	100	100	
Juniperus oxycedrus	2.3	1.2	2.2	2.2	V
Juniperus phoenicea	2.2	2.3	+	+	V
Arbutus unedo	1.2	3.3	2.2	2.2	V
Pistacia lentiscus	2.2	+	1.2	1.1	V
Dorycnium hirsutum	+	1.2	+	.	IV
Rosmarinus officinalis	.	+	1.2	1.3	IV
Erica multiflora	.	1.2	1.2	1.2	IV
Cistus salvifolius	.	1.2	1.2	1.1	IV
Pinus halepensis	.	+	+	+	IV
Quercus ilex	+	1.2	.	1.1	IV
Daphne gnidium	+	+	.	.	III
Cistus creticus ssp. eriocephalus	1.2	1.2	.	.	III
Phillyrea latifolia	+	1.2	.	.	III
Phillyrea angustifolia	.	.	1.2	1.1	III
Erica arborea	.	.	1.2	.	I
Strato lianoso (cop. %)	10	5	5	5	
Smilax aspera	1.1	+	1.2	1.2	V
Rubia peregrina	+	+	+	+	V
Hedera helix	.	+	1.2	1.1	IV
Lonicera implexa	.	+	+	+	IV
Clematis flammula	.	+	.	.	I
Strato erbaceo (cop. %)	5	10	10	10	
Rubia peregrina	+	.	+	+	IV
Dorycnium hirsutum	+	r	.	+	IV
Asparagus acutifolius	.	1.2	+	+	IV
Centaurium erythraea	.	+	1.2	+	IV
Teucrium flavum	.	+	1.2	1.1	IV
Hedera helix	.	+	1.2	.	III
Teucrium capitatum	.	.	+	+	III
Sixalis atropurpurea ssp. maritima	.	.	+	+	III

(*segue Tab. 35*)					
Lagurus ovatus	.	.	+	+	III
Smilax aspera	+	.	.	.	I
Anthemis maritima	r	.	.	.	I
Ononis variegata	r	.	.	.	I
Helichrysum stoechas	r	.	.	.	I
Melilotus indicus	.	.	+	.	I
Linum strictum	.	+	.	.	I
Tortula muralis	+	.	.	1.3	III
Pleurochaete squarrosa	.	r	.	.	I
Cladonia sp.	.	.	.	1.3	I

Località dei rilievi: 1, 2, 3 Litorale presso Grotta di Piastra; 4 Litorale presso Chalet.

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Riv. Mart. 1975
Ordine ad areale piuttosto vasto comprendente formazioni sempreverdi a sclerofille distribuite lungo le coste del Mediterraneo e nelle fasce collinari prospicienti. Specie caratteristiche di ordine frequenti a Castelporziano sono *Quercus ilex, Rosa sempervirens*, *Lonicera implexa*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*.

Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Riv. Mart. 1975
Comprende i boschi sempreverdi della zona mesomediterranea normalmente caratterizzati dall'elevata frequenza e copertura di *Quercus ilex*.
Secondo Pignatti (1994) le associazioni del *Quercion ilicis* occupano uno spazio ecologico compreso tra 15 e 17 °C di temperatura media annua e 500-1300 mm di piovosità media (ma in coincidenza di alte piovosità aumentano le temperature medie necessarie per lo sviluppo delle forme vegetazionali ascrivibili a questa alleanza). Le leccete sono diffuse quindi nella porzione più temperata e umida della zona climatica mediterranea e generalmente si sviluppano su suoli di tipo Mull poveri di humus dolce e soggetti a processi di lisciviazione nei periodi invernali.
Queste formazioni, tra tutte quelle dei nostri climi, realizzano il massimo assorbimento dell'energia radiante, che può superare il 95%, per mezzo di una complessa stratificazione che comprende più strati arborei e arbustivi molto densi ed una notevole componente lianosa, che conferisce loro un aspetto subtropicale; di conseguenza lo strato erbaceo è in generale scarso.
L'areale di questa alleanza nel Mediterraneo coincide normalmente con aree costiere densamente popolate da epoche antiche, dove la vegetazione naturale è stata fortemente ridotta dalle attività umane. L'alterazione più rappresentativa nelle aree prossimo-naturali attualmente esistenti è la trasformazione del bosco di leccio, in seguito a taglio, incendio e pascolamento, nella tipica vegetazione della «macchia mediterranea» composta essenzialmente da arbusti più o meno elevati ma rappresentata qualitativamente dalle stesse specie, seppur con diversa frequenza e copertura. In altri casi la vegetazione originaria è stata del tutto trasformata in aree agricole la cui conduzione dipende dalla disponibilità d'acqua ed è tipicamente rap-

presentata dalle colture del frumento e dell'olivo (pianta che allo stato spontaneo si sviluppa nell'*Oleo-Ceratonion* e penetra localmente nell'area del *Quercion ilicis* in corrispondenza di condizioni microclimatiche particolari).
Tuttavia tutte le aree costiere tirreniche se lasciate a se stesse evolvono naturalmente verso la lecceta: a Castelporziano ne fanno fede le zone archeologiche di Laurentum e Tor Paterno, ormai completamente incluse in una lecceta ad alto fusto, alcune pinete abbandonate alla libera evoluzione ed anche alcuni rimboschimenti che, a giudicare dalle specie del sottobosco, hanno avuto pieno successo.

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Mart. 1975 (tab. 36)
Macchia alta e bosco mediterraneo a dominanza di Leccio.
Specie caratteristiche: *Quercus ilex*, *Viburnum tinus*.
Specie frequenti: nello strato arboreo o alto arbustivo, oltre alle specie guida, anche *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Rubus ulmifolius* e *Crataegus monogyna*; la specie caratteristica *Viburnum tinus* a Castelporziano è piuttosto rara. Nello strato basso arbustivo troviamo, oltre alle giovani piante delle specie precedenti, *Asparagus acutifolius* e *Ruscus aculeatus* mentre lo strato erbaceo ha solitamente scarsa copertura e comprende principalmente *Cyclamen repandum*, *Carex distachya*, *Brachypodium sylvati-*

Foto 14. Lecceta ad alto fusto (*Viburno-Quercetum ilicis*) sui ruderi delle antiche ville romane presso Tor Paterno.

cum, *Daphne gnidium*, *Carex hallerana*. Notevole lo sviluppo dello strato lianoso che riflette le caratteristiche subtropicali di queste formazioni ed è caratterizzato da *Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Lonicera implexa*, *Tamus communis* e *Rubus ulmifolius*.

Varianti: le facies più acidofile, sviluppate sulla duna antica, comprendono popolamenti ad *Erica arborea* e a *Quercus suber*, quelle retrodunali ad *Arbutus unedo*, *Juniperus macrocarpa* e *Juniperus phoenicea*. Nelle leccete meno evolute, di altezza inferiore ai cinque metri, e nelle macchie delle prime dune aumentano la propria frequenza rispetto alle formazioni ad alto fusto *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Juniperus macrocarpa*, *Phillyrea angustifolia* e *Juniperus phoenicea* (tab. 36). Localmente questa macchia sui terreni basici della duna recente sfuma, probabilmente in seguito ad eventi distruttivi storici, verso garighe mediterranee basofile a *Cistus creticus ssp. eriocephalus*, *Erica multiflora* e *Rosmarinus officinalis*, riferibili all'*Erico-Rosmarinetum*, mentre sulle sabbie più silicee e acide della duna antica la successione si sviluppa verso garighe mediterranee acidofile a *Cistus salvifolius* e verso l'ericeto. L'arricchimento localizzato di calcare è collegato alla presenza di cordoni dunali recenti («duna recente») abbondanti in $CaCO_3$ per selezione eolica.

Ecologia: il *Viburno-Quercetum ilicis* comprende la vegetazione boschiva e a macchia delle zone mesomediterranee e presenta una certa uniformità specifica nel suo areale. Questa associazione può presentarsi come ceppaia alta dai 5 ai 7 metri o come bosco di alto fusto (altezza media 15 m o più) ma la composizione floristica è relativamente costante e lungo la costiera tirrenica è da considerasi espressione di un climax almeno fino a qualche centinaio di metri dal mare. Si tratta di un'associazione diffusa lungo le coste dalla Liguria al Gargano con penetrazioni nell'interno soprattutto in Sardegna. Climaticamente è un aspetto particolarmente oceanico del *Quercion ilicis* con precipitazioni comprese tra 600 e 800 mm annui e temperature medie tra 14 e 16 °C.

Le specie sclerofille sempreverdi che la caratterizzano sono adattate all'aridità estiva, sia per le caratteristiche morfologiche fogliari (Gratani *et al.*, 1992), che per la loro capacità di fotosintetizzare durante tutto l'anno, raggiungendo la massima attività vegetativa in primavera. *Quercus ilex*, *Smilax aspera* e *Phillyrea latifolia* mostrano un secondo massimo di produttività nel periodo autunnale (Gratani, com. pers.) corrispondente alla piovosità che in molte annate è massima tra settembre e novembre.

Dal punto di vista corologico si tratta di comunità dominate da specie stenomediterranee: solo nel *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum* diventano rilevanti altri gruppi corologici quali l'eurimediterraneo e l'eurasiatico che mostrano il legame di molte sugherete di Castelporziano con la foresta a cerro e farnetto.

Gli indici ponderati di Ellenberg del *Viburno-Quercetum ilicis* dipendono in gran parte dalla dominanza del leccio che ha una copertura percentuale pari al 70%. Si può inoltre notare il basso valore dell'indice di luminosità, sintomo della presenza

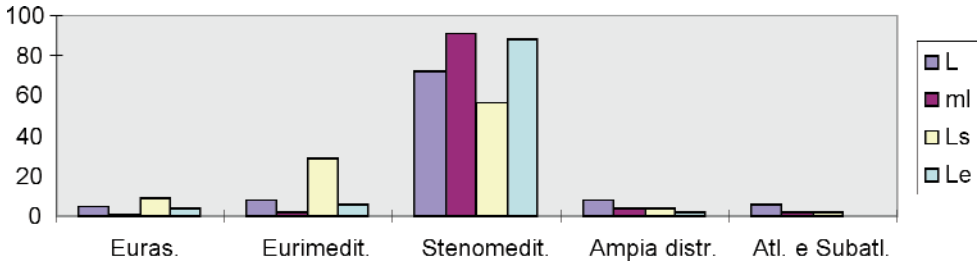
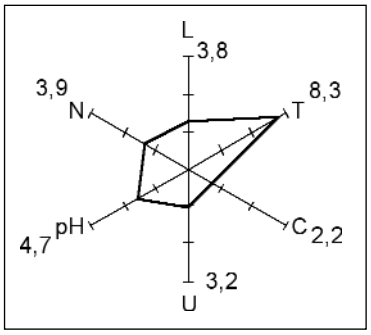


Fig. 8.9. Spettri corologici ponderati delle subassociazioni del *Viburno-Quercetum ilicis* (L = *typicum*; ml = a macchia; Ls = *suberetosum*; Le = *ericetosum*).

di numerose specie sciafile, adattate a svilupparsi sotto uno strato arboreo chiuso e permanente. L'umidità edafica risulta bassa, a causa della particolare economia idrica del leccio che lo rende dipendente da una riserva incostante quale l'acqua piovana (De Lillis, 1998). L'indice di temperatura è alto, come ci si aspetta da una vegetazione mediterranea sempreverde, mentre l'indice di continentalità riflette il carattere suboceanico comune a gran parte delle associazioni analizzate.



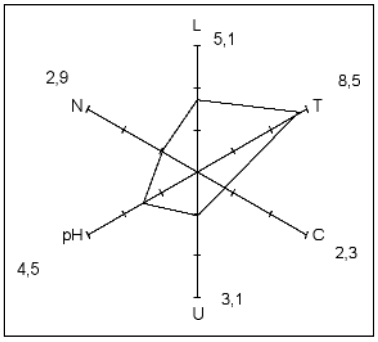
L	3,8
T	8,3
C	2,2
U	3,2
pH	4,7
N	3,9

Fig. 8.10. Ecogramma relativo al *Viburno-Quercetum ilicis* typicum.

	LUM	TEMP	CONT	UMID	PH	NUTR
typycum	3,8	8,3	2,2	3,2	4,7	3,9
suberetosum	5,1	7,9	2,6	3,3	3,6	3,6
ericetosum	5,1	8,0	2,5	3,2	2,9	2,9

Confronto tra indici di Ellenberg di vari aspetti di lecceta

Sono stati analizzati separatamente i rilievi relativi alla vegetazione arbustiva dunale esposta ai venti marini, composta da lembi di lecceta litoranea a macchia bassa. I dati relativi agli indici di Ellenberg sono insolitamente bassi per quel che riguarda la luminosità. Per il resto sono presenti valori prevedibili in ambiente di duna, quali scarsa umidità edafica, alta temperatura, modesto contenuto di nutrienti nel suolo.



L	5,1
T	8,5
C	2,3
U	3,1
pH	4,5
N	2,9

Fig. 8.11. Ecogramma relativo al *Viburno-Quercetum ilicis* della macchia litoranea.

Sulle vulcaniti delle rupi tufacee nella zona settentrionale della Tenuta le leccete si sviluppano solitamente sugli Entisuoli delle parti più acclivi. Sulla duna antica incontriamo formazioni a dominanza di *Quercus ilex* su Xeralfs tipici ed infine sulla duna recente leccete su suoli Xeropsamment (Biondi, Dowgiallo, Di Dio, 1999). A Grotta di Piastra, al di sotto di una lecceta di alto fusto, è stato rilevato uno xeropsamment tipico composto per più dell'80% di sabbia in tutti gli strati. Al di sotto della lettiera, spessa 2-3 cm, troviamo un orizzonte A1 spesso 5 cm, caratterizzato da abbondante attività biologica e ricco in sostanza organica, che con un limite netto passa a un orizzonte A2 spesso 35 cm povero in nutrienti e ricco in fossili di conchiglie. Il pH passa da 7,9 nell'orizzonte A1 ad 8,5 nell'orizzonte C che si raggiunge a 75 cm.

Struttura: le formazioni a predominanza di *Quercus ilex* mostrano a Castelporziano numerose facies con copertura arborea variabile da 50 a 100%, copertura arbustiva dal 20 al 100% e copertura erbacea dal 5 al 30%. Lo strato lianoso varia dal 5 al 20%.

Per quanto riguarda le subassociazioni presenti si può notare come solo nella lecceta matura lo strato arboreo è predominante a livello di copertura: in generale prevalgono, anche come frequenza, le fanerofite scapose. Per quanto riguarda le forme biologiche si può osservare un aumento in frequenza e copertura delle geofite nella lecceta ad alto fusto, probabilmente dovuto all'aumento dell'humus nel terreno; si ha inoltre un incremento dello strato lianoso che connota in senso subtropicale questi boschi. Nel caso del *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum* e del *Viburno-Quercetum ilicis ericetosum* la predominanza della forma arbustiva mostra che si tratta di formazioni in corso di evoluzione il cui aspetto attuale può considerarsi il risultato di passate attività agrosilvopastorali. Attualmente, l'evoluzione di queste comunità risulta influenzata dagli erbivori presenti che sembrano controllare a favore della lecceta la riproduzione delle plantule anche in zone edaficamente riferibili all'*Echinopo-Quercetum frainetto*. Nella macchia costiera, infine, si ha una prevalenza di fanerofite cespugliose poiché nelle zone maggiormente

influenzate dall'aereosol e dalle brezze marine la forma prostrata è quella maggiormente adattata.

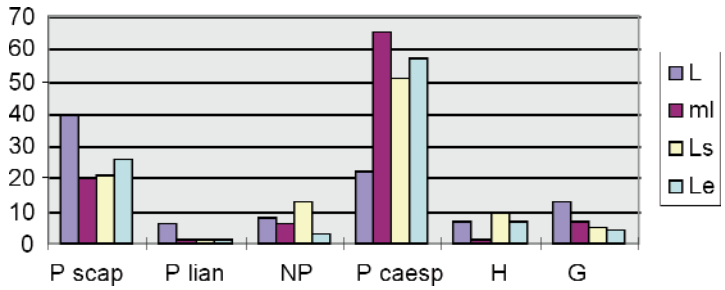


Fig. 8.12. Confronto tra gli spettri biologici ponderati delle subassociazioni del *Viburno-Quercetum ilicis* (L = *typicum*; ml = a macchia; Ls = *suberetosum*; Le = *ericetosum*).

A Grotta di Piastra Gratani (dati ined.) ha studiato la composizione strutturale e la biomassa di una delle formazioni a *Quercus ilex* più sviluppate della Tenuta. L'analisi strutturale rispetto all'altezza ha così distinto uno strato arboreo alto 14-16 m, uno strato arbustivo superiore di 2,5-4 m, uno strato arbustivo inferiore di 0,5-1,7 ed infine uno strato erbaceo di 16-20 cm. Lo strato arboreo ha una densità di 1886 individui per ettaro, lo strato arbustivo di 20625 ma la biomassa è concentrata nello strato arboreo. Questa lecceta, durante la sperimentazione IBP (anni 70), era stata considerata un aspetto prossimo al climax; in realtà però essa risulta di impianto abbastanza recente, in quanto gli alberi più longevi hanno un'età di circa 120 anni.
Dinamica: a Castelporziano, in molte zone la lecceta sembrerebbe derivare dalla degradazione dei suoli e dall'abbassamento della falda in condizioni originariamente connesse alla farneta o a situazioni di transizione tra le due associazioni ma in altre, soprattutto verso il mare, i suoli sono sufficientemente maturi da avvicinarla alla vegetazione climax. A tale stato di maturità possono anche considerarsi le leccete che si sviluppano nella parte superiore delle rupi tufacee secondo un modello tipico già osservato in altre zone della Campagna Romana. Passati incendi e modalità gestionali hanno localmente favorito specie pirofile quali *Erica arborea*, *Quercus suber* e *Cistus salvifolius* determinando, soprattutto sulla duna antica, successioni di degradazione e ricostituzione che vanno dalla macchia alla gariga, fino al prato a terofite. Il gran numero di rilievi disponibili permette di osservare le variazioni delle forme biologiche nella successione della lecceta sulla duna antica: a partire dal prato a nanoterofite pioniere a fioritura primaverile (*Moenchio-Tuberarietum guttatae*) notiamo che all'entrata delle nanofanerofite quali *Cistus salvifolius* corrisponde l'inizio della colonizzazione da parte delle piante cespugliose che raggiungono il loro massimo nella sughereta e nell'ericeto, molto simili a livello floristico e riferibili a paraclimax influenzati dall'uomo tramite attività silvopastorali e incendio, per poi lasciare il primato alle piante arboree nella lecceta ad alto fusto.

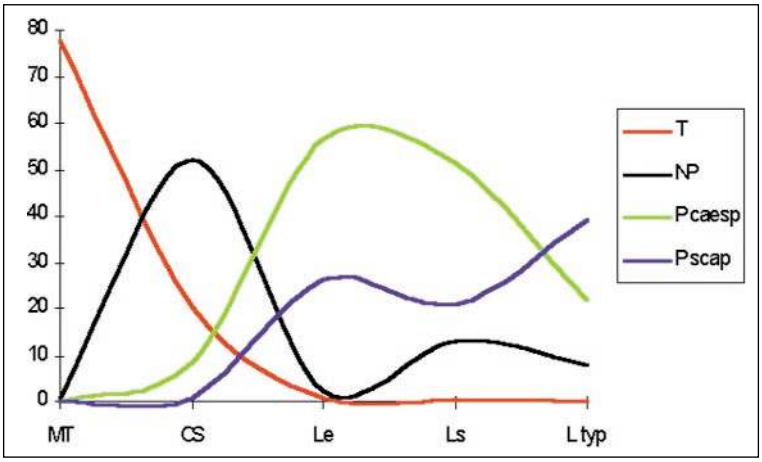


Fig. 8.13. Variazioni percentuali delle principali forme biologiche nella serie della lecceta (MT = *Moenchio-Tuberarietum*; CS = garighe a *Cistus salvifolius*; Le = *Viburno-Quercetum ilicis ericetosum*; Ls = *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*; Ltyp = *Viburno-Quercetum ilicis typicum*).

In quest'ultima diventano inoltre rilevanti geofite e specie lianose poco rappresentate nelle altre comunità.
Naturalmente il processo può venire percepito dal punto di vista regressivo ed in questo caso si può interpretare il processo di degradazione della lecceta come un passaggio da una fase a fanerofite ad alto fusto, a una fase a fanerofite cespitose per poi giungere alla gariga a nanofanerofite e quindi al prato a terofite.
In alcune zone quali Ponte del Camilletto, Piscina Chiara e Ponte dei Corsi la lecceta sembrerebbe in espansione a spese della farneta che rimane residuale con alcuni esemplari secolari di *Quercus cerris* e *Quercus frainetto*.
Località: nuclei molto evoluti si possono osservare nelle zone di Grotta di Piastra, Scoponcino, Camilletto di sotto, Pozzo Napoliello, Pignocco e Valle dei Pontoni, presso lo Chalet e lo Stradone del Telefono. Altri nuclei a dominanza di *Quercus ilex* sono inoltre presenti nella parte superiore delle forre tufacee nella zona settentrionale della Tenuta dove la frequenza di *Asplenium onopteris*, *Fraxinus ornus*, *Quercus pubescens* segnalano la transizione verso l'*Orno-Quercetum ilicis*.
Particolare interesse rivestono le leccete delle zone archeologiche di Grotta di Piastra e Capocotta che hanno colonizzato i ruderi romani con esemplari anche secolari (Pignatti Wikus, Pignatti G., Tinelli, 1993). Il *Viburno-Quercetum ilicis* sembra essere anche la formazione arborea naturale maggiormente connessa all'abbandono o alla riduzione delle attività nelle pinete.

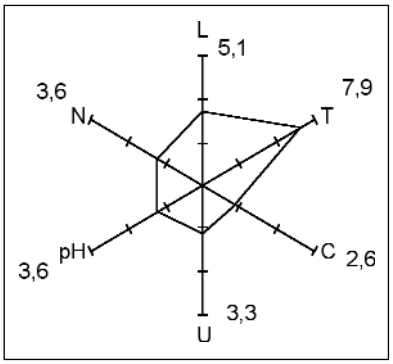
Tab. 36. **Viburno-Quercetum ilicis.**

	Aspetti evoluti								**Aspetti ad Erica**																**Aspetti litoranei ad Arbutus unedo**									
N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
Inclinazione (°)	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Esposizione	SW	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Copertura % st. arboreo (7-20 m)	90	90	95	95	95	90	90	15	90	30	80	30	10	90	90	30	100	80	30	70	90	50	20	0	30	0	0	0	0	20	20	0	
Copertura % st. arbustivo (3-5 m)	20	10	10	20	20	25	10	100	40	90	50	90	70	10	20	70	5	30	90	20	50	60	30	100	100	100	100	100	95	100	100	80	
Copertura % st. lianoso	20	40	20	30	25	15	15	20	10	5	50	40	25	20	10	10	15	15	20	15	15	10	20	25	15	15	30	10	15	20	10	10	
Copertura % st. erbaceo (0,2-0,6 m)	1	1	1	2	5	5	1	5	10	10	30	30	2	5	1	10	15	10	30	20	5	30	10	5	5	5	5	10	5	5	1	5	
Superficie ril. (mq)	200	200	500	500	300	100	200	100	300	200	150	300	300	200	200	250	250	250	100	100	200	150	250	100	100	100	200	200	50	100	200	100	
																																	Freq.
Sp. car. Viburno-Quercetum ilicis, Quercion ilicis																																	
Quercus ilex	4	5	5	5	5	5	5	4	4	1	4	4	3	4	4	2	4	4	3	4	4	3	2	1	2	2	4	4	2	3	+	1	V
Phillyrea latifolia	2	1	1	1	1	1	+	2	2	3	2	2	1	1	+	1	2	+	2	1	2	1	+	3	2	3	2	1	2	2	2	1	V
Ruscus aculeatus	1	2	1	+	+	+	+	+	+	1	2	2	+	+	+	.	+	.	+	.	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	V
Carex distachya	.	.	+	1	.	+	.	+	1	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	IV
Pistacia lentiscus	+	.	.	1	+	+	+	1	.	.	1	1	.	+	1	+	1	1	+	+	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	+	IV
Cyclamen repandum	.	+	+	2	+	+	.	+	+	1	+	+	+	.	r	+	1	.	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	+	.	.	IV
Erica arborea	+	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	1	2	2	3	1	+	.	.	.	.	.	2	2	2	2	+	2	2	3	.	III
Arbutus unedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	1	1	+	+	1	+	3	II
Viburnum tinus	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	1	.	.	I
Asplenium onopteris	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sp. car. Quercetalia, Quercetea ilicis																																	
Smilax aspera	1	2	1	.	1	1	+	+	1	+	2	1	1	1	+	+	1	+	+	+	1	+	+	1	1	+	2	+	+	1	+	+	V
Rubia peregrina	.	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III
Myrtus communis	+	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	+	1	.	.	.	1	1	+	.	III

Clematis flammula	1	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.	III
Juniperus oxycedrus	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	II
Rhamnus alaternus	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Juniperus phoenicea	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	2	I
Quercus suber	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I
Compagne																																				
Asparagus acutifolius	.	.	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	r	+	+	.	+	+	+	.	+	+	1	+	1	1	.	+	.	1	V
Hedera helix	.	1	+	2	+	+	+	1	.	.	3	3	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	1	+	.	.	+	+	1	+	+	+	IV
Brachypodium sylvaticum	.	+	1	1	1	1	+	+	1	+	+	+	.	.	.	+	.	+	2	+	.	2	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	IV
Rubus ulmifolius	.	.	.	.	.	+	+	.	1	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Tamus communis	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Piptatherum miliaceum	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Crataegus monogyna	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II
Clematis vitalba	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Moehringia trinervia ssp. pentandra	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex flacca	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Cistus salvifolius	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
Geranium robertianum ssp. purpureum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Satureja calamintha	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Briza maxima	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cynosurus echinatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Carex divisa	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Urtica membranacea	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ligustrum vulgare	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Lagurus ovatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Quercus cerris	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Sporadiche	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	3	5	0	2	1	0	2	0	5	4	1	2	1	1	2	1	0	0	6				

Località dei rilievi: 1 Casale Trafusina; 2 Tor Paterno; 3, 5, 6, 24, 26, 29, 30 La Focetta; 4, 14, 27 Scoponcino; 7 Larghi del Tellinaro; 8, 19, 20, 22 Pozzo Napoliello; 9 Finocchiella; 10, 25 Fonte Guidone; 11, 13, 23 Stradone del Telefono; 12 Muraccioli; 15, 32 Grotta di Piastra; 16, 17 Valle dei Pontoni; 18, 31 Camilletto di Sotto; 21 Camilletto di Sopra; 28 Scopone.

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Mart. 1975 **suberetosum** Br.-Bl. 1936 (tab. 37)
Boschi e cespuglieti mediterranei acidofili a *Quercus suber*.
Specie differenziale e dominante: *Quercus suber*.
Specie frequenti: *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Crataegeus monogyna.*
Ecologia: substrati silicei. Il corteggio floristico rimanda generalmente agli aspetti meno evoluti e maggiormente calcifughi del *Viburno-Quercetum ilicis* di cui le sugherete, nel nostro caso, rappresentano una subassociazione acidofila probabilmente ascrivibile a un paraclimax influenzato dall'uomo. Anche ove si può presumere una loro derivazione da boschi misti a caducifoglie originari, le condizioni del suolo sembrano comunque generalmente favorire le specie dei *Quercetea ilicis* e, in funzione del diverso grado di apertura dello strato arboreo e di disturbo umano e animale, *Cistus salvifolius* e le specie dei *Tuberarietea*. Dal punto di vista corologico si nota una predominanza delle Eurimediterranee: del resto *Quercus suber* tra le specie del bosco mediterraneo è una di quelle che penetra maggiormente nei consorzi a caducifoglie.
Gli aspetti del *Viburno-Quercetum ilicis* a sughera sono caratterizzati, rispetto alla sua forma tipica, da una maggiore acidofilia e da una eliofilia più spiccata, dovuta alla struttura più aperta di questa formazione vegetale. Il resto degli indici riporta valori più o meno simili alla lecceta tipica.



L	5,1
T	7,9
C	2,6
U	3,3
pH	3,6
N	3,6

Fig. 8.14. Ecogramma relativo al *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*.

Struttura: comprende formazioni a macchia alta e boschi di sughera a varie condizioni di copertura e naturalità. Lo strato arboreo di queste formazioni può raggiungere i 25 metri e comprendere, oltre alla sughera, anche *Quercus ilex* mentre la copertura è quanto mai varia oscillando tra il 40 e il 90%. Lo strato alto arbustivo può raggiungere i 7 metri ed includere *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, al di sotto troviamo nello strato basso arbustivo frequentemente *Cistus salvifolius* e le giovani piante delle specie precedenti. Nello strato lianoso incontriamo soprattutto *Smilax aspera* e *Rubia peregrina*. Lo strato erbaceo è solitamente scarso.

Dinamica: le sugherete sono tipicamente legate a suoli acidi, poveri in nutrienti e sottoposti a stress arido prolungato; in presenza di un arricchimento in humus negli strati superiori si potrebbe presumere un'evoluzione verso le forme più tipiche del *Viburno-Quercetum ilicis* o verso aspetti termofili dell'*Echinopo-Quercetum frainetto*.
Sintassonomia: oltre che dall'elevata copertura di sughera, dalla presenza di specie indicatrici di acidità provenienti dai pratelli dei *Tuberiaretea* e di specie pirofile quali *Cistus salvifolius* le sugherete di Castelporziano non sono particolarmente caratterizzabili. Le specie del *Cytiso-Quercetum suberis*, descritto da Testi e Lucattini (1994) per le coste tirreniche, quali *Pulicaria odora*, *Cytisus scoparius* e *Cytisus villosus* sono poco frequenti e in generale le cenosi di Castelporziano non sembrano poter essere riferite a questa associazione. Buone differenziali della subassociazione rispetto al *Viburno-Quercetum ilicis typicum* sono *Rubus ulmifolius* e *Crataegus monogyna* che sembrano connettere dinamicamente, se in elevata copertura, alcune di queste formazioni all'*Echinopo-Quercetum frainetto*.
Località: a Castelporziano i nuclei principali di *Quercus suber* possono essere osservati nelle zone di Sughereta, Spagnoletta, Scopone e Fonte Guidone e presso l'eliporto; nuclei minori sono presenti nei dintorni del castello mentre alcuni rimboschimenti sono stati effettuati nella zona della Santola.

Tab. 37. **Viburno-Quercetum ilcis suberetosum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	
Copertura totale (%)	80	90	100	100	100	100	75	65	
Copertura (%) st. arboreo (7-25 m)	80	30	50	70	40	95	60	60	
Copertura (%) st. arbustivo (1-5 m)	60	90	100	50	100	95	60	40	
Copertura (%) st. erbaceo	50	30	5	1	1	1	1	20	
Superficie ril. (mq)	400	400	100	200	100	200	400	200	Freq.
Diff. subass.									
Quercus suber	3	2	2	3	3	1	2	2	V
Cytisus scoparius	.	.	.	.	+	2	+	.	II
Stipa bromoides	.	.	.	.	r	+	1	1	II
Pulicaria odora	+	+	.	.	.	.	.	+	II
Cytisus villosus	.	+	.	+	.	.	.	.	II
car. Viburno-Quercetum ilicis, Quercion ilicis									
Phillyrea latifolia	3	3	4	1	2	+	+	1	V
Asparagus acutifolius	+	+	1	.	+	+	.	+	IV
Quercus ilex	.	.	+	2	.	3	3	1	IV
Cyclamen repandum	.	.	+	+	+	+	.	.	III
Carex distachya	1	+	+	.	.	.	.	.	II
Arbutus unedo	.	.	1	.	.	.	.	1	II

(*segue Tab. 37*)									
Ruscus aculeatus	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Lonicera implexa	.	.	.	.	.	.	.	+	I
car. Quercetalia, Quercetea ilicis									
Erica arborea	1	1	1	3	3	3	3	3	V
Rubia peregrina	+	+	+	+	1	.	.	+	IV
Smilax aspera	.	.	.	1	2	1	+	1	IV
Pistacia lentiscus	.	.	.	+	.	1	+	+	III
Myrtus communis	+	+	.	.	.	.	.	+	II
Rosa sempervirens	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Juniperus phoenicea	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Rhamnus alaternus	.	.	.	.	1	.	.	.	I
Compagne									
Brachypodium sylvaticum	2	2	1	.	+	+	1	1	V
Rubus ulmifolius	+	+	.	+	+	3	3	3	V
Crataegus monogyna	+	+	1	+	1	.	.	.	IV
Piptatherum miliaceum	+	+	.	.	.	.	1	+	IV
Carex flacca	+	+	+	.	.	.	.	.	II
Asphodelus aestivus	1	1	.	.	.	.	.	.	II
Pyrus amygdaliformis	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Hypochoeris achyrophorus	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Carex caryophyllea	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Briza maxima	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Daphne gnidium	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Osyris alba	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Satureja calamintha	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Cistus salvifolius	+	+	.	.	.	.	.	.	II
Hedera helix	.	.	.	+	+	.	.	.	II
Prunus spinosa	.	.	.	+	.	.	.	+	II
Sporadiche	0	1	0	1	3	0	4	6	

Località dei rilievi: 1 Sughereta; 2 Finocchiella; 3 Canali dello Zuccherino; 4, 6, 7, 8 Scopone; 5 Spagnoletta.

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Mart. 1975 **ericetosum** Molinier 1937 (tab. 38)

Macchia mediterranea alta acidofila ad *Erica arborea*.

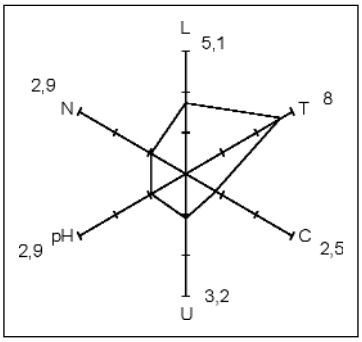
Specie differenziale e dominante: *Erica arborea*.

Specie frequenti: *Phillyrea latifolia*, *Carex distachya*, *Brachypodium sylvaticum.*

Ecologia: diffusa prevalentemente su suoli poveri e acidi della duna antica sottoposti in passato a incendi ripetuti.

Si tratta di una formazione influenzata dal fuoco che si è sviluppata sia come variante acidofila della lecceta (parte meridionale-occidentale della Tenuta), sia su suoli impoveriti dall'attività antropica all'interno del querceto misto originario (parte settentrionale-orientale della Tenuta) ove caratterizzava, probabilmente, facies termofile e relativamente xerofile a substrato acido.

Gli aspetti del *Viburno-Quercetum ilicis* ad *Erica arborea* presentano valori degli indici di Ellenberg quasi identici a quelli sopra analizzati con presenza di *Q. suber*. Le sole differenze si notano nella tendenza più spiccata verso substrati acidi e poveri di nutrienti. In particolare nella zona di Spagnola e Spagnoletta si sviluppano su suoli tronchi di profilo A-C con scarsissimo materiale organico nello strato A.



L	5,1
T	8
C	2,5
U	3,2
pH	2,9
N	2,9

Fig. 8.15. Ecogramma relativo al *Viburno-Quercetum ilicis ericetosum*.

Struttura: si tratta di una macchia alta, che può superare i 5 metri, in cui la ramificazione molto fitta della specie dominante permette solo a poche altre piante di

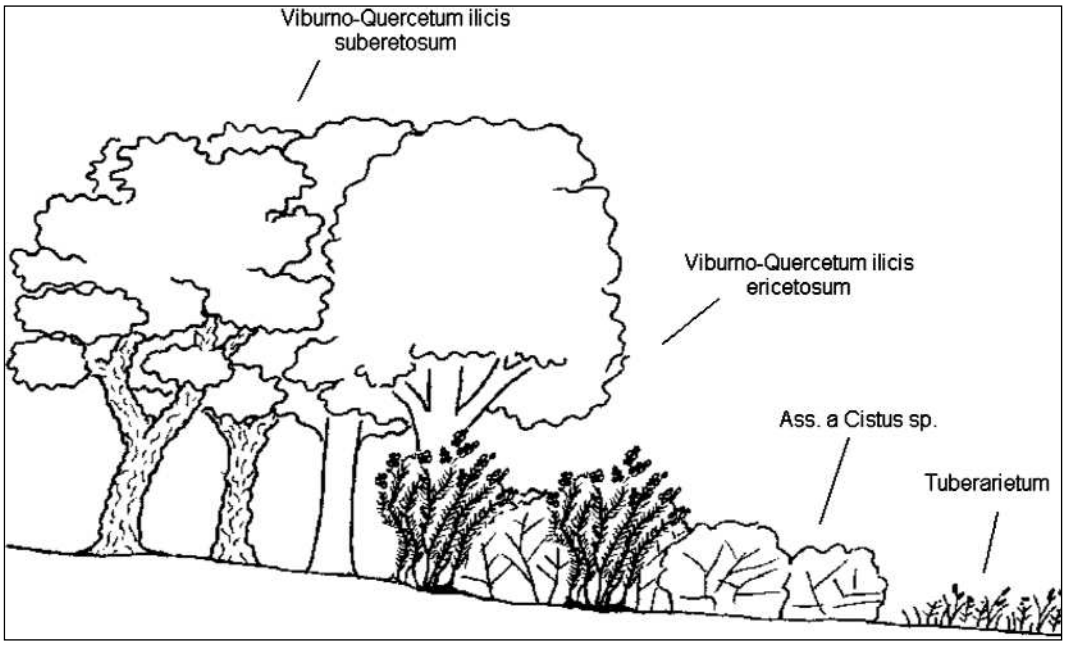


Fig. 8.16. Rappresentazione schematica della serie della sughera a Castelporziano.

raggiungere una copertura rilevante. Lo strato arbustivo, derivante spesso da vecchie ceppaie è essenzialmente composto da *Erica arborea* e subordinatamente da *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* e *Pistacia lentiscus*. Poche le specie del sottobosco tra le quali solo *Ruscus aculeatus* e *Cyclamen repandum* raggiungono una frequenza rilevante. Tra di esse troviamo spesso anche specie provenienti dalle praterie e dalle garighe circostanti quali *Cistus salvifolius*, *Asphodelus aestivus* e *Pyrus amygdaliformis*. Tra le facies del *Viburno-Quercetum ilicis* è quella che presenta il minimo livello di diversità quanto a flora vascolare.

Dinamica: lo sviluppo di *Erica arborea* sembra connesso alle garighe a *Cistus salvifolius* dove, nelle facies più mature, notiamo una grande capacità riproduttiva di questa pianta. In alcuni sentieri delle zone di Fonte Guidone e Spagnoletta è possibile seguire, a partire dalle aree più aperte, una serie così sintetizzabile:

Moenchio-Tuberarietum
⇓
Comunità a Cistus salvifolius
⇓
Viburno-Quercetum ilicis ericetosum
⇓
Viburno-Quercetum ilicis suberetosum

Località: le formazioni più compatte si possono osservare nella zone Spagnola, Piscina Barcaccia, Camilletto e Grotta Romagnola.

Tab. 38. **Viburno-Quercetum ilicis ericetosum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	
Copertura totale (%)	95	90	80	90	90	90	
Copertura (%) st. arboreo (7-25 m)	15	0	0	0	90	30	
Copertura (%) st. erbaceo	1	15	15	5	10	10	
Copertura (%) st. arbustivo (1-5 m)	95	90	80	90	40	90	
Superficie ril. (mq)	200	200	100	200	300	200	Freq.
car. Viburno Quercetum ilicis, Quercion ilicis							
Phillyrea latifolia	2	2	1	1	2	3	V
Carex distachya	+	+	+	2	1	+	V
Ruscus aculeatus	.	+	.	.	+	1	III
Quercus ilex	.	1	.	.	4	1	III
Cyclamen repandum	.	+	.	.	+	1	III
Asparagus acutifolius	+	+	.	.	.	.	II

(*segue Tab. 38*)							
car. Quercetalia, Quercetea ilicis							
Erica arborea	4	3	4	4	2	3	V
Smilax aspera	.	+	+	.	1	+	IV
Myrtus communis	.	1	+	+	1	.	IV
Rubia peregrina	+	+	.	.	.	1	IV
Pistacia lentiscus	1	.	.	.	.	.	I
Rosa sempervirens	.	+	.	.	.	.	I
Juniperus oxycedrus	.	.	+	.	.	.	I
Compagne							
Brachypodium sylvaticum	1	+	+	1	1	+	V
Rubus ulmifolius	.	+	.	.	1	+	III
Crataegus monogyna	+	r	.	.	.	+	III
Carex flacca	.	+	+	+	.	.	III
Tamus communis	.	+	.	.	.	+	II
Anthoxanthum odoratum	.	r	.	+	.	.	II
Quercus cerris	.	.	.	.	+	1	II
Asphodelus aestivus	.	r	.	+	.	.	II
Pyrus amygdaliformis	.	.	1	+	.	.	II
Sporadiche	1	5	1	3	3	0	

Località dei rilievi: 1 Scopone; 2 la Colonnetta; 3 Piscina Materiali; 4 Camilletto di Sotto; 5 Finocchiella; 6 Fonte Guidone.

8.4. Boschi a caducifoglie e macchie correlate

Per quanto sia sempre notevole l'impronta mediterranea in tutta la Tenuta, le foreste a caducifoglie sono ben rappresentate presentando una buona diversità per il contributo di situazioni extrazonali dovute alla presenza di numerose zone umide e di un sistema di forre in buone condizioni ecologiche. Sono rappresentati tipi di vegetazione che si possono attribuire a *Quercetalia pubescentis*, *Fagetalia*, *Populetalia* e *Prunetalia* che testimoniano in modo chiaro l'influenza della falda, dell'impatto antropico e del mesoclima nella variazione delle formazioni forestali a caducifoglie.

QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
Boschi e cespuglieti temperati a caducifoglie.
Questa classe comprende comunità ad areale prevalentemente eurosiberiano e penetra nella regione mediterranea soprattutto con l'ordine *Quercetalia pubescentis*, termofilo e ben sviluppato nella fascia supramediterranea, e l'ordine *Populetalia albae*, legato a livelli freatici elevati e comprendente i boschi ripariali e delle zone alluvionali a Pioppi e Salici. L'ordine dei *Fagetalia*, comprendente i boschi mesofili, nella zona mediterranea si accantona in ambienti particolarmente umidi e relativamente freschi quali le forre; nell'Italia mediotirrenica si è mantenuto relittuale in alcune zone con

microclimi particolari come Tolfa, Manziana, Insugherata e le zone costiere più igrofile. Vengono analizzati nell'ambito dei *Querco-Fagetea* anche i mantelli ad essi associati dell'ordine *Prunetalia spinosae* per via della buona frequenza di caratteristiche di classe nella loro composizione floristica complessiva.

Prunetalia spinosae Tx. 1952
Ordine comprendente cespuglieti di margine dei boschi a caducifoglie centroeuropei. Ai bordi delle macchie a caducifoglie, nei fondovalle, ai lati delle strade sono rappresentati da formazioni a *Prunus spinosa*, *Ulmus minor* e *Rubus ulmifolius.*
Si tratta di ambienti molto importanti sia perché inseriti nella successione che conduce al graduale riformarsi del bosco, sia perché offrono cibo e rifugio a mammiferi, uccelli e rettili.
Alcuni autori (Biondi *et al.*, 1999; Blasi *et al.*, 2000, ecc.) preferiscono inquadrare sintassonomicamente tale ordine in una classe indipendente *Rhamno catharticae-Prunetea spinosae* Rivas Goday et Broja Carbonelli ex Tx. 1962.

Pruno-Rubion ulmifolii de Bolos 1954
Rappresenta l'alleanza più termofila a maggiore impronta mediterranea e oceanica dei *Prunetalia spinosae* Tx. 1952. In questo *sintaxon* abbiamo incluso la vegetazione caratterizzata dal cespuglieto mesofilo, diffusa al bordo dei coltivi, nei campi abbandonati da parecchi anni e nei boschi meno evoluti o degradati.

Pruno-Crataegetum Hueck 1931 (tab. 39)
Roveti a *Prunus spinosa* e *Crataegus monogyna*.
Specie caratteristiche e dominanti: *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Rosa gallica*.
Ecologia: si sviluppa ai margini dei coltivi e nei pascoli ove si ha una diminuzione del pascolamento, di solito su suoli relativamente ricchi in nutrienti. Una delle caratteristiche di questa associazione è la ricchezza in specie endozoocore, cioè che producono frutti commestibili che vengono mangiati da uccelli e mammiferi i quali dissemineranno più tardi i semi mediante l'evacuazione (Tüxen, 1979).
Struttura: *Rubus ulmifolius* negli aspetti pionieri si presenta in popolamenti pressoché monospecifici alti fino a 3 m mentre nei roveti maggiormente evoluti troviamo anche *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea*, *Rosa gallica* e *Ulmus minor* a formare uno strato arbustivo e subarboreo alto fino a 7 metri e le liane *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Clematis vitalba* e *Tamus communis*. Le uniche specie frequenti nello strato erbaceo (normalmente a copertura inferiore al 10%) sono *Asparagus acutifolius*, *Urtica dioica*, *Bromus diandrus* (*Bromus gussonei*), *Silene latifolia ssp. alba* e *Galium aparine*.
Dinamica: rappresentano a Castelporziano il mantello dell'*Echinopo-Quercetum frainetto* e si rinvengono ai lati delle strade, ai bordi e nelle radure dei boschi a caducifoglie. La serie identificabile è:

Vulpio Dasypyretum
⇓
popolamenti a Rubus ulmifolius
⇓
Pruno-Crataegetum
⇓
Echinopo-Quercetum frainetto

Località: i roveti maggiormente evoluti sono visibili a Grotta Romagnola, Tor Paterno, Valle Renaro, in corrispondenza delle strade e dei sentieri abbandonati di Capocotta e nel sottobosco dei rimboschimenti ad *Eucaliptus sp.pl.* e, localmente, a *Pinus pinea*.

Tab. 39. **Pruno-Crataegetum.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	
Copertura (%)	70	100	100	100	100	
Superficie ril. (mq)	30	50	50	40	50	Freq.
Strato arbustivo 3-8 m cop.%	30	70	80	70	80	
Prunus spinosa	2	1	+	1	+	V
Crataegus monogyna	+	2	+	1	+	V
Rubus ulmifolius	+	+	+	+	5	V
Ulmus minor	.	3	4	1	1	IV
Pyrus amygdaliformis	1	.	1	.	.	II
Acer campestre	.	.	+	2	.	II
Quercus cerris	.	+	.	2	.	II
Quercus frainetto	.	2	.	3	.	II
Strato arbustivo 0,5-2 m cop.%	1	5	5	5	1	
Ulmus minor	+	+	+	+	+	V
Rosa gallica	.	+	+	+	.	III
Crataegus monogyna	+	+	.	+	.	III
Cornus sanguinea	.	+	+	.	+	III
Ruscus aculeatus	.	+	.	+	.	II
Prunus spinosa	.	.	+	+	.	II
Strato erbaceo cop.%	40	5	50	50	5	
Anthriscus sylvestris	.	+	2	1	+	IV
Galium aparine	.	+	+	+	+	IV
Ulmus minor pl.	+	+	+	+	.	IV
Crataegus monogyna pl.	+	+	.	.	+	III
Prunus spinosa pl.	+	.	+	.	+	III
Alliaria petiolata	.	.	+	+	.	II
Anemone apennina	.	.	1	2	.	II
Aristolochia rotunda	.	.	.	+	+	II
Quercus cerris pl.	.	+	.	.	+	II
Sporadiche	17	2	3	8	6	

Località dei rilievi: 1 Valle dei Pontoni; 2 Prato Rotondo; 3 Valle dell'Oro; 4 Bufolareccia; 5 Capocotta.

Quercetalia pubescentis Br.-Bl. 1931
Foreste caducifoglie xerofile e termofile europee.

Quercion frainetto Horvat 1954
Querceto caducifoglio a baricentro sud-orientale.

Echinopo siculi-Quercetum frainetto Blasi et Paura 1993 (tab. 40-41)
(= *Lathyro digitati-Quercetum cerridis* Lucchese et Pignatti 1991; *Quercetum frainetto-cerridis* Blasi *et al.* 1981)
Querceto tirrenico caducifoglio a cerro e farnetto. Rappresenta a Castelporziano la vegetazione potenzialmente dominante così come in buona parte della Campagna Romana.
Specie caratteristiche e frequenti: le specie che lo caratterizzano (senza considerare gli stadi di crescita della singola specie) sono:
— strato arboreo > 10: *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*.
— strato arboreo 5-10 m: *Carpinus orientalis*.
— strato alto arbustivo 3-5 metri: *Phillyrea latifolia*, *Crataegus monogyna*, *Erica arborea*.
— strato basso arbustivo < 1,5 metri: *Ruscus aculeatus, Rubus sp.pl.*
— strato lianoso *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Clematis flammula*, *Lonicera etrusca*, *Tamus communis*, *Asparagus acutifolius*.
— strato erbaceo *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Melica uniflora*, *Cyclamen repandum*, *C. hederifolium*, *Aristolochia rotunda*, *Allium triquetrum*, *Juncus depauperatus*.
Varianti: Nella facies a *Carpinus orientalis* troviamo localmente popolamenti mesofili a *Quercus robur* dove assumono rilevanza locale nello strato erbaceo *Stachys officinalis*, *Lathyrus venetus*, *Lathyrus nissolia*, *Viola suavis* e *Viola reichenbachiana*.
Nella facies ad *Erica arborea*, su substrati più poveri e acidi, diventano rilevanti *Quercus suber* e specie del *Viburno-Quercetum ilicis* quali *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Carex distachya* e *Festuca heterophylla*.
Si identificano inoltre altre due silvofacies: l'*Allium triquetrum* aumenta notevolmente la sua copertura su suoli relativamente ricchi mentre *Juncus depauperatus* è connesso a situazioni di inondamento stagionale su suoli molto impoveriti.
Ecologia: si tratta di un bosco che può essere inserito nella fascia di transizione tra il bioclima mesomediterraneo e quello supramediterraneo. Per quanto riguarda le specie dominanti notevole importanza ha in frequenza e copertura *Quercus frainetto*, specie tipica delle foreste termofile a caducifoglie dell'Europa Sud-Orientale con areale centrato nelle regioni balcaniche, ove connota una fascia di vegetazione zonale in ambiti relativamente continentali caratterizzati da siccità estiva, massimi di precipitazione primaverili e inverni più rigidi rispetto al clima mediterraneo. La penetrazione del *Quercus frainetto* in ambito mediterraneo viene ricondotta alla decalcificazione del profilo pedologico e a un livello relativamente elevato della falda freatica (Horvat *et al.*, 1974).

Generalmente i popolamenti a dominanza di *Quercus frainetto* sono discontinui nel litorale tirrenico per la coincidenza con zone di antica vocazione agricola e sono collegati a condizioni di aridità più spinte rispetto a quelli a dominanza di *Quercus cerris* (Abbate, Blasi, Spada, Scoppola, 1987). Nel caso di Castelporziano questa associazione trova il massimo sviluppo sui terreni della duna antica, su sabbie decalcificate ricche in silice, e sui terreni derivati dalla degradazione del tufo.
L'aspetto localmente frammentario e degradato e la scarsità nel rinnovo delle specie del querceto caducifoglio, osservata da noi e da altri ricercatori, a Castelporziano sembrano essere sia il risultato dell'attività antropica continuata per secoli attraverso incendi, pascolo, disboscamento, bonifiche e attività agricole sia del sovrapopolamento animale attuale.
Queste attività impoveriscono i terreni favorendo le specie dei *Quercetea ilicis* le quali, nel clima della Campagna Romana, sarebbero completamente dominanti solo verso il mare mentre altrove si intercalerebbero evidentemente tra le specie dei *Querco-Fagetea* determinando facies legate al diverso grado di aridità e pH (e mostrando comunque situazioni di transizione tra le due associazioni) (Blasi, Dowgiallo, Follieri, Lucchese, Magri, Pignatti, Sadori, 1995). L'abbondanza locale di specie quali *Erica arborea* e *Quercus suber*, in particolare, potrebbe essere riferita a facies termofile e acidofile che sono state allargate e influenzate dall'incendio, dal pascolo e dalla selezione umana che, soprattutto in passato, utilizzava largamente le due specie a fini silvocolturali.
Le specie che caratterizzano queste formazioni a Castelporziano possono considerarsi abbastanza esemplificative delle condizioni bioclimatiche ed ecologiche cosicché troviamo affiancate specie eurasiatiche e mediterranee che in parte sono da riferire alle caratteristiche ecotonali del territorio in questione ed in parte sono riferibili alla residualità di tipi vegetazionali maggiormente sviluppati in periodi climatici più freschi e umidi o semplicemente impattati dalle attività umane.
Gli spettri corologici ponderati mostrano che le variazioni tra le due facies riguardano principalmente il rapporto tra stenomediterranee ed eurasiatiche. Nell'*Echinopo-Quercetum frainetto* a Erica l'elevato valore delle stenomediterranee è principalmente legato all'alta copertura delle specie arbustive del *Viburno-Quercetum ilicis*. Di contro la prevalenza delle eurasiatiche nella facies a Carpino è dovuta all'elevata copertura di *Carpinus orientalis* e *Quercus frainetto* ed alla frequenza di specie ad areale europeo-caucasico delle foreste a caducifoglie quali *Ulmus minor*, *Prunus spinosa*, *Quercus robur* ed *Euphorbia amygdaloides*.
Le due facies dei boschi a Cerro e Farnetto di Castelporziano presentano, nell'analisi degli indici di Ellenberg, alcune differenze sostanziali: il valore dell'indice di luminosità, sebbene basso in entrambi i casi, risulta essere più alto nella facies ad *Erica arborea*, evidentemente a struttura più aperta; la facies a *Carpinus orientalis* si distingue invece per un valore più alto dell'indice di continentalità. Per quel che riguarda i fattori edafici si può notare una certa xerofilia delle facies a *Carpinus*,

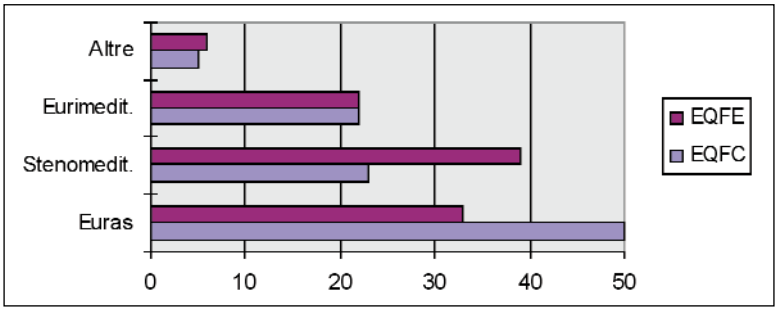
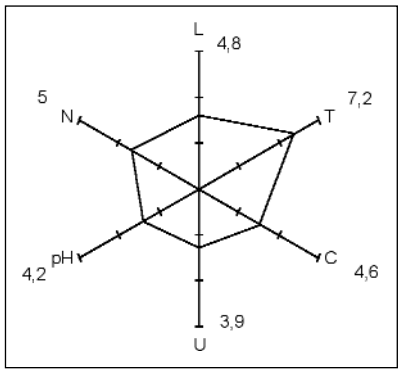
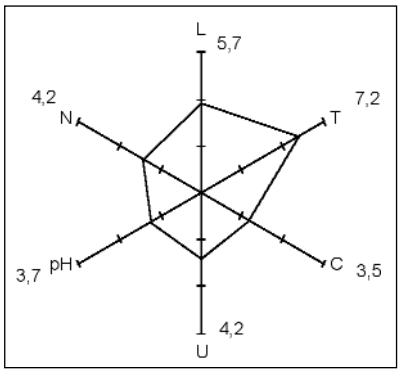


Fig. 8.17. Confronto tra gli spettri corologici ponderati delle due facies dell'*Echinopo-Quercetum frainetto* (EQFE = facies a Erica; EFQC = facies a Carpino).

mentre è chiara la tendenza delle facies ad *Erica* verso substrati più acidi e poveri in nutrienti.



Echinopo-Quercetum frainetto
fac. a Carpino



Echinopo-Quercetum frainetto
fac. a Erica

	LUM	TEMP	CONT	UMID	PH	NUTR
a Carpinus	4,8	7,2	4,6	3,9	4,2	5,0
a Erica	4,7	7,2	3,5	4,2	3,7	4,2

Fig. 8.18. Confronto tra gli Ecogrammi delle due facies dell'*Echinopo-Quercetum frainetto*.

Per quanto riguarda i suoli l'*Echinopo-Quercetum frainetto* si sviluppa prevalentemente su alfisuoli (classificazione USDA) notevolmente evoluti con profilo profondo anche più di 150 cm. Si tratta di suoli lisciviati con orizzonti B contenenti oltre il 30% di argilla illuviale (Biondi, Dowgiallo, Di Dio, 1999).

Struttura: i fattori sopra esposti determinano due aspetti principali, evidenziati dall'analisi multivariata, che in parte corrispondono ai comprensori sopra descritti, e quindi a diverse condizioni di evoluzione o di degradazione, ed in parte sono riferibili a silvofacies potenziali determinate dalle variazioni dell'acidità dei substrati e dell'umidità:
— un gruppo di farneti è caratterizzato dall'alta copertura percentuale di *Carpinus orientalis* che forma un denso strato arboreo dominato alto fino a 15 metri sovrastato, nelle zone maggiormente conservate, da esemplari plurisecolari di *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus robur* alti fino a 30 m; gli strati arbustivi ed erbacei mostrano percentuali molto variabili (5-30%) ma sono comunque caratterizzati dalla ricchezza in specie dei *Querco-Fagetea*.
— un secondo gruppo è caratterizzato dall'alta copertura percentuale di specie della lecceta quali *Erica arborea* e *Phillyrea latifolia* e da un elevata frequenza di specie dei *Quercetea ilicis*. Lo strato arbustivo supera spesso il 30% di copertura mentre lo strato erbaceo è poco sviluppato.
Confrontando gli spettri biologici ponderati delle due silvofacies notiamo che la principale differenza è una maggiore copertura e frequenza di specie arbustive nella cenosi ad Erica; inoltre si osserva una diminuzione delle geofite accompagnata da un aumento delle emicriptofite rispetto alla facies a Carpino che risulta caratterizzata dall'assoluta dominanza dello strato arboreo.

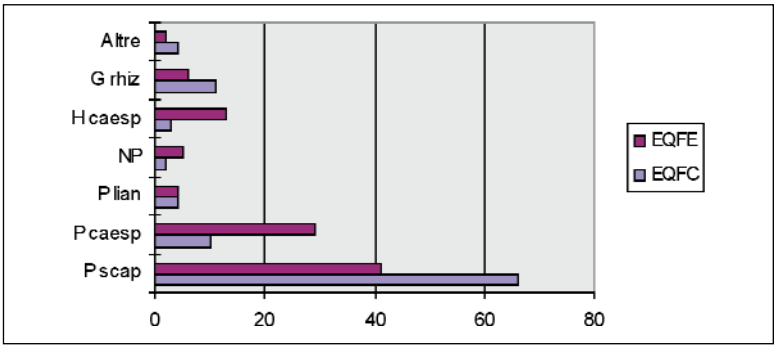


Fig. 8.19. Confronto tra gli spettri biologici ponderati delle due facies dell'*Echinopo-Quercetum frainetto* (EQFE = facies a Erica; EFQC = facies a Carpino).

Generalmente le specie erbacee hanno scarsa copertura (spesso inferiore al 10%) e il rinnovamento delle specie caducifoglie appare estremamente difficile sia per la scarsa penetrazione della luce che per la continua azione dei cinghiali e degli altri erbivori che limitano fortemente il rinnovamento e lo sviluppo degli strati inferiori della vegetazione.

Tab. 40. **Echinopo-Quercetum frainetto facies a Erica.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Copertura (%)	70	80	80	100	100	90	90	90	100	100	100	100	80	100	75	100	80	
Copertura (%) st. arboreo (10-20 m)	50	70	80	30	80	90	90	90	30	50	45	60	80	60	60	30	80	
Copertura (%) st. arbustivo (3-8 m)	70	80	50	70	30	30	30	50	80	70	7	75	40	75	75	70	30	
Copertura (%) st. erbaceo (0,3-1 m)	10	10	50	35	30	30	40	30	70	70	80	30	10	30	30	35	20	
Superficie ril. (mq)	100	100	200	300	500	500	300	300	500	200	250	300	200	300	300	250	200	Freq.
Sp car Echinopo-Quercetum frainetto, Quercion frainetto																		
Quercus frainetto	+	1	2	2	3	3	2	2	1	1	1	1	2	3	3	2	3	V
Poa trivialis ssp. sylvicola	1	1	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	III
Carpinus orientalis	.	.	.	.	+	+	3	1	1	2	2	.	.	.	.	.	.	II
Ranunculus lanuginosus (loc.)	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	II
Sp dei Quercetalia pubescentis, Querco-Fagetea																		
Quercus cerris	2	1	2	2	1	1	3	3	1	3	3	2	2	1	1	.	1	V
Brachypodium sylvaticum	.	1	1	.	2	2	1	1	2	2	1	+	+	+	+	+	.	IV
Hedera helix	.	+	+	.	+	+	1	.	+	+	1	.	+	+	+	+	+	IV
Rubus ulmifolius	+	.	.	.	+	+	.	+	2	1	1	+	+	.	.	+	.	III
Crataegus monogyna	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	+	III
Euphorbia amygdaloides	.	.	.	.	+	+	.	+	+	2	1	.	.	.	.	.	.	II
Quercus robur	.	.	+	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Melica uniflora	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.	+	+	+	.	II
Tamus communis	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	II
Rubus hirtus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	+	+	.	.	II
Stachys officinalis	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ajuga reptans	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer campestre	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	I
Lonicera etrusca	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Prunus spinosa	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Ulmus minor	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	I
Lonicera caprifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Anemone apennina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I
Ligustrum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I

(*segue Tab. 40*)

Asperula laevigata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	I
Fraxinus ornus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Evonymus europaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
Sp del Quercion, Quercetalia, Quercetea ilicis																		
Erica arborea	3	3	2	2	1	1	1	2	3	2	.	3	+	3	3	2	2	V
Phillyrea latifolia	2	2	2	.	2	2	1	2	1	+	+	2	+	2	2	3	3	V
Smilax aspera	+	.	+	.	+	+	+	.	.	1	.	+	+	+	+	2	.	IV
Cyclamen repandum	+	1	+	1	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	1	+	IV
Juniperus oxycedrus	+	+	.	.	+	+	+	1	.	+	.	.	.	+	+	1	.	III
Myrtus communis	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	.	.	III
Carex distachya	.	.	.	.	1	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	+	.	III
Rubia peregrina	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	III
Asparagus acutifolius	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	III
Quercus ilex	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	+	+	2	+	III
Sedum cepaea	1	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Rosa sempervirens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	II
Asplenium onopteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Compagne																		
Anthoxanthum odoratum	1	1	+	+	+	+	+	+	+	.	1	+	.	.	.	.	.	III
Juncus depauperatus	.	1	+	+	+	+	+	1	1	1	.	.	.	1	1	.	.	III
Luzula forsteri	+	1	.	1	+	+	+	+	.	+	2	.	+	.	.	+	.	III
Asphodelus aestivus	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	2	+	+	+	+	.	.	III
Carex flacca	.	.	+	1	.	.	.	.	1	.	1	+	.	.	+	.	.	III
Allium triquetrum	.	r	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	III
Piptatherum miliaceum	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	.	+	+	+	.	II
Oenanthe pimpinelloides	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	II
Aristolochia rotunda	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.	.	II
Dactylis glomerata ssp. glomerata	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Geranium robertianum ssp. purpureum	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	.	II
Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	I
Cytisus villosus	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	I
Spartium junceum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	.	.	I
Sporadiche	2	4	6	1	1	0	2	4	4	5	7	2	0	1	6	2	0	

Località dei rilievi: 1 Camilletto di sopra; 2 Camilletto; 3 Ponte del Camilletto; 4, 11, 16, 17 Valle dei Pontoni; 5, 7 Fosso di Capocotta; 6 Piscina Colonna; 8 Piscinale del Tellinaro; 9, 10 Pantanelle; 12, 14 Pizzuto; 13 Spinaceto; 15 Figurella di sopra.

Dinamica: sui suoli maggiormente evoluti (Alfisuoli) e in condizioni di relativa disponibilità idrica è sicuramente la vegetazione climax. Il suo degrado verso tipi vegetazionali più vicini ai *Quercetea ilicis* in zone ove l'elevato numero di esemplari secolari di querce caducifoglie lascerebbe supporre una sua originaria dominanza è dovuto probabilmente all'impoverimento dei suoli, al disturbo dei pascolanti e all'abbassamento della falda. In assenza di disturbo possono svilupparsi, nell'arco di parecchi decenni, a partire dalle formazioni a cespugli e arbusti dei *Prunetalia spinosae* frequenti nella parte settentrionale della Tenuta e nelle zone a falda elevata e terreni più ricchi.

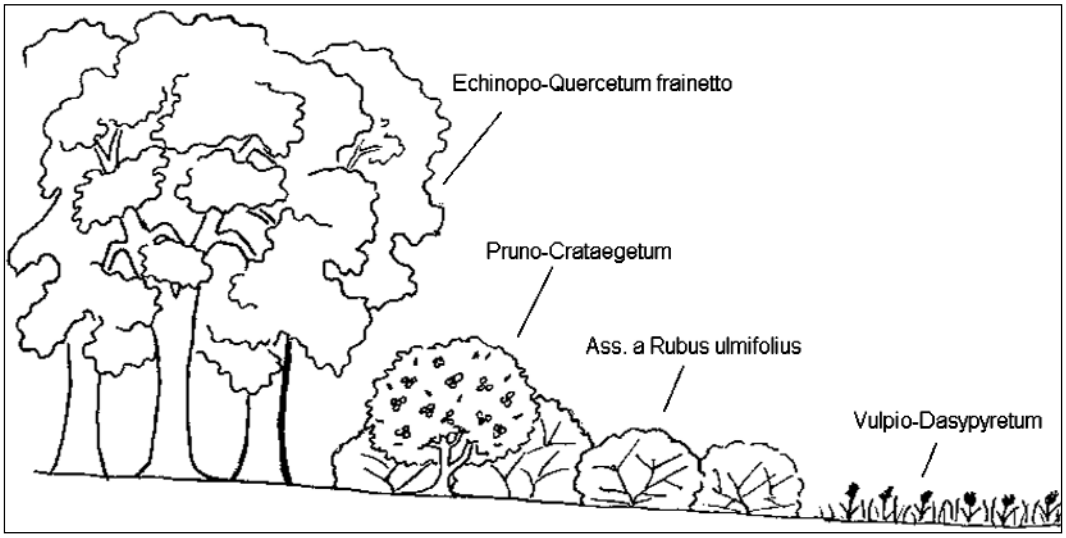


Fig. 8.20. Rappresentazione schematica della serie della cerreta a Castelporziano.

Gli studi comparativi condotti su semenzai protetti e non protetti a Campo di Rota e Figurone hanno mostrato che anche se la rinnovazione naturale dei querceti caducifogli di Castelporziano è teoricamente garantita da una buona produzione e germinabilità delle ghiande di *Quercus frainetto* e *Q. cerris*, di fatto, però, le ripetute asportazioni dei germogli causano la morte delle plantule (Giordano, com. pers.). Inoltre le vaste radure aperte in passato dagli incendi e dalle attività umane favoriscono la concorrenza di *Quercus ilex* le cui plantule in condizioni di illuminazione risultano crescere molto più rapidamente delle specie caducifoglie (De Lillis, com. pers.).

Località: possiamo individuare tre comprensori principali, evidentemente sottoposti nel passato a differenti forme gestionali ma connessi anche a diverse condizioni ecologiche relative soprattutto alla profondità e permanenza della falda:

— Comprensorio Tellinaro-Piscina Colonna-Capocotta: in questa zona la farneta si mostra ben sviluppata e caratterizzata dalla silvofacies a *Capinus orientalis*. Si tratta

di cerrete relativamente mesofile legate a elevato livello di falda che si rivela con numerose piscine ove sono rilevanti gli addensamenti a *Quercus robur*.
— Comprensorio Poggio dei Corsi-Camilletto-Piscina Chiara: qui la farneta è frammentata ed il sottobosco è dominato dalle specie del *Viburno-Quercetum ilicis*: in particolare si possono osservare silvofacies che sfumano verso l'ericeto e silvofacies che tendono verso la sughereta a testimoniare passate attività silvocolturali e pastorali a pesante impatto.
— Comprensorio Valle Carbonara-Grotta Romagnola-Santo Quercio: in questa zona, caratterizzata da profonde forre e da terreni sia di origine tufacea che sabbiosa, la farneta è relativamente continua e le facies sembrano influenzate principalmente dal tipo di substrato, dall'inclinazione e dall'esposizione. Sono presenti nuclei con sottobosco ricco in specie del *Viburno-Quercetum ilicis* e facies più mesofile a *Carpinus orientalis* e *Quercus robur* che nel fondo delle forre e nei pressi delle piscine sfumano verso il *Querco-Carpinetum* e il *Lauro-Carpinetum*. Altri nuclei a *Quercus cerris* e *Q. frainetto* sono osservabili presso le Piscine della Dogana, nella parcella 259, nelle zone di Figano e Spagnoletta. Si tratta di formazioni a diretto contatto con sugherete ed ericeti che sembrano quindi essere anche in questo caso conseguenti all'attività umana.

Tab. 41. **Echinopo-Quercetum frainetto facies a Carpinus orientalis.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Copertura media (%)	100	90	100	75	90	95	90	90	90	90	80	80	90	
Copertura (%) st. arboreo (10-25 m)	95	60	95	50	70	95	80	90	90	90	70	40	70	
Copertura (%) st. arbustivo (3-8 m)	20	50	20	50	30	30	30	15	15	30	60	80	40	
Copertura (%) st. erbaceo (5-60 cm)	15	10	20	30	20	20	30	35	10	40	15	15	20	
Superficie ril. (mq)	200	300	800	800	500	900	300	300	300	300	500	300	300	Freq.
Sp. car. Echinopo-Quercetum frainetto, Quercion frainetto														
Quercus frainetto	+	1	3	3	3	2	1	1	+	+	1	2	+	V
Poa trivialis ssp. sylvicola	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Sp. car. Quercetalia pubescentis, Querco-Fagetea														
Carpinus orientalis	5	3	5	5	3	3	2	4	4	3	3	4	4	V
Quercus cerris	1	2	1	1	2	1	2	.	1	2	1	2	+	V
Hedera helix	+	+	1	1	1	1	.	+	1	+	+	+	2	V
Brachypodium sylvaticum	+	+	+	+	+	.	+	+	+	1	+	+	+	V
Euphorbia amygdaloides	+	+	+	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	IV

(*segue Tab. 41*)

Quercus robur	.	.	1	1	.	1	.	.	.	1	+	+	.	III
Rubus ulmifolius	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	II
Crataegus monogyna	.	+	.	.	.	+	.	1	.	+	.	+	.	II
Clematis flammula	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I
Lonicera etrusca	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Evonymus europaeus	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	I
Prunus spinosa	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	I
Viola suavis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I
Tamus communis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Melica uniflora	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rubus hirtus	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Acer campestre	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Ulmus minor	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Laurus nobilis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Fraxinus ornus	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Viola reichenbachiana	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Cyclamen hederifolium	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I
Ligustrum vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Stachys sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I
Sp. car. Quercion, Quercetalia, Quercetea ilici														
Phillyrea latifolia	1	+	1	+	1	2	3	2	1	1	2	1	2	V
Ruscus aculeatus	.	1	2	2	3	2	2	1	2	1	+	+	1	V
Smilax aspera	+	1	+	+	.	1	1	+	2	+	+	+	+	V
Cyclamen repandum	+	+	+	+	1	1	1	+	.	.	+	+	+	V
Erica arborea	.	.	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	+	III
Asparagus acutifolius	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II
Juniperus oxycedrus	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	II
Quercus suber	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	II
Quercus ilex	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	+	.	II
Rubia peregrina	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.	+	II
Pistacia lentiscus	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	+	II
Carex distachya	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	II
Rosa sempervirens	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Festuca heterophylla	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Myrtus communis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Arbutus unedo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Rhamnus alaternus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I
Compagne														
Juncus depauperatus	.	.	+	+	+	1	.	+	+	.	1	1	.	IV
Allium triquetrum	.	1	+	+	1	.	.	.	1	1	+	+	+	IV
Alliaria petiolata	.	+	+	+	.	.	+	.	1	+	.	+	.	III
Asphodelus aestivus	.	.	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	III
Pteridium aquilinum	.	.	+	+	+	1	1	+	.	.	.	.	.	III

(*segue Tab. 41*)														
Hedera helix (pl)	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II
Moehringia trinervia ssp. pentandra	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Luzula forsteri	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II
Stellaria media	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	II
Sporadiche	3	1	4	4	2	3	0	2	2	4	1	4	0	

Località dei rilievi: 1 Pantanelle; 2, 5 Pignocco; 3 Ponte Cerasolo; 4 Acquedotto Romano; 6 Piscina Colonna; 7, 8 Valle dei Pontoni; 9 Figurone; 10 Piscinale del Tellinaro; 11 Fosso di Tor Paterno; 12 Ponte Cerasolo; 13 Fosso di Capocotta.

Fagetalia sylvaticae Pawloski in Pawloski, Sokolowski et Wallich 1928
Foreste temperate a caducifoglie.

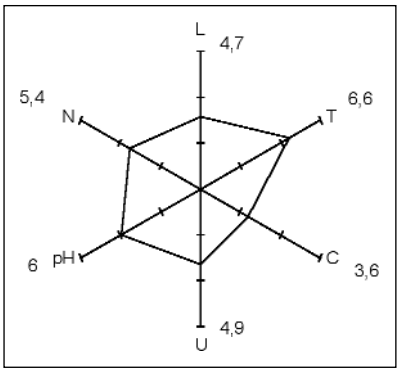
Carpinion betuli Issler 1931
Foreste di latifoglie mesofile con presenza di Carpino su suoli fertili.
Questa vegetazione, a distribuzione essenzialmente medioeuropea, nell'Italia centrale è al suo limite meridionale. A Castelporziano nelle zone più umide e fresche è rappresentata da tre associazioni: *Lauro-Carpinetum betuli*, *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli* e *Querco-Ulmetum*. Le ultime due rivestono probabilmente un carattere relittuale.

	LUM	TEMP	CONT	UMID	PH	NUTR
Lauro-Carpinetum	4,7	6,6	3,6	4,9	6,0	5,4
Ornith.-Carpinetum	5,3	6,5	3,9	5,1	5,2	5,4
Querco-Ulmetum	5,2	6,5	3,8	5,7	6,4	6,2

Confronto tra Ecogrammi delle associazioni del Carpinion a Castelporziano

Lauro-Carpinetum betuli Lucchese et Pignatti 1990 (tab. 42)
Boschi di forra a *Laurus nobilis* e *Carpinus betulus*.
Specie caratteristiche e dominanti: *Laurus nobilis*, *Carpinus betulus*.
Specie frequenti: oltre alle precedenti le principali specie edificatrici dello strato arboreo sono *Acer campestre*, *Ulmus minor* e *Carpinus orientalis* mentre nell'arbustivo troviamo *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare* ed *Evonymus europaeus*. Lo sviluppo dello strato erbaceo è molto irregolare in quanto dipende principalmente dal disturbo più o meno accentuato da parte dei cinghiali; esso è composto principalmente da *Ranunculus lanuginosus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Ajuga reptans*, *Cyclamen repandum*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Anemone apennina*, *Mercurialis perennis*, *Melica uniflora*, *Euphorbia amygdaloides* e *Luzula forsteri*. Sulle pareti tufacee spesso sono presenti fittissimi tappeti di muschi dei generi *Fissidens*, *Brachytecium*, *Eurhynchium* e *Hypnum*.
Ecologia: questi boschi si sviluppano nelle forre tirreniche più riparate dai venti freddi e da quelli caldi e secchi e meno alterate dall'intervento antropico. Si tratta di

formazioni di ambiente caldo-umido legate a condizioni di elevata umidità e a fenomeni di condensazione notturna particolarmente rilevanti. Un tale stato microclimatico favorisce lo sviluppo di un tipo di bosco con caratteristiche di laurisilva (Lucchese e Pignatti, 1990). I boschi a laurisilve di Castelporziano sono caratterizzati ecologicamente da un discreto valore di umidità edafica e da una buona tendenza all'oceanicità. Basso il valore di luminosità, dovuto alla particolare ubicazione in forra di questa formazione arborea. Il pH denota una certa preferenza per terreni basici, mentre è medio-alto il valore di nitrofilia.



L	4,7
T	6,6
C	3,6
U	4,9
pH	6
N	5,4

Fig. 8.21. Ecogramma relativo al *Lauro-Carpinetum*.

Struttura: bosco che in condizioni naturali può risultare ben stratificato: lo strato arboreo, alto fino a 15 metri, può raggiungere il 90% di copertura, lo stato alto arbustivo, alto fino a 7 metri, può raggiungere il 50% le coperture dello strato erbaceo variano dal 10 al 95% a seconda del disturbo. Sempre presente uno strato muscinale a copertura variabile.
Data la marginalità e difficoltà di accesso si hanno parcelle ben conservate ed in almeno un caso si tratta di un minuscolo ma interessante esempio di selva naturale con carattere di vera e propria foresta vergine.
Località: Grotta Romagnola e Valle Renaro.

Tab. 42. **Lauro-Carpinetum betuli.**

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Copertura (%)	100	90	80	80	80	80	100	90	90	
Superficie ril. (mq)	250	250	900	200	300	100	250	300	100	Freq.
Cop. % strato arboreo (8-25 m)	85	90	50	30	40	80	95	90	90	
Carpinus betulus	3	3	2	+	2	2	2	1	2	V
Laurus nobilis	1	1	+	.	+	1	+	1	+	V
Quercus robur	2	2	2	2	.	.	1	3	3	IV

(*segue Tab. 42*)

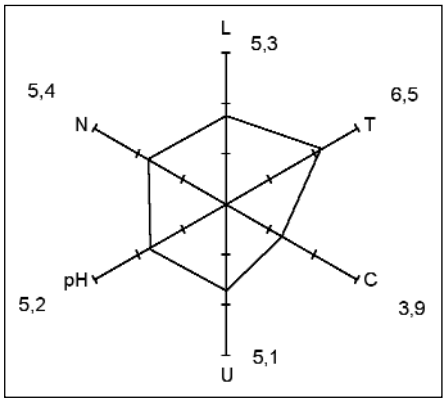
Acer campestre	1	+	1	+	1	1	2	.	.	IV
Ulmus minor	1	1	.	+	.	.	2	.	.	III
Corylus avellana	+	+	.	.	.	.	.	+	.	III
Fraxinus ornus	+	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Cop. % strato arbustivo (2-7 m)	25	30	60	60	60	50	60	25	30	
Phillyrea latifolia	1	1	1	1	+	+	1	.	+	V
Crataegus monogyna	+	+	+	+	+	+	.	+	1	V
Laurus nobilis	+	r	.	+	+	+	r	+	+	V
Acer campestre	1	1	+	+	.	1	1	1	.	IV
Ruscus aculeatus	+	.	3	.	.	+	2	.	+	III
Cornus mas	+	+	2	2	2	.	.	+	.	III
Ulmus minor	.	1	.	+	.	.	+	+	1	II
Quercus ilex	+	.	r	r	+	.	+	2	.	III
Rubus ulmifolius	.	.	+	.	+	.	.	+	1	II
Prunus spinosa	.	.	+	.	.	.	1	+	.	II
Ligustrum vulgare	.	.	+	.	.	.	1	.	+	II
Viburnum tinus	+	+	.	.	.	.	.	.	+	II
Evonymus europaeus	.	.	.	.	.	.	+	+	+	II
Salix alba	+	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Cytisus villosus	+	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Cop. % strato lianoso	10	10	20	10	5	2	20	20	5	
Hedera helix	+	+	1	+	+	+	1	1	1	V
Rubia peregrina	+	+	1	1	+	.	1	.	+	IV
Clematis vitalba	+	+	.	.	.	.	+	1	+	III
Smilax aspera	.	.	r	r	+	.	.	+	.	III
Lonicera caprifolium	+	+	.	.	.	.	+	.	.	II
Rosa sempervirens	.	.	+	.	.	.	.	+	.	II
Rubus hirtus	.	.	.	+	.	.	1	.	.	II
Cop. % strato erbaceo (10-60 cm)	30	40	20	50	30	10	50	15	10	
Brachypodium sylvaticum	+	+	1	1	1	.	1	+	1	V
Ajuga reptans	+	+	1	1	+	.	+	+	+	V
Cyclamen repandum	+	.	1	+	1	+	1	+	.	IV
Carex sylvatica	1	1	+	.	+	.	1	+	.	IV
Viola reichenbachiana	+	+	+	+	+	.	+	.	.	IV
Anemone apennina	+	+	+	+	+	.	1	.	+	IV
Melica uniflora	+	+	1	.	+	.	+	.	+	IV
Ruscus aculeatus	.	.	.	3	1	.	.	1	.	III
Mercurialis perennis	.	.	+	.	2	2	+	1	.	III
Euphorbia amygdaloides	.	.	1	+	+	r	+	.	+	III
Ranunculus lanuginosus	+	+	+	.	+	.	+	.	.	III
Poa trivialis ssp. sylvicola	+	+	+	+	.	.	.	.	.	III

(*segue Tab. 42*)										
Luzula forsteri	+	+	+	+	+	.	.	.	+	III
Asplenium onopteris	.	1	+	r	+	.	.	+	.	III
Juncus depauperatus	+	+	1	+	.	.	.	.	.	III
Aristolochia rotunda	.	.	1	1	+	.	.	.	.	III
Carex distachya	.	.	.	+	+	.	.	+	+	III
Hedera helix (pl.)	.	.	+	.	+	.	.	+	+	III
Moehringia trinervia ssp. pentandra	+	+	.	.	.	.	+	.	.	III
Ranunculus ficaria	+	+	+	.	.	.	.	.	+	III
Lathyrus venetus	.	+	+	+	.	.	.	.	.	III
Alliaria petiolata	.	.	+	.	.	.	.	+	1	III
Smilax aspera (pl.)	.	.	.	.	+	.	.	+	.	II
Phillyrea latifolia (pl.)	.	.	+	.	.	.	.	+	.	II
Acer campestre (pl.)	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II
Asplenium trichomanes	1	.	.	.	.	.	.	+	.	II
Viola suavis	.	.	.	.	+	.	+	.	.	II
Carex divisa	.	.	+	.	.	.	+	.	.	II
Sedum cepaea	.	.	+	.	.	.	+	.	.	II
Polypodium cambricum ssp. serrulatum	+	+	.	.	.	.	.	.	.	II
Stachys sylvatica	.	.	.	.	.	.	+	+	.	II
Satureja calamintha	.	.	+	.	.	.	.	+	.	II
Quercus robur (pl.)	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II
Crataegus monogyna (pl.)	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II
Quercus ilex (pl.)	.	.	+	r	.	.	.	.	.	II
Asperula laevigata	.	.	.	+	.	.	.	+	.	II
Sporadiche	1	2	3	6	3	1	4	4	7	

Località dei rilievi: 1, 2 Fosso di Spinaceto; 3, 4, 5, 6, 8 Grotta Romagnola; 7 Valle dei Pontoni; 9 Valle Renaro.

Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum Marineck *et al.* 1982 (tab. 43)
Querco-carpineti di pianura.
Specie dominanti: *Quercus robur* e *Carpinus betulus*.
Specie caratteristiche: *Vinca minor (loc.)*.
Ecologia: questa associazione, diffusa come zonale nell'Europa centrale, è la vegetazione climax degli ambienti ricchi d'acqua ma ben drenati della pianura padana e degli ambienti collinari circostanti ove si sviluppa nel territorio con temperatura media 11,5-14 °C e precipitazioni tra 700 e 900 mm/anno; nel resto della Penisola è limitata ad ecotopi con falda superficiale nelle piane alluvionali dalla Maremma alla Piana del Sele ed è ormai molto rara. Si sviluppa su terre brune ricche d'acqua e nutrienti, suoli che possono essere considerati tra i più fertili nei nostri climi e sono stati utilizzati quasi ovunque per le attività agrarie.
Gli indici di Ellenberg ottenuti per l'*Ornithogalo-Carpinetum* risultano in gran parte analoghi a quelli del *Lauro-Carpinetum*. Si distinguono alcune differenze sot-

tili, quali un valore più alto dell'indice di luminosità ed un valore più basso per l'indice di reazione ionica. Leggermente più alto anche l'indice di umidità edafica, ma non quanto ci si poteva aspettare dalle indagini su campo.



L	5,3
T	6,5
C	3,9
U	5,1
pH	5,2
N	5,4

Fig. 8.22. Ecogramma relativo all'*Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum*.

Struttura: lo strato arboreo con copertura dal 60 al 90% è costituito essenzialmente da *Quercus robur* e *Carpinus betulus* accompagnati da *Quercus ilex*, *Carpinus orientalis*, *Ulmus minor* e *Quercus frainetto* tutti con scarsa frequenza e che rimandano a facies di transizione con altre associazioni.
Lo strato arbustivo comprende, oltre alle giovani piante delle specie precedenti, *Phillyrea latifolia*, *Crataegus monogyna*, *Acer campestre*, *Evonymus europaeus*, *Rubus ulmifolius*.
Povero lo strato lianoso composto essenzialmente da *Hedera helix*, *Smilax aspera*, *Rubus ulmifolius* e *Rubia peregrina*.
Lo strato erbaceo con copertura 10-25% è caratterizzato dalla costante presenza di *Euphorbia amygdaloides*, *Brachypodium sylvaticum*, *Luzula forsteri*, *Moehringia trinervia ssp. pentandra*, *Allium triquetrum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Melica uniflora*, *Lathyrus venetus*, *Cyclamen hederifolium*, *Vinca minor* e *Juncus depauperatus*.
Dinamica: può comportarsi da vegetazione climax o evolversi verso aspetti più termofili in conseguenza soprattutto di demolizione dello strato umico. È preceduto nella successione dai cespuglieti dei *Prunetalia*.
Località: nelle zone di Piscinale, presso l'Acquedotto Romano e nella Valle dei Pontoni sono state rilevate formazioni a *Quercus robur* e *Carpinus betulus*, accompagnati da *Acer campestre*, *Ulmus minor* ed *Euonymus europeus* riferibili all'*Ornithogalo-Carpinetum betuli* anche se estremamente impoveriti e probabilmente a carattere relittuale.

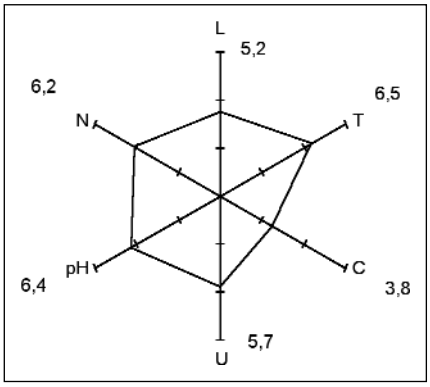
Tab. 43. **Relitti di Ornithogalo-Carpinetum betuli (Querco-Carpinetum s.l.)**

N. ril. in tab.	1	2
Copertura totale (%)	100	100
Superficie ril. (mq)	100	200
Strato arboreo 8-25 m cop. %	90	75
Quercus robur	1.1	3.1
Carpinus betulus	4.1	+
Quercus frainetto	.	1
Carpinus orientalis	.	+
Strato arbustivo 3-7 m cop. %	20	30
Phillyrea latifolia	1.2	2.1
Crataegus monogyna	1.1	+
Rubus ulmifolius	+	.
Carpinus betulus	1.1	.
Evonymus europaeus	.	+
Quercus ilex	.	+
Acer campestre	+	
Strato lianoso cop. %	5	15
Hedera helix	+	1.1
Smilax aspera	+	+
Rubia peregrina	.	+

Strato erbaceo 10-70 cm cop. %	10	25
Brachypodium sylvaticum	+	+
Juncus depauperatus	+	+
Euphorbia amygdaloides	+	+
Asparagus acutifolius	+	+
Allium triquetrum	+	+
Moehringia trinervia		
ssp. pentandra	+	+
Carex distachya	+	.
Ranunculus lanuginosus	+	.
Quercus ilex (pl.)	+	.
Alliaria petiolata	+	.
Urtica membranacea	+	.
Carex flacca	.	+
Cyclamen repandum	.	+
Luzula forsteri	.	+
Ajuga reptans	.	+
Geranium robertianum		
ssp. purpureum	.	+
Festuca heterophylla	.	+
Pteridium aquilinum	.	+
Rosa sempervirens	.	+

Località dei rilievi: 1 Valle Romagnola; 2 Piscinale.

Querco-Ulmetum Issler 1924 (tab. 44)
Bosco misto di farnia ed olmo dei suoli idromorfi.
Specie dominanti: *Quercus robur*, *Ulmus minor*.
Specie frequenti: *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa*, *Populus canescens* e *Populus alba.*
Ecologia: si tratta di un associazione a forte impronta eurasiatica diffusa soprattutto in stazioni soggette a inondazione della Pianura Padana e delle valli; nell'ambiente mediterraneo è limitata, in forme molto impoverite, a zone paludose a falda elevata anche d'estate, periodicamente sommerse in autunno e primavera. Può essere considerato uno stadio intermedio tra la vegetazione palustre (*Magnocaricetum*, *Phragmitetum* e *Typhetum*), le boscaglie a *Salix alba* e il *Querco-carpineto*.
Anche in questo caso i dati degli indici di Ellenberg sono confrontabili con quelli degli altri due principali boschi umidi di Castelporziano. Mentre i fattori climatici sono più o meno simili nell'analisi dei fattori edafici si possono evidenziare valori più alti. Ne deriva una maggiore affinità per substrati da umidi a inondati, alcalini e relativamente ricchi in nitrati.
Nelle aree interdunali lungo lo stradone del Telefono si sviluppano su Calcixeroll acquico, cioè mollisuoli caratterizzati da accumulo di carbonato di calcio illuviale negli orizzonti inferiori e falda elevata. Presso le zone umide di Dogana e Cioccati



L	5,2
T	6,5
C	3,8
U	5,7
pH	6,4
N	6,2

Fig. 8.23. Ecogramma relativo al *Querco-Ulmetum*.

su Palexeralf acquico ben sviluppato in cui l'accumulo idrico è favorito dalla presenza di argilla lisciviata negli orizzonti B (Biondi, Dowgiallo, Di Dio, 1999).

Dinamica: segue i *Carigeti* nella serie di interramento e può evolvere verso l'*Ornithogalo-Carpinetum betuli* almeno in situazioni mesofile.

Struttura: lo strato arboreo, che può arrivare ai 25 m di altezza, ha in genere coperture alte ma mai totali. Scarsa la presenza di cespugli e liane mentre un ricco e denso strato erbaceo costituisce un elemento caratterizzante.

Località: Presso lo Stradone dei canali, Piscina dei materiali, nelle zone del Tellinaro e Scoponcino.

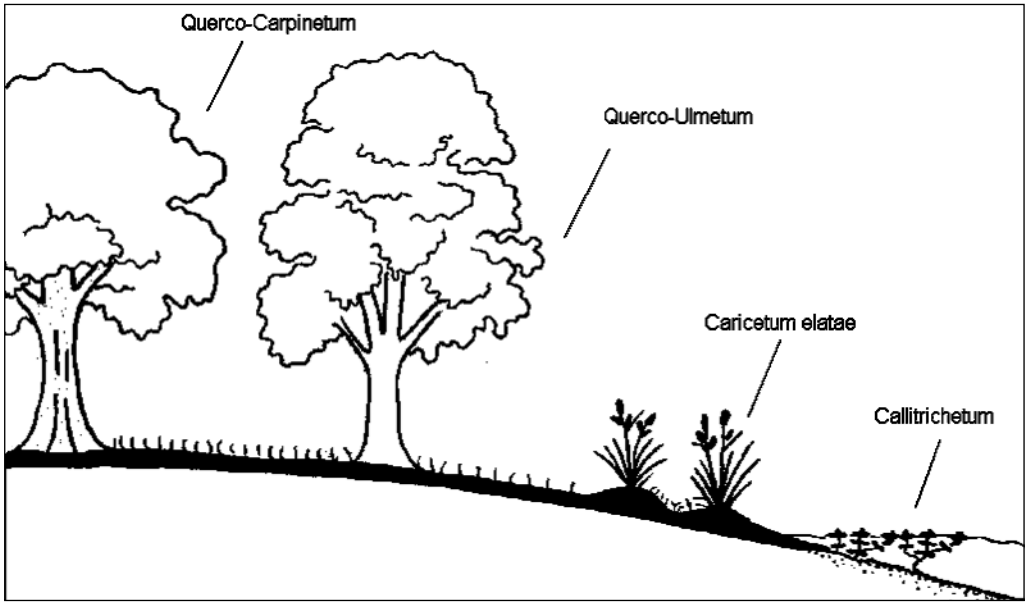


Fig. 8.24. Rappresentazione schematica della serie dei querceti umidi a Castelporziano.

Tab. 44. **Querco-Ulmetum.**

N° ril. in tab.	1	2	3
Copertura totale (%)	100	90	95
Superficie ril. (mq)	1000	1000	1000
Strato arboreo 8-25 m cop. %	80	75	80
Quercus robur	2.1	2.1	2.2
Ulmus minor	2.1	2.1	2.1
Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa	3.1	2.1	+
Populus alba	1.1	1.1	1.1
Pinus pinea	.	1.1	.
Strato arbustivo 3-7 m cop. %	10	10	5
Phillyrea latifolia	+	1.1	+
Crataegus monogyna	+	+	+
Rubus ulmifolius	+	1.2	+
Pistacia lentiscus	+	+	.
Rubus caesius	+	.	+.2
Prunus spinosa	1.1	.	.
Rhamnus cathartica	+	.	.
Ruscus aculeatus	.	.	+.2
Strato lianoso cop. %	10	10	10
Clematis vitalba	1.1	1.1	.
Hedera helix	+	+	1.1
Smilax aspera	.	+	+
Strato erbaceo cop. %	50	70	70
Brachypodium sylvaticum	2.2	3.3	3.3
Euphorbia amygdaloides	1.1	1.1	1.1
Carex flacca	+	+	+
Carex pendula	+	1.2	.
Juncus depauperatus	1.2	.	2.2
Piptatherum miliaceum	.	+.2	+.2
Geranium robertianum ssp. purpureum	.	+	+
Cyclamen repandum	.	+	+
Iris pseudacorus	+	.	.
Satureja vulgaris	.	+	.
Luzula forsteri	.	+	.
Asparagus acutifolius	.	.	+
Carex distachya	.	.	+

Località dei rilievi: 1, 2, 3 Scoponcino.

Alnion incanae Pawlowski in Pawlowski *et al.*, 1928
(= *Alno-Ulmion* Br.-Bl. et Tx. 1943)
Alleanza che occupa una posizione ecologica intermedia tra i *Fagetalia* dell'Europa media e settentrionale e i *Populetalia albae*, più meridionale.

Carici remotae-Fraxinetum Koch ex Faber 1936 (tab. 45)
(= *Carici remotae-Fraxinetum angustifoliae* Pedrotti 1970 corr. Pedrotti 1992)
Bosco a Frassino degli alvei fluviali, bordi di stagni e paludi ed aree periodicamente inondate.
Specie dominanti: *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa* e *Ulmus minor*.
Specie caratteristiche: *Carex pendula* e *Carex remota.*
Ecologia: si sviluppa su suoli idromorfi della fascia centroeuropea, comportandosi da formazione extrazonale nell'area mediterranea.
Struttura: si tratta di formazioni il cui strato arboreo può raggiungere i 20 metri e la cui copertura è quasi totale e nel quale le specie dominanti sono accompagnate da *Quercus robur*, *Populus alba*, *Ficus carica* e *Acer campestre*. Lo strato arbustivo supera raramente il 30% ed è composto essenzialmente da *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa, Evonymus europaeus* e *Ligustrum vulgare*. Lo strato erbaceo, con copertura 40-60%, è composto principalmente da *Carex elata*, *Carex pendula*, *Carex hirta*, *Iris pseudacorus*, *Pteridium aquilinum*, *Samolus valerandi* e *Mentha aquatica* ed è spesso

Foto 15. *Carici remotae-Fraxinetum* presso lo stradone del Telefono.

caratterizzato da pozze effimere dominate da *Callitriche sp.pl.* e *Ranunculus ophioglossifolius*.
Dinamica: può rappresentare la vegetazione climax. Nella serie di interramento è collegato dinamicamente alle associazioni dei *Magnocaricetalia* e dei *Phragmitetalia*.
Località: bassure interdunali parallele alla litoranea e allo stradone del Telefono.

Tab. 45. **Carici-Fraxinetum.**

N° ril. in tab.	1	2	3
Copertura totale (%)	90	90	100
Superficie ril. (mq)	200	250	150
Strato arboreo (12-25 m) cop. %	85	80	90
Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa	2	3	4
Quercus robur	3	1	+
Ulmus minor	+	+	1
Acer campestre	.	1	.
Populus alba	.	+	.
Populus canescens	.	.	1
Strato arboreo dom. (7-12 m) cop. %	-	40	1
Laurus nobilis	.	2	.
Acer campestre	.	+	.
Phillyrea latifolia	.	+	+
Ficus carica	.	+	.
Strato arbustivo (70-300 cm) cop. %	30	40	20
Phillyrea latifolia	1	.	+
Crataegus monogyna	+	+	+
Rubus ulmifolius	+	.	1
Prunus spinosa	+	.	.
Erica arborea	1	.	+
Myrtus communis	1	.	.
Quercus frainetto	+	.	+
Ruscus aculeatus	.	2	1
Laurus nobilis	.	+	.
Ligustrum vulgare	.	+	+
Strato lianoso cop. %	1	40	5
Rubia peregrina	+	.	+
Hedera helix	.	1	+
Smilax aspera	.	2	+
Tamus communis	.	+	.
Vitis vinifera	.	+	.

(*segue Tab. 45*)			
Strato erbaceo cop. %	60	5	5
Brachypodium sylvaticum	+	+	+
Carex flacca	+	+	+
Juncus depauperatus	3	.	.
Asparagus acutifolius	+	+	1
Carex distachya	+	.	.
Asphodelus aestivus	1	.	.
Hypericum australe	+	.	.
Carex elata	+	.	+
Carex riparia	+	.	.
Conyza bonariensis	+	.	.
Carex divisa	+	.	.
Ranunculus lanuginosus	+	.	+
Aristolochia rotunda	+	.	+
Allium triquetrum	+	+	+
Veronica serpyllifolia	+	.	.
Stachys sylvatica	.	+	.
Rubus ulmifolius	.	+	+
Hedera helix (pl)	.	+	.
Chelidonium majus	.	+	.
Cyclamen hederifolius	.	+	.
Arisarum vulgare	.	+	.
Melica uniflora	.	+	.
Alliaria petiolata	.	+	+
Cyclamen repandum	.	+	.

Località dei rilievi: 1 Cioccati; 2 Capocotta; 3 confine Castel Fusano.

Populetalia albae Br.-Bl. 1931
Populion albae Br.-Bl. 1931
Ordine e alleanza comprendenti associazioni forestali a carattere azonale in area mediterranea che si sviluppano nelle piane alluvionali, sul bordo dei corsi d'acqua, in genere su suoli alluvionali evoluti.

Populetum albae Tchou Yen-Cheng 1949
(incl. *Salicetum albae* Issler 1926)
Boschi ripariali e alluvionali a Pioppi e Salici.
Specie caratteristiche e dominanti: *Populus alba*, *Populus canescens*, *Salix alba*.
Ecologia: terreni alluvionali limoso-sabbiosi solitamente ricchi in sostanza organica.
Struttura: caratterizzati nello strato arboreo dalla dominanza di *Populus canescens* e *Populus alba*; tali specie, che possono talora raggiungere i 30 metri, sono solitamente accompagnate nello strato arboreo da *Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa*, *Ficus carica*, *Alnus glutinosa* e *Laurus nobilis*.

Lo strato alto arbustivo (3-7 m) si presenta più o meno intricato a seconda del grado di maturità del consorzio ed è generalmente rappresentato da *Rubus caesius*, *Evonymus europaeus* e *Crataegus monogyna* mentre nello strato basso arbustivo (0,5-1 m) troviamo soprattutto *Asparagus acutifolius* e *Ruscus aculeatus*. Buon sviluppo assume spesso lo strato lianoso composto in prevalenza da *Hedera helix, Clematis vitalba*, *Smilax aspera*, *Tamus communis* e *Rosa sempervirens*. Nello strato erbaceo specie tipiche sono *Carex pendula*, *Vinca major* e *Rumex sanguineus*.
Località: Possiamo ascrivere a questa associazione i popolamenti a *Populus canescens* delle zone più umide, i popolamenti a *Salix alba* lungo i fossi che segnano i confini della Tenuta ed alcuni rimboschimenti a *Populus nigra*, probabilmente inseriti in preesistenti situazioni di bosco igrofilo estremamente frammentato, con buone caratteristiche di rinaturalizzazione.

8.5. Rimboschimenti

Rimboschimenti a Pinus pinea ed Eucalyptus sp.pl.

I due tipi fondamentali di rimboschimenti presenti a Castelporziano comprendono le Pinete a *Pinus pinea*, diffuse nella fascia centrale della tenuta, e i rimboschimenti ad *Eucalyptus sp.pl.*, diffusi nelle parcelle settentrionali. In altre zone troviamo rimboschimenti con specie del querceto misto, della lecceta e della sughereta che gradualmente evolvono verso le formazioni naturali.
Essenzialmente possiamo distinguere nelle pinete delle serie evolutive connesse alle lavorazioni e agli interventi di sfalcio, piantumazione e pulizia. Nelle situazioni più impattate il corteggio floristico comprende poche specie erbacee che danno vita a popolamenti talora pressoché monospecifici quali *Piptatherum miliaceum, Stipa bromoides* (pinete aride e luminose), *Inula viscosa* (zone più umide e nitrofile) e *Juncus depauperatus* (suoli poveri) accompagnate da specie provenienti dai prati, quali *Aetheorhiza bulbosa*, *Satureja calamintha*, *Cynosurus echinatus*, *Lagurus ovatus* e da plantule di specie dei boschi circostanti (principalmente della lecceta). Nelle stazioni interessate marginalmente dal fuoco raggiunge una rilevante copertura *Pteridium aquilinum*. In assenza di disturbo si sviluppano direttamente le specie del *Viburno-Quercetum ilicis*, soprattutto *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* e *Pistacia pentiscus*, che gradualmente invadono la pineta. Nelle pinete più umide è osservabile anche una tendenza verso la formazione di roveti riferibili al *Pruno-Cratagetum* a rappresentare il prebosco della farneta.
Gli impianti ad *Eucalyptus*, diffusi a nord, sono invece caratterizzati unicamente dalla presenza di specie del roveto che formano una vegetazione arbustiva particolarmente intricata. Tra le specie arbustive edificatrici ricordiamo *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa*, *Ulmus minor*, *Crataegus monogyna*, *Evonymus europaeus* mentre diffuse nello strato lianoso sono *Tamus communis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*. Si tratta anche in questo caso di lembi di *Pruno-Cratageum*, che tendono gradualmente ad evolvere verso il bosco caducifoglio a cerro e farnetto.

Rimboschimenti con specie dei Querco-Fagetea e dei Quercetea ilicis

Si tratta di filari di diversa età e composizione che tendono ad essere sommersi dal roveto contenuto localmente da un forte pascolo di erbivori. Negli spazi tra i filari troviamo formazioni erbacee ascrivibili al *Vulpio-Dasypyretum*, al *Moenchio-Tuberarietum*, al *Caricetum divisae* e agli *Isoeto-Nanojuncetea* in funzione del tipo di suolo e della relativa umidità mentre rilevante è lo sviluppo di *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa* e *Ulmus minor*. In questi territori l'evoluzione verso la vegetazione naturale è influenzata sia dal disturbo che dal tipo di impianto: le plantule presenti corrispondono infatti solo localmente a quelle delle specie piantate e si può presumere che queste non sempre corrispondano alle condizioni edafiche locali.

8.6. Alberi secolari

(F. Martelli)

La Tenuta, almeno negli ultimi secoli, è stata sottoposta ad una gestione di tipo prevalentemente naturale, volta più ad attività venatorie (fino al divieto di caccia imposto nel 1976), che forestali o agricole: sono perciò presenti numerosi alberi monumentali. La Tenuta è ricca di arbusti che hanno assunto una consistenza arborea e alberi aventi una circonferenza anche superiore ai sei metri. Molto diffusi i pini (coprono circa 1/6 della superficie totale) con alcuni esemplari di notevoli dimensioni (Tinelli, 1989; Tinelli e Giordano, 1994).

La vetustà delle piante, se da un lato è motivo di orgoglio per la «Proprietà» della Tenuta, dall'altro costituisce una fonte di problemi per la sua gestione. Un esemplare molto maturo, con l'aumentare dell'età, rallenta il proprio ciclo vitale e le difese divengono meno attive, cosicché una sua risposta ad un eventuale danno è più lenta e quindi è più soggetto ad attacchi patogeni.

L'essenza più maestosa osservata nella Tenuta è un pino domestico di 6,35 m di circonferenza, sito in località Quartacci, avente, fino a poco tempo fa, quattro rami di quasi 1 m di diametro ciascuno, che gli conferivano un'imponenza inusuale: recentemente le due branche più grosse si sono abbattute al suolo.

In località Pignocco vi è il secondo albero in ordine di dimensioni: una sughera (*Quercus suber* L.) di 6,30 m di circonferenza, con enormi rami che si protendono in senso laterale e discendente.

Una farnia, di 5,46 m di circonferenza e ricoperta d'edere rampicanti, è sita in località Selciatella. Poco distante è presente una *Quercus crenata* L. (Tinelli, 1989; Tinelli e Giordano, 1994), che misura 5,05 m di circonferenza, ed è alta più di 27 m. Fino al 1984 esisteva un altro esemplare di questa specie di ben 5,65 m di circonferenza, che lo poneva al terzo posto nella graduatoria delle piante monumentali di Castelporziano; sfortunatamente quell'anno un fulmine lo colpì rendendolo instabile; a causa di ciò, poco tempo dopo, quest'esemplare si è schiantato al suolo. Di quest'albero rimangono la ceppaia, lasciata nel terreno e una sezione intermedia, collocata all'interno degli uffici della Direzione della Tenuta. È stato stabilito, dall'indivi-

duazione degli anelli annuali di accrescimento, che la pianta aveva 452 anni, datando la sua nascita intorno al 1532 (Tinelli e Catena, 1991; Tinelli e Giordano, 1994).

In località Tellinaro è presente anche un leccio di 4,25 m di circonferenza, una dimensione di notevole entità per questo tipo d'essenza, con rami che sfiorano il suolo dando alla chioma un aspetto quasi sferico.

Infine rimangono da segnalare un frassino lungo Strada del Telefono, di circa 3,30 m di circonferenza, ed uno dei pochi ontani (*Alnus glutinosa* L.) presenti nella Tenuta, di oltre 22 m d'altezza.

Tra le specie tipiche della macchia mediterranea, l'esemplare di alloro (*Laurus nobilis* L.) in località Malpasso, possiede fusti che oltrepassano il metro di circonferenza ed è dotato di una ceppaia di ben 5 m (Anzalone, 1957; Tinelli, 1989; Tinelli e Giordano, 1994).

Nella Tenuta è presente anche un eucalipto posto in prossimità della porta del castello che, oltre a misurare più di 5 m di circonferenza, è di notevole importanza storica, essendo uno dei primi esemplari cresciuti da un seme importato, nel secolo scorso, direttamente dai luoghi d'origine (Australia).

La maggior parte delle strade alberate della Tenuta, sono da considerare veri e propri viali monumentali per la presenza d'esemplari arborei di particolare imponenza. In località Malpasso sono presenti un viale di lecci, con una circonferenza media di 2 m, ed uno di Pini con una media di 1,5 m; il Viale di Castelporziano possiede, lungo metà del suo percorso, lecci di 1,7 m di circonferenza e pini di 2,2 m nell'altra metà, con altezze rispettive di 9 e 25 m; a Capocotta e Strada delle Riserve nuove sono presenti pini alternati a lecci, aventi rispettivamente una circonferenza di 2,2 m e di 1,2 m, ed un'altezza di 22 m e 9 m. Infine lungo il viale d'accesso al castello sono presenti due filari di platani con una circonferenza di 3,4 m ed un'altezza di circa 30 m.

Tutti gli individui monumentali citati, hanno delle età stimabili da circa un secolo, a più di quattro. Molte di queste piante hanno cavità più o meno grandi, con carie e marciumi (in alcuni casi, anche le radici presentano tessuti deteriorati), offrendo spesso però rifugio ad insetti, uccelli, svariati tipi di piccoli mammiferi e vertebrati minori, essi assolvono un'importante funzione a livello ecologico, anche se ciò contribuisce al loro ulteriore danneggiamento.

C'è da notare, tuttavia, che il rinnovo con piante più giovani è scarso se non addirittura assente (Bruno, 1977; Gisotti e De Rossi, 1980; Gisotti e Collamarini, 1982; Pignatti, 1989). Va innanzi tutto rilevato che, al contrario di quanto ci si potrebbe aspettare, la produzione di ghiande da parte delle querce annose è normale e spesso abbondante. Le plantule per potersi sviluppare, tuttavia, hanno bisogno di un giusto grado d'umidità, condizioni ottimali di temperatura e una quantità di luce moderata. Per quel che riguarda l'umidità del terreno, l'abbassamento della falda idrica, pur essendo una delle cause della moria per disseccamento delle giovani plantule, ha soltanto importanza secondaria. La temperatura dell'area non sembra aver subito variazioni apprezzabili in tempi storici (Pignatti, 1989). Andando perciò

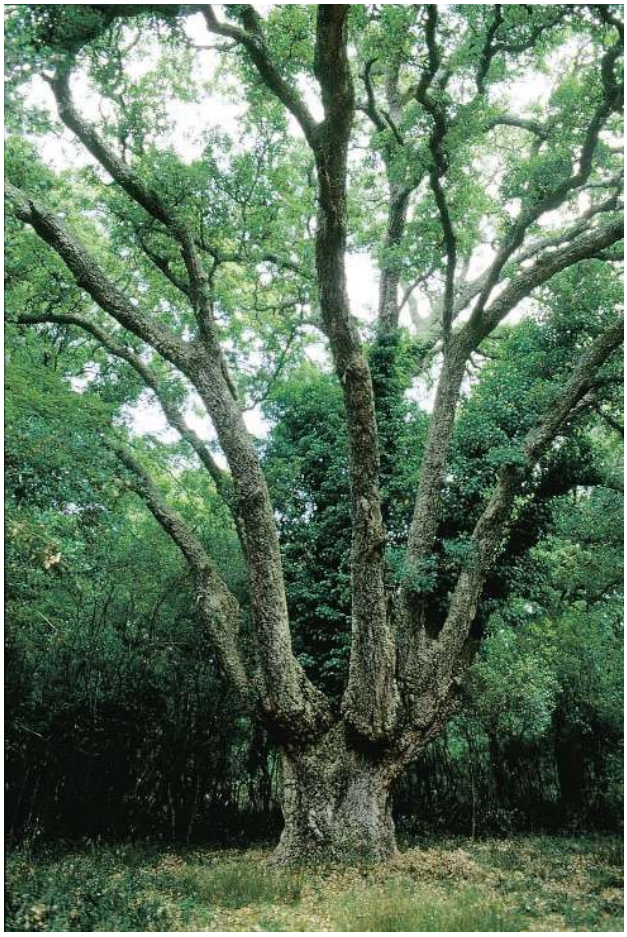


Foto 16. Un esemplare monumentale di sughera con portamento a candelabro (Capocotta).

per esclusione, la luce sembra essere il fattore limitante per il rinnovo delle querce della Tenuta, in quanto le plantule sono adattate a un'ombreggiatura parziale; esse non riescono ad affermarsi quando la luce è troppo intensa (strato arboreo assente), come negli spiazzi erbosi presenti nella Tenuta, oppure troppo scarsa (bosco denso), come nei vari querceti naturali le cui piante, ormai di dimensioni monumentali, creano una barriera quasi impenetrabile alla luce (Pignatti, 1989). Nelle zone prive di vegetazione arborea, inoltre, la presenza d'essenze infestanti, il cui maggiore rappresentante è l'asfodelo, impedisce alle altre specie vegetali di proliferare (Bruno, 1977); infine nelle aree in cui sono stati eseguiti, durante questo secolo, vari rimboschimenti a pino, la caduta e conseguente macerazione di grandi quantità di aghi, causa un discreto abbassamento del pH del terreno, rendendolo meno adatto alla crescita di altre specie (Gisotti e De Rossi, 1980).

Tra le concause del mancato rinnovo, il divieto di caccia all'interno della Tenuta costituisce, paradossalmente, un ulteriore impedimento per lo sviluppo di nuove piante. La conseguenza di questo veto, è l'incontrollata riproduzione degli animali costretti a vivere in un luogo ampio ma circoscritto; palombacci (*Columba palumbus* L.), daini, ma soprattutto cinghiali (*Sus scropha* L.), sono oramai numerosissimi nella Tenuta. I palombacci fanno incetta di ghiande, impedendo così la germogliazione di nuove querce, i cinghiali scalzano le pianticelle appena germogliate e i daini, in associazione con i pochi cervi (*Cervus elaphus* L.) presenti, si nutrono di cortecce tenere, foglie e germogli.

Si può quindi concludere che la scarsa rinnovazione delle querce, non dipende da un elevato degrado ambientale, ma dal fatto che il bosco ha ormai quasi raggiunto una fase di senilità, cui si sono aggiunte varie concause come l'abbassamento della falda idrica, l'influsso dei selvatici, l'inquinamento dell'aria, ecc. Si tratta quindi di un fenomeno naturale che però, a lungo andare, potrebbe anche portare ad una modifica del paesaggio in particolare favorendo la vegetazione sempreverde rispetto a quella caducifoglia.

Anche i viali presenti all'interno della Tenuta, fiancheggiati da alberature secolari, presentano segni di sofferenza. Questi alberi sono ormai longevi e con l'età aumentano anche le possibilità che un attacco patogeno abbia successo. La presenza della coltre bituminosa impermeabile, crea problemi d'asfissia, compattamento, parziale denutrizione e disidratazione, costituendo così un'ulteriore fonte di sofferenza per questi individui. Le piante presentano, inoltre, i segni di drastiche potature ed in molti casi, le basi sono danneggiate dai mezzi utilizzati per la manutenzione del verde. Negli ultimi anni si sono verificati crolli spontanei di alcune di queste piante, senza che siano intervenuti fattori naturali avversi.

9. COMPLESSI DI VEGETAZIONE

L'analisi dei rilievi di complesso permette di identificare 3 sistemi paesistici principali corrispondenti ai tre substrati geologici principali: la Duna antica (D.A. in tabella), la Duna recente (D.R.), i Tufi albani (Tuf). La Tenuta è l'unica zona della Campagna Romana in cui queste tre formazioni sono contemporaneamente rappresentate con la corrispondente vegetazione naturale.

La vegetazione potenziale della Duna antica è l'*Echinopo-Quercetum frainetto*, quella della Duna recente il *Viburno-Quercetum ilicis*; in corrispondenza dei tufi troviamo la serie delle forre comprendente il *Lauro-Carpinetum* nella zona inferiore, l'*Echinopo-Quercetum frainetto* in quella intermedia, il *Viburno-Quercetum ilicis* in corrispondenza delle rupi.

Anche le aree umide, che presentano vegetazione extrazonale, possono essere distinte in relazione ai tre sistemi: nella valle di Malafede tra rilievi tufacei, la falda è permanente e le piscine sono caratterizzate da vegetazione dei *Glycerio-Sparganion* e dei *Potametea*, tipiche delle aree permanentemente inondate e dal bosco di pioppi e salice (*Populetum albae*), purtroppo residuale in Tenuta; sulla Duna antica le piscine sono numerose ma tutte giacenti su falda temporanea e soggette a periodico disseccamento, conseguentemente sono caratterizzate da vegetazione degli *Holoschoenetalia* e degli *Isoeto-Nanojuncetea* e dal *Querco-Ulmetum*; sulla Duna Recente le zone inondate corrispondono a bassure interdunali con acqua salmastra e colonizzate dall' *Eriantho-Schoenetum* e sulle sponde dal *Carici-Fraxinetum.*

SISTEMA PAESISTICO DELLA DUNA ANTICA

Si sviluppa su antichi complessi dunali plio-pleistocenici e vi si possono distinguere quattro complessi di vegetazione relativi alla maturità dei suoli, alla profondità e caratteristiche della falda e al disturbo antropico.

1) Serie dell'Echinopo-Quercetum frainetto

Ambiente geomorfologico: pianori e piane ondulate.
Vegetazione: comprende le formazioni forestali ad alto fusto in buono stato di conservazione riferibili all'*Echinopo-Quercetum frainetto*. Nelle depressioni troviamo formazioni a *Juncus depauperatus* e lungo i sentieri garighe a *Cistus salvifolius* e pratelli del *Moenchio-Tuberarietum guttatae*. Il mantello è rappresentato dalle associazioni dei *Prunetalia spinosae*.
Paesaggio: sistema forestale con frequenti radure
Localizzazione: gli esempi più rappresentativi di *Echinopo-Quercetum frainetto* possono essere osservati a Tellinaro, Piscina Colonna e Capocotta. A Valle dei Pontoni e Valle Renaro sono presenti, in seguito ad abbandono delle attività agricole, rilevanti formazioni di mantello riferibili al *Puno-Crataegetum*.
Stabilità: vegetazione climax

Foto 17. Sistema paesistico della Duna antica: complesso di vegetazione delle piscine; in primo piano comunità a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*, al centro dell'alveo *Pharagmitetum australis*, a destra comunità a *Scirpus holoschoenus* e *Juncus inflexus*, sullo sfondo *Echinopo-Quercetum frainetto* (facies ad Erica) e *Querco-Ulmetum* (località Tre Piscine).

2) Piscine

Ambiente geomorfologico: depressioni periodicamente inondate su substrato argilloso di origine illuviale.

Vegetazione: le rive delle piscine temporanee in condizioni prossimo-naturali sono dominate dal *Querco-Ulmetum* o da esemplari isolati di *Quercus robur*. All'interno degli invasi troviamo vegetazione dei *Pavopotamion* a *Ranunculus aquatilis* e *Callitriche sp.pl.* che sfuma, seguendo l'interramento, nel giuncheto (*Holoschoenetalia*) o nel cariceto (*Caricetum elatae*). Nei periodi aridi il fondo delle piscine viene spesso colonizzato da vegetazione igronitrofila dei *Bidentetea* (*Polygonetum hydropiperis*). Le pozze periodiche e le zone fangose presentano vegetazione degli *Isoeto-Nanojuncetea*, soprattutto dall'associazione a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius*.

Localizzazione: Presso lo stradone dei canali, Piscina dei materiali, Tellinaro e Scoponcino, Quarticciolo, Cioccati.

Stabilità: vegetazione climax, le formazioni si spostano verso il centro della piscina con il procedere dell'interramento.

3) Sugherete ed Ericeti

Ambiente geomorfologico: piane ondulate.
Vegetazione: comprende le sugherete e gli ericeti che mostrano spesso (ad esempio a Spagnoletta e Fonte Guidone) legami dinamici con una preesistente vegetazione a querce caducifoglie testimoniata da pochi esemplari secolari di *Quercus cerris*, *Quercus frainetto* e *Quercus robur* immersi nella macchia mediterranea. Si tratta di un paraclimax influenzato dall'attività umana e dai suoli aridi e spesso troncati, ridotti a uno strato A povero in materia organica giacente direttamente sul substrato minerale di sabbia silicea. La maggior parte delle sugherete di Castelporziano mostrano un maggior legame con i *Quercetea ilicis* che con i *Querco-Fagetea* a differenza di quanto osservato a Roma e dintorni (Magliana, Pineto, Insugherata) e non vengono perciò riferiti al *Cytiso-Quercetum suberis*. Nelle zone Poggio dei Corsi, Camilletto e Piscina Chiara sono diffuse formazioni riferibili all'*Echinopo-Quercetum frainetto ericetosum* con strato arboreo dominato da *Quercus cerris, Quercus suber e Quercus frainetto* e strato arbustivo ricco sia in specie dei *Prunetalia* (*Prunus spinosa, Crataegus monogyna*) che dei *Quercetalia ilicis* (*Smilax aspera, Erica arborea, Rubia peregrina*).
Localizzazione: Sughereta, Finocchiella, Canali dello Zuccherino, Scopone, Spagnoletta.
Stabilità: a seconda della falda e del disturbo sembrerebbero evolvere verso il *Viburno-Quercetum ilicis* o verso l'*Echinopo-Quercetum frainetto*.

4) Praterie e zone a gestione antropica

Ambiente geomorfologico: pianori e piane ondulate.
Vegetazione: Comprende le pinete e i pascoli. L'associazione tipica dei pascoli è il *Vulpio-Dasypyretum villosi*, riferibile ai *Brometalia-rubenti tectorum*, che sfuma procedendo verso mare nel *Laguro-Dasypyretum*, tipico dei suoli della Duna recente. Notevoli dal punto di vista paesaggistico gli aspetti ad *Asphodelus aestivus*.
Sotto le pinete, in funzione di età e gestione, si sviluppano praterie a *Inula viscosa*, *Piptatherum miliaceum* e *Stipa bromoides* legate a condizioni ombrose e relativamente umide, o vegetazione di mantello soprattutto della serie della lecceta.
I coltivi sono caratterizzati da vegetazione dei *Secalietea* con vari aggruppamenti dipendenti dal tipo di conduzione di cui i più rilevanti paesaggisticamente sono quelli a *Raphanus raphanistrum* e *Anthemis arvensis*. Lungo i sentieri e nei pascoli maggiormente calpestati si possono osservare prati riferibili all'*Hordeetum leporini*.
Gestione: le pinete sono sottoposte alle normali attività silvocolturali. I coltivi sono solitamente a rotazione.

Tab. 46. **Sistema paesistico della Duna antica**.

N° ril. in tab.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
sup. ha	0,5	2	5	1	5	5	3	5	10	0,3	0,5	10	10
substrato	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.	D.A.
Ecotopo	Pian	Pian	Pian	Pian	Pian	Pian	Pian	Pian	Pian	Pisc	Pisc	Pian	Pian
Echinopo-Quercetum frainetto	90	70	90	4	32	5	15	90	1	20	.	20	1
Vulpio-Dasypyretum	.	.	.	.	1	1	.	.	70	.	.	2	10
Viburno-Quercetum ilicis ericetosum	.	.	.	60	19	14	65	1	.	30	.	.	.
Viburno-Quercetum ilicis suberetosum	.	.	.	20	40	75	15	.	.	.	.	.	.
Moenchio-Tuberarietum	1	1	.	5	1	1	1	1	1	.	10	.	.
Aggr. a Cistus salvifolius	5	1	.	4	1	1	1	1	.	.	.	1	.
Nanocyperion	1	.	1	.	.	.	1	1	.	2	.	1	.
Querco-Ulmetum	.	.	1	.	.	.	.	2	.	10	30	32	.
Pop. a Juncus depauperatus	.	10	.	.	1	.	.	.	.	1	5	1	.
Holoschoenetalia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	30	1	.
Polygonetum hydropiperis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	10	1	.
Callitrichetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	10	1	.
Piptatherum miliaceum dom.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30
Viburno-Quercetum ilicis	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	10	5
Viburno-Quercetum ilicis arbust.	.	15	.	.	.	.	1	.	5	.	5	20	.
Aggr. a Pteridium aquilinum	.	.	.	.	1	.	.	.	20	.	.	1	.
Piantum. a Pinus pinea	.	1	5	1	.	1	.	.	1	1	.	.	50
Pruno-Crataegetum	.	1	1	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.
Pop. a Rubus ulmifolius	.	.	1	.	1	1	1	1	.	.	.	5	5
Caricetum elatae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Isoeto-Nanojuncetea	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Populetalia albae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
Trifolio-Caricetum chaetophyllae	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.
Stipa bromoides dom.	.	.	.	5	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Elementi del paesaggio													
Pineta	.	+	+	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Echinopo-Quercetum frainetto	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	.
Viburno-Quercetum ilicis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Sentiero	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Viburno-Quercetum ilicis suberetosum	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Viburno-Quercetum ilicis ericetosum	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.
Querco-Ulmetum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

Località dei rilievi: 1 Cioccati; 2 Stradone di Castelporziano; 3 Pignocco; 4 Spagnoletta di sotto; 5 Spagnoletta di sopra; 6 Ponte Guidone; 7 Spagnoletta di sopra; 8 Quarticciolo; 9 Cioccati; 10 Piscina Cioccati; 11 Piscine della Dogana; 12 Camilletto di sopra; 13 Pinete della Dogana.

SISTEMA PAESISTICO DELLE COLLINE TUFACEE

È il sistema tipico di buona parte della Campagna Romana non urbanizzata ed è caratterizzato da grandi plateau terminanti all'improvviso in corrispondenza di valli fluviali che assumono spesso l'aspetto di piccoli canyon. A Castelporziano è rappresentato solo nella parte settentrionale della Tenuta. Come in altre zone della Campagna Romana i plateau tufacei sono coltivati o gestiti a pascolo così come le sottostanti zone alluvionali; i versanti delle colline e in particolare le forre sono invece ricoperti da macchia e foresta. In più nella Tenuta, in seguito a interventi di riqualificazione ambientale, troviamo alcune zone umide permanenti e prati periodicamente inondati ormai molto rari caratterizzati dalla serie del *Phragmitetum* e da Cariceti.

1) Vegetazione delle forre

Ambiente geomorfologico: forre tufacee.
Vegetazione: ambiente caratterizzato dalla seriazione delle rupi con boschi a caducifoglie nella parte inferiore e leccete in quella superiore. Sul fondo dei valloni più stretti sono presenti interessantissimi frammenti di *Lauro-Carpinetum*.
Localizzazione: Grotta Romagnola, Valle Renaro.

2) Vegetazione delle zone agricole

Ambiente geomorfologico: valli a fondo piatto su suoli alluvionali e plateau su tufo.
Vegetazione: vegetazione dei *Secalietea* (coltivi) e dei *Brometalia rubenti-tectorum* (ex-coltivi e pascoli).
Localizzazione: Malafede, Piscina Infermeria, Casale Trafusa, Valle dell'Oro.
Gestione: pascolo e attività agricole.

3) Vegetazione palustre

Ambiente geomorfologico: suoli alluvionali.
Vegetazione: gli interventi di riqualificazione ambientale nella parte nord della Tenuta hanno permesso la salvaguardia e l'espansione di zone umide caratterizzate da vegetazione a canne, giunchi e carici dei *Magnocaricetalia*. Le piscine di Ponte Ruffo, Valle dell'Oro e Ortaccio sono inserite in aree agricole. Si tratta allo stato attuale quindi di ambienti piuttosto antropizzati nei quali sono per altro ben poco rappresentati gli aspetti forestali a Pioppi e Salici riferibili ai *Populetalia albae*.
Per la loro rarità sia nella Tenuta che nella Campagna Romana meriterebbero sicuramente una maggior attenzione separandole più nettamente dalle zone agricole.
Stabilità: tendono naturalmente ad interrarsi. Le formazioni di sponda risentono, in special modo quelle riferibili al *Glycerio-Sparganion*, dell'eutrofizzazione delle acque dovuta ai fertilizzanti usati in agricoltura con conseguente impoverimento e ingressione di vegetazione nitrofila. Nelle acque la vegetazione dei *Potametea* viene per lo stesso motivo sostituita da alghe.

Tab. 47. **Sistema paesistico delle Colline tufacee.**

N° ril. in tab.	14	15	16	17	18	19
sup. ha	5	2	2	5	5	10
Substrato	Tuf	Tuf	Tuf	Tuf	Tuf	All
Ecotopo	col	for	for	col	col	pian
Pruno-Crataegetum	5	1	1	2	5	10
Pop. a Rubus ulmifolius	5	10	1	.	5	5
Echinopo-Quercetum frainetto	10	30	20	.	1	10
Vulpio-Dasypyretum	.	5	.	20	5	1
Piantum. a Pinus pinea	2	.	5	10	70	5
Hordeetum leporini	.	.	.	5	1	1
Viburno-Quercetum ilicis	30	40	2	.	.	.
Secalietea	40	.	.	.	5	50
Lauro-Carpinetum betuli	5	10	70	.	.	.
Aggr. a Vulpia ligustica	.	.	.	5	1	1
Aggr. ad Anthemis arvensis	.	.	.	5	.	5
Aggr. a Raphanus raphanistrum	.	.	.	30	.	5
Viburno-Quercetum ilicis arbst.	.	.	.	.	5	2
Piantum. a Eucalyptus	3	.	.	20	.	.
Populetum albae	.	.	.	.	.	1
Aggr. ad Holcus lanatus	.	.	1	.	.	1
Viburno-Quercetum ilicis suberetosum	.	.	.	3	.	.
Querco-Ulmetum	.	.	.	.	1	.
Aggr. a Pteridium aquilinum	.	1	.	.	.	.
Aggr. a Galega officinalis	.	.	.	.	.	1
Pop. a Juncus conglomeratus	.	.	.	.	.	1
Urtica membranacea dom.	.	.	.	.	.	1
Elementi del paesaggio						
Pineta	.	.	.	.	+	+
Echinopo-Quercetum frainetto	.	.	+	.	+	+
Viburno-Quercetum ilicis	.	.	+	+	+	.
Sentiero	.	.	+	.	+	+
Campi coltivati	.	.	+	.	+	+
Robinia pseudoacacia dom.	.	.	.	.	+	.
Urbanizzato	.	.	.	.	+	+

Località dei rilievi: 14 Trafusa; 15 Valle Renaro; 16 Grotta Romagnola; 17-18 Piscina Infermeria; 19 Cannucceto.

Foto 18. Sistema paesistico della duna recente: complesso di vegetazione della serie costiera; nel retroduna si sviluppano *Viburno-Quercetum ilicis* a macchia, *Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae*, *Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali* ed *Erico multiflorae-Rosmarinetum officinalis*. Le prime due comunità sono vegetazione climax, le altre sono favorite dal passaggio di incendi. In primo piano cespi di *Ammophila arenaria* su duna stabile (Litorale di Grotta di Piastra).

SISTEMA PAESISTICO DELLA DUNA RECENTE

Si sviluppa su sistemi dunali emersi negli ultimi tremila anni, caratterizzati da sabbie ricche in calcare ed è dominato dalla lecceta e dai suoi aspetti di degrado alternata al *Carici-Fraxinetum* nelle depressioni interdunali interne.

1) Serie della Lecceta

Ambiente geomorfologico: sistema dunale.
Vegetazione: il *Viburno-Quercetum ilicis*, vegetazione climax della Duna recente, è stato in parte sostituito da piantumazioni a *Pinus pinea* ed in parte, soprattutto verso mare e lungo la litoranea, degradato da ripetuti incendi in macchia e gariga a *Cistus creticus* ssp. *eriocephalus*, *Rosmarinus officinalis* e *Erica multiflora* (*Erico-Rosmarinetum* e *Helichryso-Cistetum eriocephali*).
Localizzazione: gli esempi più evoluti di lecceta si trovano a Grotta di Piastra, Scoponcino, Camilletto di sotto, Pozzo Napoliello, Pignocco e Valle dei Pontoni, presso lo Chalet e lo Stradone del telefono.

2) Depressioni interdunali

Ambiente geomorfologico: depressioni interdunali.
Vegetazione: aggruppamenti a *Populus canescens* e *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* riferibili al *Carici-Fraxinetum*. Localmente, dove i suoli sono più maturi, sono presenti anche frammenti dell'*Echinopo-Quercetum frainetto* e del *Querco-Ulmetum*. Le sponde sono colonizzate da giuncheti a *Scirpus holoschoenus* e *Juncus inflexus*.
Localizzazione: stradone del Telefono, Ponte Cerasuolo.

3) Serie costiera

Ambiente geomorfologico: spiaggia, dune embrionali e dune mobili.
Vegetazione: la spiaggia è colonizzata dalla vegetazione dei *Cakiletea* mentre le dune embrionali e mobili da quella degli *Ammophiletea*. Verso terra, nel primo interduna, si estendono garighe riferibili all'*Helichryso-Cistetum eriocephali* e all'*Erico-Rosmarinetum*.
Localizzazione: litorale da Grotta di Piastra al confine meridionale della Tenuta.
Stabilità: spesso in condizioni frammentarie per la presenza di numerosi stabilimenti balneari. Sono stati recentemente effettuati interventi di riqualificazione ambientale che in parte hanno permesso il recupero di questo importante complesso di vegetazione.
Gestione: turismo e tempo libero.

Tab. 48. **Sistema paesistico della Duna recente.**

N° ril. in tab.	20	21	22	23	24	25	26	27	28
sup. ha	5	5	0,5	1	1	0,2	2	5	5
Substrato	D.R.	D.R.	D.R.	D.R.	D.R.	Rud	D.R.	D.R.	D.R.
Ecotopo	pian	pian	Piano ond.	dep int	dep int	rud	dun cos	dun cos	dun cos
Viburno-Quercetum ilicis	85	79	5	1	30	.	.	.	40
Viburno-Quercetum ilicis arbst	10	10	20	.	5	.	.	30	.
Piantum. a Pinus pinea	.	5	10	1	5	1	.	.	.
Carici-Fraxinetum	.	.	60	80	15	.	.	.	.
Ammophiletum	.	.	.	.	.	.	35	25	30
Sporobolo-Elymetum	.	.	.	.	.	.	5	5	1
Erico-Rosmarinetum	.	1	.	.	.	.	.	10	10
Helichryso-Cistetum	.	1	.	.	.	.	.	20	10
Piptatherum miliaceum dom.	.	.	.	4	10	.	.	.	.
Holoschoenetalia	.	.	5	1	.	.	.	.	.
Cakiletum	.	.	.	.	.	.	1	1	.
Crucianelletum	.	.	.	.	.	.	20	1	.
Juniperetum	.	.	.	.	.	.	5	7	.

(*segue Tab. 48*)

Eriantho-Schoenetum	.	.	.	.	.	.	.	1	10
Parietarietum	.	2	.	.	.	10	.	.	.
Laguro-Dasypyretum	4	2	.	.	.	.	.	.	.
Sileno-Vulpietum	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Stipa bromoides dom.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Hordeetum	.	.	.	.	.	70	.	.	.
Conyzetum	.	.	.	.	.	10	.	.	.
Vulpio-Dasypyretum	.	.	.	.	.	5	.	.	.
Urtica membranacea dom.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
Adiantetum	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Echinopo-Quercetum frainetto	.	.	.	.	20	.	.	.	.
Populus canescens dom.	.	.	.	.	10	.	.	.	.
Querco-Ulmetum	.	.	.	.	5	.	.	.	.
Pop. a Rubus ulmifolius	.	.	.	10	.	.	.	.	.
Caricetum elatae	.	.	.	3	.	.	.	.	.
Elementi del paesaggio									
Pineta	.	+	.	+	.	+	.	.	.
Viburno-Quercetum ilicis	.	+	.	+	.	+	.	+	.
Stabilimento	.	.	.	.	.	.	+	+	+
Sentiero	.	+	+	.	+	.	.	.	+
Parcheggio	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Strada asfaltata	+	.	+	.	.	+	.	+	+
Ruderi	.	+	.	.	.	+	.	.	.
Urbanizzato	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Duna costiera	.	.	.	.	.	.	+	+	.

Località: 20, 21, 22, 26, 28 Litorale Grotta di Piastra; 24 Riserva Chiesuola; 23, 25 Tor Paterno; 27 Chalet.

SCHEMA SINTASSONOMICO

CAKILETEA MARITIMAE Tx. et Preising ex Br.-Bl. et Tx. 1952
- ***Euphorbietalia peplis*** Tx. 1950
  - ***Euphorbion peplis*** Tx. 1950
    - **Cakiletum maritimae** Pign. 1953

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946
- ***Ammophiletalia australis*** Br.-Bl. (1931) 1933 em. J.-M. et J. Géhu 1988
  - ***Ammophilion australis*** Br.-Bl. (1931) 1932 em. J.M. et J. Géhu 1988
    - **Sporobolo-Elymetum farcti** [(Br.-Bl. 1933) Géhu, Riv. Mart., Tx. 1972)] Géhu 1984
    - **Ammophiletum arundinaceae** Br.-Bl. (1921) 1933
- ***Helichryso stoechadis-Crucianelletalia maritimae*** (Sissingh 1974) Géhu, Riv. Mart., Tx. in Géhu 1975
  - ***Crucianellion maritimae*** Rivas Goday et Riv. Mart. 1963
    - **Crucianellietum maritimae** Br.-Bl. (1921) 1933
    - **Popolamenti a Ononis variegata**

LEMNETEA de Bolos et Masclans 1955
- ***Lemnetalia minoris*** Tx. 1955
  - ***Lemnion minoris*** Tx. 1955
    - **Lemnetum minoris** Soò 1947
    - **Lemnetum gibbae** (W. Koch 1954) Miyaw. et J. Tx. 1960 em. Scoppola 1982

POTAMETEA Klika in Klika et Novak 1941
- ***Callitricho-Potametalia*** Schipper, Lanjouw et Schaminée in Schaminée et al. 1995
  - ***Ranunculion peltati*** Schaminée, Lanjouw et Schipper 1990
    - **Aggruppamento a Callitriche sp.pl. e Ranunculus aquatilis**
- ***Nupharo-Potametalia*** Schaminée, Lanjouw et Schipper 1990
  - ***Parvopotamion*** (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1967
    - **Aggruppamento a Potamogeton crispus**
    - **Comunità a Myriophyllum alterniflorum e Potamogeton natans**
    - **Zannichellietum palustris** (Baumann 1911) G. Lang 1967

ISOËTO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946
- ***Nanocyperetalia*** Klika 1935
  - ***Isoetion*** Br.-Bl. 1931
    - **Radiolo-Isoetetum histricis** Chevassut et Quézel 1956
  - ***Nanocyperion flavescentis*** Koch 1926
    - **Comunità a Ranunculus ophioglossifolius e Callitriche truncata**

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941
- ***Nasturtio-Glyceretalia*** Pign. 1953 em. Kopecky in Kopecky et Hejny 1965
  - ***Sparganio-Glycerion Fluitantis*** Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942 nom. inv. Oberd.1957
    - **Glycerietum plicatae** Kulcz. 1920 em. Oberd. 1954
    - **Sparganietum erecti** Roll 1938

Phragmitetalia Koch 1926
Phragmition australis Koch 1926
Phragmitetum australis (Allorge 1921) Pign. 1953
Typhetum latifoliae (Soo 1927) Lang 1973
Magnocaricetalia Pign. 1954
Magnocaricion elatae Koch 1926 em. Neuhäusl 1957
Caricetum ripariae Knapp et Stoffers 1962
Caricetum elatae Koch 1926

BIDENTETEA TRIPARTITI Tx., Lohm. et Preising ex von Rochow 1951
Bidentetalia tripartitate Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 1944
Bidention tripartitae Nordhagen 1940 em. Tx. in Poli et J. Tx. 1960
Bidenti-Polygonetum hydropiperis (W. Koch 1926) Lohm. 1950

MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937
Holoschoenetalia Br.-Bl. (1931) 1947
Molinio-Holoschoenion Br.-Bl. 1947
Comunità a Juncus inflexus e Scirpus holoschoenus
Popolamenti a Calamagrostis epigejos
Associazione a Juncus depauperatus
Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign. 1953) Géhu 1984
Agrostietalia stoloniferae (Oberd. 1967) Tx. 1975
Paspalo-Agrostidion semiverticillatae Br.-Bl. 1952
Paspalo-Agrostidetum Br.-Bl. 1936
Agropyro-Rumicion crispi Nordh. 1940 em. Tx. 1950
Ranunculetum repentis Knapp 1946
Popolamenti a Holcus lanatus
Aggruppamento a Carex otrubae

THERO-BRACHYPODIETEA Br.-Bl. 1931 em. Fanelli et Lucchese 1998
Brometalia rubenti-tectorum Riv. Mart. et Izco 1977
Echio-Galactition de Bolos et Molinier 1969
Vulpio-Dasypyretum villosi Fanelli 1998
Laguro-Dasypyretum villosi Fanelli 1998
Comunità a Vulpia ligustica
Aggruppamento ad Asphodelus aestivus
Aggruppamento ad Aegilops geniculata

HELIANTHEMETEA GUTTATI Br.-Bl. 1940
Helianthemetalia guttati Br.-Bl. 1940 em. Riv. Mart. 1978
Helianthemion guttati Br.-Bl. 1940
Moenchio-Tuberarietum guttatae Lucchese et Pignatti 1987
Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae Riv. Mart. et Costa in Riv. Mart., Costa, Castroviejo et Valdes 1980
Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae (Pign. 1953) Géhu et Scoppola 1984

STELLARIETEA MEDIAE Tx., Lohm. et Preising ex von Rochow 1951
Sisymbretalia J. Tx. ex Görs 1966
Hordeion leporini Br.-Bl. 1947
Hordeetum leporini Br.-Bl. 1952
Chenopodietalia muralis Br.-Bl. 1931
Chenopodion muralis Br.-Bl. 1931
Conyzetum albido-canadensis Biondi et Baldoni 1993
Centaureetalia cyani Tx., Lohm. et Preising in Tx. 1950
Roemerion hybridae Riv. Mart., Fern.-Gonz. et Loidi 1998
Popolamenti ad Anthemis arvensis

PARIETARIETEA JUDAICAE (Riv. Mart. 1955) Oberd. 1977
Parietarietalia judaicae Riv. Mart. 1969 corr. Oberd. 1977
Centrantho-Parietarion judaicae Riv. Mart. (1960) 1969
Parietarietum judaicae (Arènes 1928) Oberd. 1977
Parietario-Cymbalarietum muralis Pign. 1953
Umbilicetum rupestris-neglecti Riv. Mart. *et al.*, 1980

ADIANTETEA Br.-Bl. 1947
Adiantetalia capilli-veneris Br.-Bl. ex Horvatic 1939
Adiantion capilli-veneris Br.-Bl. ex Horvatic 1939
Conocephalo conici-Adiantetum Caneva *et al.*, 1995

POLYGONO ARENASTRI-POETEA ANNUAE Riv. Mart. 1975 corr. Riv. Mart. *et al.*, 1991
Polygono arenastri-Poetalia annuae Tx. in Géhu *et al.*, 1972 corr. Riv. Mart. *et al.*, 1991
Polygonion avicularis Br.-Bl. 1931 ex Aich. 1933
Lolio-Polygonetum arenastri Br.-Bl. 1930 em. Lohm. 1975
Lolio-Plantaginetum majoris Beger 1930
Polycarpion tetraphylli Riv. Mart. 1975
Bryo-Saginetum apetalae Blasi et Pign. 1984 ex Bianco, Fanelli et Tescarollo 2001
Eleusinetum indicae Pign. 1953
Conyzo albidae-Trisetarietum paniceae Pirone et Ferretti (1999)

ARTEMISIETEA VULGARIS Lohm., Preising et Tx. ex von Rochow 1951
Onopordetalia acanthii Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 1944
Dauco-Melilotion Görs 1966
Dauco-Picridetum hieracioidis Görs 1966

GALIO-URTICETEA Passarge ex Kopecky 1969
Lamio albi-Chenopodietalia boni-henrici Kopecky 1969
Arction lappae (Tx. 1937) 1947
Galio aparines-Conietum maculati Riv. Mart. ex G. Lopez 1978

Convolvuletalia sepium Tx. 1950 em. Mucina 1993
Convolvulion sepium (Tx. 1947) Th. Müll. 1969
Comunità ad Urtica dioica
Popolamenti a Pteridium aquilinum

CISTO-LAVANDULETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940
Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. 1940 em. Riv. Mart. 1968
Cistion ladaniferi Br.-Bl. 1940
Garighe a Cistus salvifolius

ROSMARINETEA OFFICINALIS Riv-Mart. *et al.*, 1991
Rosmarinetalia officinalis Br.-Bl. ex Molinier 1934
Rosmarinion officinalis Br.-Bl. ex Molinier 1934
Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali Biondi 1999
Erico-Rosmarinetum Horvatic 1958

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex de Bolos y Vayreda 1950
Pistacio lentisci-Rhamnetalia Riv. Mart. 1975
Oleo-Ceratonion Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944 em. Riv. Mart. 1975
Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae (R. et R. Molinier 1955) de Bolos 1962
Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Riv. Mart. 1975
Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em. Riv. Mart. 1975
Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 36) Riv. Mart. 1975
- suberetosum Br.-Bl. 1936
- ericetosum Molinier 1937

QUERCO-FAGETEA Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
Prunetalia spinosae Tx. 1952
Pruno-Rubion ulmifolii de Bolos 1954
Pruno-Crataegetum Hueck 1931
Quercetalia pubescentis Br.-Bl. 1931
Quercion frainetto Horvat 1954
Echinopo siculi-Quercetum frainetto Blasi et Paura 1993
Fagetalia sylvaticae Pawloski in Pawloski, Sokolowski et Wallich 1928
Carpinion betuli Issler 1931
Lauro-Carpinetum betuli Lucchese et Pignatti, 1990
Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum Marineck *et al.*, 1982
Querco-Ulmetum Issler 1924
Alnion incanae Pawlowski in Pawlowski *et al.*, 1928
Carici remotae-Fraxinetum Koch ex Faber 1936
Populetalia albae Br.-Bl. 1931
Populion albae Br.-Bl. 1931
Populetum albae Tchou Yen-Cheng 1949

Ringraziamenti

Si ringraziano vivamente il dr. G. Fanelli per la gentile collaborazione in alcuni rilievi fitosociologici e floristici e per i preziosi consigli critici durante la stesura finale del testo, la prof. M. De Lillis per la sua consulenza su problematiche di ecofisiologia ed ecologia vegetale, l'ing. A. Tinelli per l'assistenza logistica nelle uscite su campo, il dr. M. Codogno per la collaborazione nel riconoscimento di alcune entità briologiche, Stefania Panzer per la concessione dei disegni delle serie di vegetazione.

Autori e date dei rilievi

Tab. 1		
n. 1, 2, 4, 5, 8	S. Pignatti	24/4/1992
n. 3, 6	E. Wikus-Pignatti	5/5/1994
n. 7	P.M. Bianco, P. Tescarollo	7/5/1998
n. 9, 10	P.M. Bianco	9/5/1995
n. 11	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/2000
Tab. 2		
n. 1, 4	P.M. Bianco	4/5/1995
n. 2, 3	P.M. Bianco	29/5/1995
n. 5, 6	P.M. Bianco	14/5/1999
Tab. 3		
n. 1, 2, 5, 6	P.M. Bianco	29/5/1995
n. 3, 4, 11, 12, 13	S. Pignatti	5/5/1995
n. 8, 9, 10, 11, 14	E. Wikus-Pignatti	3/5/1995
Tab. 4		
n. 1	P.M. Bianco	7/5/1995
n. 2, 3	S. Pignatti	22/4/1994
n. 4	P.M. Bianco, G. Fanelli	14/5/1999
Tab. 5		
n. 1, 2, 4	S. Pignatti	5/5/1995
n. 3, 5, 6, 7	P.M. Bianco	7/5/1995
Tab. 6		
n. 1, 2, 3, 4	P.M. Bianco	7/5/1995
n. 5	P.M. Bianco, P. Tescarollo	14/5/1998
n. 6	S. Pignatti	6/5/1994
n. 7	E. Wikus-Pignatti	3/5/1995
Tab. 7		
n. 1, 2, 3	P.M. Bianco	8/6/1997
Tab. 8		
n. 1	P.M. Bianco	8/6/1997

Tab. 9		
n. 1, 2	P.M. Bianco	8/6/1997
Tab. 10		
n. 1	S. Pignatti	4/5/1997
n. 2	P. Bianco	8/6/1997
Tab. 11		
n. 1, 2	S. Pignatti	6/5/1994
n. 3	P.M. Bianco	8/6/1997
Tab. 12		
n. 1, 2, 3	P.M. Bianco	8/6/1997
n. 4	P.M. Bianco, P. Tescarollo	17/6/1998
Tab. 13		
n. 1, 2, 3	P.M. Bianco	8/6/1997
n. 5, 6	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	6/5/1994
n. 4	P.M. Bianco, P. Tescarollo	17/6/1998
Tab. 14		
n. 1	P.M. Bianco, P. Tescarollo	17/6/1998
n. 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 15		
n. 1	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	6/5/1994
Tab. 16		
n. 1	P.M. Bianco	8/6/1997
n. 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	17/6/1998
Tab. 17		
n. 1, 3, 4	P.M. Bianco	17/6/1998
n. 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 18		
n. 1, 2	P.M. Bianco	1/6/1995
Tab. 19		
n. 1, 2	P.M. Bianco	1/6/1995
n. 3	P.M. Bianco	8/6/1997
Tab. 20		
n. 1, 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
n. 3, 5	S. Pignatti, E. Wikus	3/5/1994
n. 4	P.M. Bianco	7/5/1995
n. 6	P.M. Bianco	8/5/1995
n. 7	P. Tescarollo, G. Fanelli	21/5/1998
Tab. 21		
n. 1, 5, 6	S. Pignatti	22/4/1992
n. 2, 4	P.M. Bianco	8/5/1995
n. 3	P. Tescarollo, G. Fanelli	21/5/1998

Tab. 22		
n. 1	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	6/5/1994
n. 2, 3, 4	S. Pignatti	22/4/1992
n. 5	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 23		
n. 1	P. Tescarollo, G. Fanelli	21/5/1998
n. 2	P. Tescarollo, G. Fanelli., P.M. Bianco	21/5/1998
Tab. 24		
n. 1, 2	S. Pignatti	22/4/1992
n. 3, 4, 7, 10	P.M. Bianco	4/5/1995
n. 5, 9	S. Pignatti	13/5/1986
n. 6, 8	E. Wikus-Pignatti	2/5/1995
n. 11	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 25		
n. 1, 4, 5	S. Pignatti	22/4/1992
n. 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
n. 3	P.M. Bianco	9/5/1995
Tab. 26		
n. 1	P.M. Bianco, P. Tescarollo	18/6/1998
Tab. 27	P.M. Bianco	9/5/1995
n. 1, 2	S. Pignatti	6/5/1994
n. 3, 4	P.M. Bianco, P. Tescarollo	18/6/1998
Tab. 28		
n. 1, 3	P.M. Bianco	1/6/1995
n. 2	P.M. Bianco, P. Tescarollo	8/6/1998
Tab. 29		
n. 1	P.M. Bianco, P. Tescarollo	6/5/1998
n. 2	E. Wikus-Pignati	9/5/1995
Tab. 30		
n. 1	P.M. Bianco	29/5/1995
n. 2	P.M. Bianco	8/6/1997
Tab. 31		
n. 1, 2, 5	P.M. Bianco, P. Tescarollo	17/6/1998
n. 3, 4	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 32		
n. 1, 2, 3	S. Pignatti	17/6/1992
n. 4	P.M. Bianco	4/5/1995
n. 5, 6	P.M. Bianco	1/6/1995
n. 7	E. Wikus-Pignatti	30/5/1995
n. 8	E. Wikus-Pignatti	4/5/1994
n. 9	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	6/5/1994

Tab. 33		
n. 1	E. Wikus-Pignatti	3/5/1994
n. 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	S. Pignatti	17/6/1992
n. 4	P.M. Bianco	1/6/1995
Tab. 34		
n. 1	S. Pignatti	17/6/1992
n. 2	P.M. Bianco	1/6/1995
Tab. 35		
n. 1, 2, 4	S. Pignatti	4/5/1994
n. 3	P.M. Bianco	1/6/1995
Tab. 36		
n. 1, 7, 8, 14	P.M. Bianco	5/5/1995
n. 2, 3, 22	E.Wikus-Pignatti	4/5/1995
n. 4, 6, 16, 17, 19, 20, 22	S. Pignatti	24/4/1994
n. 5, 11, 13, 23	E. Wikus Pignatti	2/5/1995
n. 9, 10	P.M. Bianco	2/6/1995
n. 12	P.M. Bianco	8/5/1995
n. 15	E.Wikus-Pignatti	6/5/1995
Tab. 37		
n. 1	P.M. Bianco	12/6/1995
n. 2	P.M. Bianco	31/5/1995
n. 3	S. Pignatti	22/8/1988
n. 4	S. Pignatti	4/5/1994
n. 5	S. Pignatti	22/4/1992
n. 6, 7	S. Pignatti	12/6/1992
n. 8	P.M. Bianco	31/5/1995
Tab. 38		
n. 1	S. Pignatti	4/5/1994
n. 2, 7	E.Wikus-Pignatti	9/5/1995
n. 4	P.M. Bianco	5/5/1995
n. 5	P.M. Bianco	2/6/1995
n. 6	P.M. Bianco	31/5/1995
Tab. 39		
n. 1, 3	P.M. Bianco	31/5/1995
n. 2, 4	P.M. Bianco	2/6/1995
n. 5	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 40		
n. 1, 2, 3	E. Wikus-Pignatti	7/5/1995
n. 4, 9, 10, 11, 16	S. Pignatti	22/4/1994
n. 5, 7, 17	P.M. Bianco	29/5/1995
n. 6, 8, 17	P.M. Bianco	3/6/1995
n. 9, 12, 14, 15	E. Wikus-Pignatti	9/5/1995
n 13	E. Wikus-Pignatti	5/5/1994

Tab. 41		
n. 1	S. Pignatti	22/3/1992
n. 2	E. Wikus-Pignatti	2/5/1994
n. 3, 4	E. Wikus-Pignatti	9/5/1995
n. 5, 6, 9, 10	P.M. Bianco	12/6/1995
n. 7, 8	S. Pignatti	22/4/1994
n. 11, 13	P.M. Bianco	29/5/1995
n. 12	E.Wikus-Pignatti	9/5/1995
Tab. 42		
n. 1	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	2/5/1995
n. 2	S. Pignatti	2/3/1994
n. 3, 4, 5, 6, 8	E. Wikus-Pignatti	8/5/1995
n. 7	S. Pignatti	22/4/1994
n. 8	P.M. Bianco	4/5/1995
Tab. 43		
n.1	S. Pignatti, E. Wikus-Pignatti	3/6/1994
n.2	P.M. Bianco	3/6/1995
Tab. 44		
n.1, 2, 3	S. Pignatti	22/3/1992
Tab. 45		
n. 1	S. Pignatti	4/5/1994
n. 2	P.M. Bianco, S. Pignatti, P. Tescarollo	16/5/1998
n. 3	P.M. Bianco, P. Tescarollo	21/5/1998
Tab. 46-47-48	P.M. Bianco, S. Pignatti, P. Tescarollo	Maggio 2000

Specie sporadiche nei rilievi

Tab. 5: ril. 1 Callitriche truncata (2), Galium debile, Eleocharis palustris, Juncus pygmaeus, Ranunculus repens (+), **ril. 2** Cardamine parviflora, Veronica serpyllifolia, Poa trivialis, Blackstonia perfoliata, Aphanes microcarpa, Rumex bucephalophorus (+), **ril. 3** Poa annua (1), **ril. 5** Juncus heterophyllus, Baldellia ranuncoloides, Myosotis ramosissima (+), Silene laeta (r), **ril. 6** Juncus inflexus (1), Senecio erraticus, Lythrum hyssopifolia, Cerastium glomeratum, Cynosurus echinatus, Trifolium campestre, Stellaria media, Ornithopus compressus (+), Veronica arvensis (r), **ril. 7** Danthonia decumbens (1), Moenchia mantica, Inula viscosa (+).

Tab. 6: **ril. 4** Elodea canadensis (+), **ril. 5** Juncus conglomeratus (+) **ril. 6** Ornithopus pinnatus, Conyza bonariensis, Persicaria hydropiper, Lotus corniculatus (+) **ril. 7** Oenanthe fistulosa, Hypochoeris glabra, Juncus depauperatus, Sagina apetala, Anthoxanthum odoratum (+), Sherardia arvensis, Silene laeta (r).

Tab. 20: **ril. 1** Verbascum samniticum (r) Daucus carota, Picris hieracioides (+) **ril. 2** Mentha pulegium (**1**), Lathyrus nissolia (+) **ril. 3** Agrimonia eupatoria, Allium roseum, Clematis flammula, Oenanthe pimpinelloides, Polygonum aviculare, Sanguisorba minor ssp. muricata, Ulmus minor (+), **ril. 4** Mentha suaveolens (+) **ril. 5** Carex flacca, Carex distachya (+), **ril. 6**

Verbascum thapsus, Torilis arvensis, Carduus nutans, Rumex acetosa (+) **ril. 7** Stachys ocymastrum, Vicia villosa ssp. varia (+), Cistus salvifolius, Crepis sancta (r).

Tab. 21: **ril. 2** Cistus salvifolius (1), Aira caryophyllea, Cytisus scoparius, Daphne gnidium, Erodium cicutarium, Myrtus communis, Petrorhagia saxifraga, Carex flacca (+), **ril. 3** Tolpis virgata (1), Cerastium brachypetalum, Geranium columbinum, Silene colorata, Vulpia ciliata, Inula viscosa, Chondrilla juncea, Raphanus raphanistrum ssp. landra, Convolvolus arvensis (+), **ril. 4** Oxalis dillenii, Torilis arvensis (+), **ril. 6** Lactuca serriola, Spartium junceum, Centaurea bracteata (+).

Tab. 22: ril. 1 Erica arborea (pl), Stipa bromoides (1), Asparagus acutifolius, Brachypodium sylvaticum, Cytisus villosus, Daphne gnidium, Junyperus oxycedrus (pl.), Spartium junceum (+), **ril. 2** Luzula multiflora (2), Carex caryophyllea, Scirpus holoschoenus (1), Aira elegantissima, Hypochoeris radicata (+), **ril. 3** Cruciata laevipes, Bromus sterilis (1), Agrimonia eupatoria, Euphorbia helioscopia, Hypericum perforatum, Silene flos-cuculi, Medicago arabica, Orchis papilionacea, Tordylium apulum, Ornithogalum umbellatum, Pinus pinea (pl), Quercus ilex (pl) (+), **ril. 4** Aphanes arvensis, Bellis perennis, Briza minor, Cardamine hirsuta, Carex divulsa, Catapodium rigidum, Cerastium brachypetalum, Crepis neglecta, Cynosurus echinatus, Dactylis glomerata ssp. hispanica, Eryngium campestre, Euphorbia peplus, Filago vulgaris, Juncus bufonius, Lotus angustissimus, Lolium perenne, Medicago orbicularis, Myosotis sicula, Oxalis dillenii, Prunus spinosa (pl.), Ranunculus muricatus, Rhagadiolus stellatus, Rumex pulcher, Sagina apetala, Trifolium resupinatum, Anagallis arvensis, Bromus hordeaceus, Bromus madritensis, Trifolium subterraneum, Veronica arvensis (+) Trifolium filiforme, Vulpia ciliata, Juncus depauperatus (r), **ril. 5** Anthemis arvensis (1), Aegilops geniculata, Bunias erucago, Coronilla scorpioides, Corynephorus articulatus, Crataegus monogyna (pl), Euphorbia terracina, Galium divaricatum, Hedypnois cretica, Hypochoeris glabra, Lagurus ovatus, Linaria pelisseriana, Linum bienne, Rostraria litorea, Mentha pulegium, Plantago afra, Serapias parviflora, Sideritis romana, Silene gallica, Trifolium cherlerii, Verbascum sinuatum, Vulpia myuros (+).

Tab. 24: ril. 1 Avena barbata, Solenopsis laurentia (+), **ril. 2** Carex divisa (+), **ril. 3** Rostraria litorea (1), Erodium cicutarium, Urospermum picroides, Anthemis tinctoria, Moenchia erecta, Euphorbia terracina, Brachypodium distachyon, Filago vulgaris (+), **ril. 4** Inula viscosa (r), **ril. 5** Dasypyrum villosum, Chamaemelum mixtum, Lagurus ovatus, Poa pratensis, Carex distachya, Petrorhagia prolifera (+), **ril. 6** Euphorbia peplis (r), **ril. 7** Vulpia ligustica, Chamaemelum fuscatum (+), **ril. 8** Rostraria litorea (1), Scirpus cernuus, Lotus corniculatus, Hypochoeris achyrophorus, Hainardia cylindrica, Plantago lagopus, Euphorbia helioscopia (+), **ril. 9** Petrorhagia saxifraga, Erica arborea, Myrtus communis, Galinsoga parviflora, Logfia gallica, Cerastium brachypetalum, Geranium dissectum (+) Sideritis romana (r), **ril. 10** Cicendia filiformis (1), Juncus bufonius, Ranunculus ophioglossifolius (+), **ril. 11** Filago vulgaris, Galinsoga parviflora, Urospermum picroides, Anthemis tinctoria, Euphorbia terracina, Brachypodium distachyon, Pistacia lentiscus (+).

Tab. 25: **ril. 1** Moenchia mantica, Lolium multiflorum, Oenanthe pimpinelloides, Vicia hybrida (+) **ril. 2** Bromus madritensis, Inula viscosa, Lolium perenne, Capsella rubella, Phleum pratense, Carex distachya (+) **ril. 3** Poa bulbosa (1), Lagurus ovatus, Hypochoeris achyrophorus, Aira cupaniana, Isoetes hystrix, Ranunculus muricatus, Trifolium repens (+) Lotus corniculatus (r) **ril. 4** Medicago orbicularis (1), Andryala integrifolia, Trifolium subterraneum, Polycarpon tetraphyllum ssp. diphyllum, Medicago arabica, Stellaria pallida (+) Cerastium glomeratum, Crepis neglecta, Hypochoeris radicata (r) **ril. 5** Medicago minima (1),

Asphodelus aestivus, Astragalus hamosus, Astragalus pelecinus, Erodium cicutarium, Crepis bursifolia, Medicago polymorpha, Vicia sativa (+) Aphanes microcarpa Medicago arabica (r).

Tab. 27 : **ril. 1** Rumex crispus (1), Daucus carota, Euphorbia helioscopia, Galega officinalis, Lolium multiflorum ssp. multiflorum, Mentha suaveolens, Potentilla reptans, Trifolium fragiferum, Trifolium lappaceum, Verbascum sinuatum, Verbascum samniticum (+), **ril 2** Convolvolus arvensis (1), Chamaemelum mixtum, Bromus diandrus, Bunias erucago, Crepis neglecta, Foeniculum vulgare, Lolium multiflorum ssp. gaudinii, Plantago major (+), **ril. 3** Heliotropium europaeum (+), **ril. 4** Conyza albida (+).

Tab. 31: **ril. 1** Lotus glaber (+) **ril. 2** Cynoglossum creticum, Stellaria aquatica, Raphanus raphanistrum (1) Asparagus acutifolius, Anthemis arvensis, Barbarea vulgaris, Bromus diandrus, Campanula rapunculus, Carduus pycnocephalus, Conyza albida, Galactites tomentosa, Galium aparine, Linaria vulgaris, Lotus ornithopodioides, Medicago arabica, Poa annua, Sisymbrium officinale, Trifolium arvense (+) **ril. 3** Aira caryophyllea, Aira cupaniana, Anthoxanthum odoratum, Brachypodium sylvaticum, Bromus madritensis, Bunias erucago, Carex flacca, Cistus salvifolius, Daphne gnidium, Euphorbia exigua, Filago vulgaris, Geranium colombinum, Geranium robertianum ssp. purpureum, Scirpus holoschoenus, Linum tryginum, Polycarpon tetraphyllum, Rhamnus alaternus, Rumex pulcher, Stellaria media, Urospermum picroides (+) Pyrus amygdaliformis (pl), Lagurus ovatus (r) **ril. 4** Sixalis atropurpurea (1) Lotus corniculatus, Rumex bucephalophorus, Trifolium glomeratum (+) **ril. 5** Aegilops geniculata, Crataegus monogyna (pl), Myosotis ramosissima, Prunus spinosa (pl), Ranunculus bulbosus, Vulpia ciliata (+)

Tab. 32: **ril. 1** Plantago bellardii (+), **ril. 3** Cynosurus polybracteatus, Pulicaria odora, Plantago lagopus (+) **ril. 4** Moenchia mantica, Trifolium ligusticum, Ornithopus pinnatus, Hypochoeris glabra, Centaurium maritimum, Lagurus ovatus, Petrorhagia prolifera, Quercus frainetto, Rumex acetosa, Pteridium aquilinum, Delphinium halteratum, Trifolium resupinatum (+) **ril. 5** Aegilops geniculata, Chamaemelum mixtum (1), Euphorbia exigua, Vulpia ciliata, Sideritis romana, Trifolium lappaceum, Rostraria litorea, Phleum pratense, Convolvulus cantabrica, Filago vulgaris (+) **ril. 6** Teucrium chamaedrys, Osyris alba, Rubus ulmifolius, Plantago lanceolata, Daphne sericea (+) **ril. 7** Lonicera implexa, Juniperus phoenicea, Daphne gnidium, Rosmarinus officinalis, Dorycnium hirsutum, Cephalanthera longifolia, Teucrium flavum, Helichrysum italicum **ril. 8** Juncus depauperatus (**2**), Spartium junceum (1), Luzula forsteri, Lathyrus nissolia, Myosotis ramosissima, Cerastium glomeratum, Geranium robertianum ssp. purpureum, Hypochoeris radicata, Cytinus hypocistis, Cardamine hirsuta, Poa trivialis ssp. sylvicola, Melica uniflora, Carex distachya, Rubus hirtus, (+) Inula viscosa, Carex divulsa, Ranunculus lanuginosus Pinus pinea (pl) (r) **ril. 9** Hordeum bulbosum, Raphanus raphanistrum, Dactylis glomerata, Crepis neglecta, Tordylium apulum, Crepis vesicaria, Orobanche minor, Stellaria pallida, Convolvulus arvensis, Hordeum leporinum, Picris hieracioides, Rumex crispus, Rapistrum rugosum, Urospermum dalechampii, Bromus diandrus, Vulpia ligustica (+) Capsella rubella, Euphorbia helioscopia, Bellis perennis, Medicago arabica, Trifolium pratense, Geranium molle, Poa trivialis, Bromus hordeaceus, Dasypyrum villosum, Ranunculus bulbosus, Trifolium campestre (r).

Tab. 33: **ril. 1** Halimium halimifolium (+) **ril. 2** Dianthus sylvestris (r) **ril. 4** Scirpus holoschoenus, Medicago lupulina, Teucrium capitatum (+) **ril. 5** Scirpus holoschoenus, Medicago littoralis (+) **ril. 6** Lagurus ovatus, Ononis reclinata, Catapodium rigidum (+) **ril. 7** Hedera helix, Rhamnus alaternus (+) **ril. 9** Melilotus indicus, Ononis diffusa (+) **ril. 10** Melilotus indicus, Ononis diffusa (+) **ril. 11** Erica scoparia (1), Rubia peregrina, Osyris alba (+) **ril. 12** Rubia peregrina (+).

Tab. 36: **ril. 9** Fraxinus ornus, Euphorbia amygdaloides, Lonicera etrusca (+) **ril. 13** Stachys sylvatica (+) **ril. 14** Geranium rotundifolium, Allium triquetrum, Stellaria media (+) **ril. 15** Osyris alba, Daphne sericea, Blackstonia perfoliata. Geranium molle, Euphorbia peplis (+) **ril. 17** Quercus frainetto (1), Luzula forsteri (+) **ril. 18** Juncus depauperatus (+) **ril. 20** Stipa bromoides (2), Dasypyrum villosum (+) **ril. 22** Hypericum perforatum, Carex divisa, Oxalis dillenii, Rhagadiolus stellatus, Conyza albida (+) **ril. 23** Parietaria diffusa, Rubus hirtus (1), Stachys sylvatica, Geranium robertianum (+) **ril. 24** Cistus creticus ssp. eriocephalus (+) **ril. 25** Carex sylvatica, Cyclamen hederifolium (+) **ril. 26** Cistus creticus ssp. eriocephalus (+) **ril. 27** Cephalanthera longifolia (+) **ril. 28** Ulmus minor, Celtis australis (+) **ril. 29** Carex sylvatica (+) **ril. 32** Cistus creticus ssp. eriocephalus, Dorycnium hirsutum, Erica multiflora (1), Centaurium erythraea, Teucrium flavum, Linum strictum (+).

Tab. 37: **ril. 2** Hypochoeris radicata (+) **ril. 4** Evonymus europaeus (+) **ril. 5** Stellaria media, Carpinus orientalis, Asphodelus aestivus (+) **ril. 7** Cistus creticus ssp. eriocephalus, Satureja calamintha (1), Inula viscosa, Moehringia trinervia ssp. pentandra (+) **ril. 8** Quercus frainetto Pinus pinea (1), Juncus depauperatus, Holcus lanatus, Laurus nobilis(pl), Oenanthe pimpinelloides (r).

Tab. 38: **ril. 1** Quercus suber (1) **ril. 2** Aristolochia rotunda, Ranunculus muricatus, Ranunculus lanuginosus, Aetheorhiza bulbosa (+) Asperula laevigata, Hypericum australe (r) **ril. 3** Pulicaria odora (+) **ril. 4** Hypochoeris achyrophorus, Satureja calamintha (+), Hypochoeris glabra (r) **ril. 5** Lonicera etrusca, Euphorbia amygdaloides, Fraxinus ornus (+).

Tab. 39: **ril. 1** Dactylis glomerata ssp. glomerata (2), Phillyrea latifolia, Quercus ilex, Dasypyrum villosum, Asphodelus aestivus, Anthoxanthum odoratum, Carex flacca (1), Erica arborea, Cistus salvifolius, Cerastium ligusticum, Plantago lanceolata, Andryala integrifolia, Poa trivialis, Ranunculus bulbosus, Sherardia arvensis, Trifolium repens, Lathyrus nissolia (+) **ril. 2** Tamus communis, Ruscus aculeatus (+) **ril. 3** Brachypodium sylvaticum (1), Clematis vitalba, Quercus frainetto (pl.) (+) **ril. 4** Tamus communis, Stachys sylvatica (1), Cyclamen hederifolium, Lamium maculatum, Melica uniflora, Melissa officinalis ssp. altissima, Stellaria media, Viola reichenbachiana (+) **ril. 5** Clematis vitalba (1), Spartium junceum, Hedera helix, Rubia peregrina, Piptatherum miliaceum, Sisymbrium officinale (+).

Tab. 40: **ril. 1** Hypericum australe, Daphne gnidium (+) **ril. 2** Ranunculus ophioglossifolius, Pyrus amygdaliformis, Veronica serpyllifolia, Galium album (+) **ril. 3** Ranunculus ophioglossifolius, Oenanthe fistulosa, Juncus tenageja, Myosotis sicula, Ranunculus sardous, Aetheorrhiza bulbosa (+) **ril. 4** Holcus lanatus (+) **ril. 5** Stellaria pallida **ril. 7** Scirpus holoschoenus, Galium divaricatum (+) **ril. 8** Scirpus holoschoenus, Carex hallerana, Teucrium scordium, Briza minor (+) **ril. 9** Inula viscosa, Carex divisa, Quercus suber, Scirpus holoschoenus (+) **ril. 10** Inula viscosa, Euphorbia peplus, Alliaria petiolata, Conyza albida, Inula conyza (+) **ril. 11** Brachypodium rupestre (1), Moehringia trinervia ssp. pentandra, Festuca heterophylla, Pinus pinea, Hypericum perfoliatum, Juncus articulatus, Ranunculus ficaria (+) **ril. 12** Hypericum australe, Aetheorrhiza bulbosa (+) **ril. 14** Lamium purpureum (+) **ril. 15** Euphorbia peplus, Moehringia trinervia ssp. pentandra, Lamium purpureum, Mentha aquatica, Conyza bonariensis, Carex sylvatica (+) **ril. 16** Pinus pinea, Ruscus aculeatus (+).

Tab. 41: **ril. 1** Carex flacca, Phillyrea latifolia (pl), Ulmus minor (pl) (+) **ril. 2** Arum italicum (+) **ril. 3** Anthriscus sylvestris, Aetheorrhiza bulbosa, Aristolochia rotunda (+) Hedysarum coronarium (r) **ril. 4** Carpinus orientalis (pl) Anthriscus sylvestris, Aetheorrhiza bulbosa, Aristolochia rotunda (+) **ril. 5** Carex caryophyllea, Carex sylvatica (+) **ril. 6** Oenanthe pimpi-

nelloides, Galium aparine, Carex flacca (+) **ril. 8** Phillyrea latifolia (pl), Carpinus orientalis (pl) (+) **ril. 9** Pulicaria odora, Asperula laevigata (+) **ril. 10** Populus canescens, Dactylis glomerata, Ulmus minor (pl), Piptatherum miliaceum (+) **ril.** 11 Stellaria pallida (+) **ril. 12** Myrtus communis (pl), Acer campestre (pl), Piptatherum miliaceum, Arum italicum (+).

Tab. 42: **ril. 1** Lathyrus venetus (+) **ril. 2** Prunella vulgaris, Veronica cymbalaria (+) **ril. 3** Veronica hederifolia, Oenanthe pimpinelloides, Rosa sempervirens (pl) (+) **ril. 4** Asparagus acutifolius, Ulmus minor (pl), Rubus hirtus (pl), Agrimonia eupatoria, Daphne gnidium, Quercus cerris (+) **ril. 5** Carpinus betulus (pl), Cardamine hirsuta, Clematis flammula (+) **ril. 6** Pteridium aquilinum (+) **ril. 7** Allium triquetrum (1), Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa, Aristolochia rotunda, Geum urbanum (+) **ril. 8** Fraxinus ornus (pl), Convolvulus cantabrica, Anogramma leptophylla, Paliurus spina-christi (+) **ril. 9** Urtica membranacea, Osyris alba, Lamium maculatum, Sonchus asper, Arum italicum, Asplenium onopteris, Melissa officinalis ssp. altissima (+).

Autori delle foto: Tutte le fotografie sono state effettuate da Paolo Tescarollo tranne: foto 14 (G. Pignatti).

Autori dei disegni: Fig. 1.1, 3.1, 8.3, 8.16, 8.20, 8.24 Stefania Panzer.

ALLEGATI

Allegato 1

LA FLORA

Bianco P.M., Lucchese F., Tescarollo P.

Le entità censite ammontano a 970 specie, comprese in 455 generi e 106 famiglie. Rispetto all'elenco floristico di Anzalone, Lattanzi e Lucchese (1990) sono state escluse, in base a revisioni tassonomiche e nomenclaturiali desunte dal nuovo Prodromo della Flora Romana (Anzalone, 1994, 1996) *Papaver rhoeas ssp. strigosum* e *Centaurea aplolepa ssp. cosana*; sono state altresì aggiunte 27 specie non citate nel suddetto lavoro e di seguito elencate.

Specie nuove per Castelporziano
(rispetto ad Anzalone et. al. 1990)

1. ***Arisarum vulgare*** Targ. Tozz.
   Rinvenuti pochi esemplari a Capocotta, in un bosco a *Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa*, al margine meridionale della tenuta.
2. ***Brachypodium distachyon*** (L.) P. Beauv.
   Raccolto in località Camilletto di sotto e presso Piscina Colonna: in entrambi i casi si tratta di popolazioni poco rappresentate all'interno di vegetazione a nanoterofite ascrivibile al *Tuberarietum*.
3. ***Chrysopogon gryllus*** (L.) Trin.
   Lungo un sentiero a Spagnoletta di sopra, circa 500 m a destra dall'entrata di Malafede. È presente con una popolazione di pochi individui e si presume che si tratti di una introduzione recente.
4. ***Cymbalaria muralis*** Gaert., Mey et Sch.
   Abbastanza frequente sulle mura di abitazioni, fattorie e casali. Presente anche su ruderi nell'area archeologica di Tor Paterno.
5. ***Cyperus longus*** L. subsp. ***badius*** (Desf.) Murb.
   In località Le Colonnacce è presente con una popolazione evidente in una zona a falda superficiale insieme a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus*. Rinvenuto inoltre presso lo Stradone del telefono e in località Selciarella. Trovato un singolo individuo anche ad Ortaccio in un popolamento a *Carex otrubae*.
6. ***Cytinus hypocistis*** (L.) L. subsp. ***hypocistis***
   Localizzato in zona Sughereta e Spagnoletta è stato trovato lungo sentiero su substrati acidi sotto cespi di *Cistus salvifolius*.

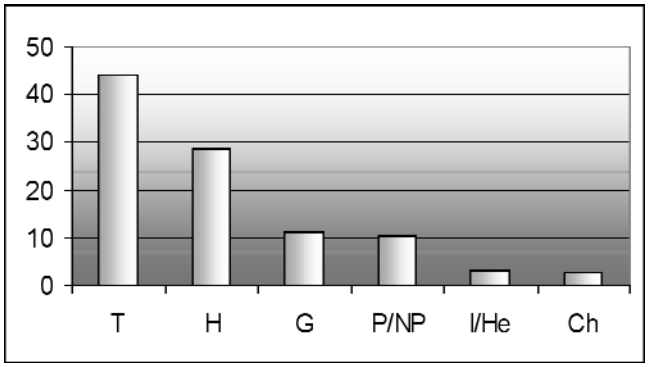
7. ***Eleusine indica*** (L.) Gaertner
   Rilevata in popolamento a scarsa copertura tra i sampietrini del borgo di Castelporziano.
8. ***Elodea canadensis*** Michx.
   Nelle piscine della Parcella 55 in buona copertura, nella piscina di Tor Paterno ed in un piccolo stagno d'acqua della Parcella 67 sporadica.
9. ***Erodium ciconium*** (L.) L' Her.
   In un prato a *Hordeum murinum* ssp. *leporinum* e *Lolium perenne* a bordo strada in località Bufolareccia.
10. ***Evax pygmaea*** (L.) Brot.
    Zona fangosa ai margini della Piscina Camilletto.
11. ***Festuca heterophylla*** Lam.
    Esemplari sporadici sono stati rinvenuti in boschi a *Quercus frainetto* e *Carpinus orientalis* presso Ponte Cerasolo e Valle dei Pontoni. Raccolto un campione in località Piscinale in bosco a *Quercus robur*.
12. ***Hirschfeldia incana*** (L.) Lagreze Fossat
    Rara e sporadica: trovata in singoli individui presso il Casale Contumaci in località Ponte Ruffo ed a bordo di un campo coltivato presso Santola.
13. ***Lemna gibba*** L.
    Segnalata in popolamenti estesi e ricoprenti la superficie acquatica a Piscina Carbonara e Cioccati, sporadica nei canali presso Ortaccio e Valle dell'Oro.
14. ***Lonicera etrusca*** Santi
    Presente sporadicamente nei boschi a *Quercus frainetto* di Tellinaro, Pignocco e Ponte Cerasolo. Rinvenuta anche in una lecceta presso Finocchiella.
15. ***Lythrum borysthenicum*** (Schrank) Litv.
    Estremamente localizzata a Piscina Camilletto, sporadici esemplari nella zona fangosa di margine.
16. ***Paronychia echinulata*** Chater
    Nella stessa località della precedente in popolamento limitato.
17. ***Persicaria mitis*** (Schrank) Asenov
    Estremamente localizzata. Trovati pochi esemplari in una depressione umida lungo la strada che collega la dispensa a Valle Renaro a circa trecento metri dal Borgo sulla destra.
18. ***Pinus halepensis*** Miller
    Abbastanza frequente lungo tutto il litorale e lungo le strade parallele alla costa.
19. ***Prunella vulgaris*** L.
    Sporadica in un *Lauro-Carpinetum* presso il Fosso di Spinaceto.
20. ***Rhamnus cathartica*** L.
    Raro e sporadico in un *Querco-Ulmetum* in località Scoponcino.
21. ***Rosa gallica*** L.
    Rinvenuta in margini boschivi, sempre a bassa copertura, in località Prato Rotondo, Valle dell'Oro e Bufolareccia.

22. ***Rubus hirtus*** Waldst. et Kit.
    Poco comune in tutta la tenuta, è stato trovato in sottobosco di formazioni a *Quercus frainetto* a Pantanella, Pizzuto, Figurella di sopra e Pignocco; presente in *Lauro-Carpinetum* a Grotta Romagnola e Valle dei Pontoni ed infine in un popolamento a *Pteridium aquilinum* a Capocotta.
23. ***Sedum stellatum*** L.
    Localizzato in estesi popolamenti pionieri su strada asfaltata in abbandono a Capocotta presso il confine meridionale della tenuta.
24. ***Serapias parviflora*** Parl.
    Un popolamento composto da numerosi individui è presente in località Scopone nei pressi della Strada delle riserve nuove tra cespi di *Asphodelus aestivus*. Trovata sporadica anche in un *caricetum chaetophyllae* nei dintorni di Piscina Chiara.
25. ***Spergularia rubra*** (L.) Presl.
    Trovata solo presso la Casa delle antilopi tra sampietrini in un *Bryo-Saginetum apetalae*.
26. ***Taraxacum palustre*** (Lyons) Simons
    È presente nella zone umide di recente creazione presso Ortaccio in popolamenti molto localizzati.
27. ***Veronica anagalloides*** Guss.
    Trovato un singolo individuo presso la piscina di Tor Paterno.

Elaborazioni floristiche

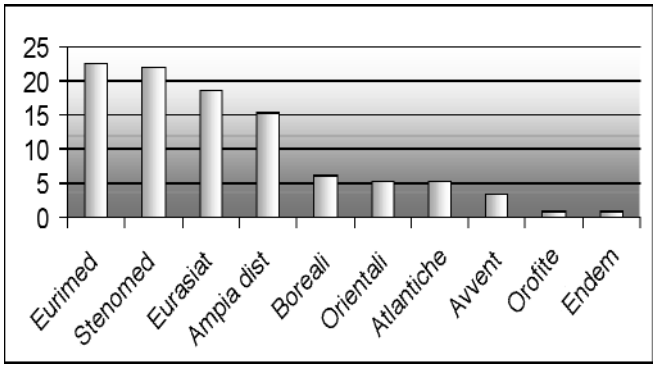
Lo spettro biologico mostra una netta dominanza delle Terofite (43.89%) che riflette il carattere mediterraneo della flora in questione. Discreta è anche la presenza delle Emicriptofite (28.67%) mentre si attestano intorno al 10% le Geofite ed il contingente delle Fanerofite e Nanofanerofite. Nonostante quest'ultimo dato sembrerebbe contrastare con l'elevata copertura forestale della tenuta, esso si giustifica nel fatto che le percentuali sono state ottenute senza ponderazione, calcolando esclusivamente il numero di entità specifiche rapportato alle 970 specie totali. Le ultime due forme biologiche hanno percentuali intorno al 3%: le Camefite qui rappresentano un piccolo gruppo legato alle garighe o alla macchia degradata, mentre Idrofite ed Elofite sono ristrette agli ambienti umidi di «piscina».

T	428	44,12%
H	279	28,67%
G	106	10,93%
P/NP	101	10,41%
I/He	30	3,09%
Ch	26	2,68%



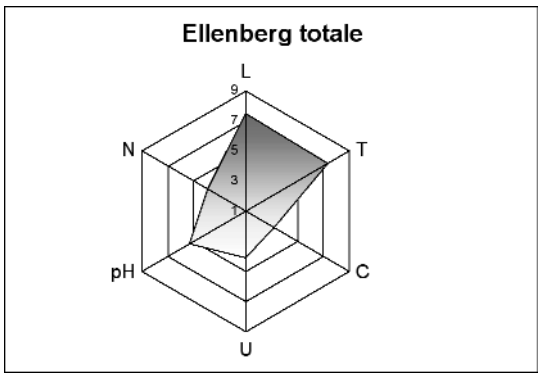
La lettura dello spettro corologico sottolinea anche in questo caso una evidente mediterraneità della flora analizzata che raggiunge quasi il 45% nel complesso Euri-Stenomediterranee. Di contro ha un buon peso anche il contingente delle Eurasiatiche che si attesta poco sotto il 19 percento, riflettendo la presenza di ampie estensioni di foreste planiziali mesofile. Tale dato è ulteriormente confermato dal 6% del geoelemento Boreale che, considerando la litoraneità di Castelporziano, risulta piuttosto elevato. Le specie Atlantiche sensu strictu mostrano una percentuale di 5,18%, ma estrapolando alcune sottocategorie a baricentro occidentale riferite ad altri corotipi (W-Medit, Medit Macar., W-Eurimed, ecc.) esse raggiungono un valore percentuale di circa 12, che meglio rappresenta la caratterizzazione suboceanica del bioclima di Castelporziano già notata da Nimis (1984) per la flora lichenica. Con significato opposto il 5% delle «Orientali» (genericamente comprendente Mediterranee-Turaniche e Pontiche) testimonia comunque anche la presenza di ambienti aridi e steppici. Il gruppo di specie ad ampia distribuzione e le avventizie superano nel complesso il 18%: tale valore si spiega con il fatto che Castelporziano offre molti ambienti secondari ed antropizzati (strade, campi coltivati, case, ecc.) che possono essere occupati da specie ruderali ad ampia valenza ecologica; in secondo luogo influisce in tal senso la vicinanza di una grande metropoli come Roma. Infine Orofite ed Endemiche costituiscono i corotipi meno rappresentati nella flora della tenuta: la scarsità di endemismi è comunque coerente con un'area litoranea a substrato sabbioso dove l'isolamento geografico è altamente limitato.

Eurimediterranee	218	22,57%
Stenomediterranee	212	21,95%
Eurasiatiche	181	18,74%
Subcosmopolite	86	8,9%
Boreali	60	6,21%
Atlantiche	50	5,18%
Cosmopolite	40	4,14%
Avventizie/Naturalizzate	33	3,42%
Mediterranee-Turaniche	32	3,31%
Tropicali	21	2,17%
Pontiche	19	1,97%
Orofite	7	0,72%
Endemiche	7	0,72%



Per completezza di indagine è stato analizzato l'ecogramma relativo alle 970 specie della flora di Castelporziano. Si deve però notare che l'applicazione degli indici di Ellenberg ad un set floristico di un'area non omogenea nelle componenti considerate può portare ad interpretazioni erronee in quanto si appiattisce ad un valore medio una condizione ecologica ben distinta spazialmente nella realtà. Pertanto si rimanda agli ecogrammi delle singole associazioni (entità ecologicamente omogenee) per un'analisi specifica. I dati che possono essere considerati significativi per l'analisi globale sono il basso valore dell'indice C (condizione di suboceanicità), il basso valore dell'indice di Nitrofilia (buona naturalità) ed il valore medio-alto dell'indice di temperatura (mediterraneità).

L	7,53
T	7,37
C	3,14
U	4,11
pH	5,37
N	3,92



Elenco floristico

PTERIDOPHYTA

ISOETACEAE

1. ISOETES VELATA A. BRAUN subsp. VELATA
2. ISOETES HISTRIX BORY

EQUISETACEAE

3. EQUISETUM RAMOSISSIMUM DESF.
4. EQUISETUM TELMATEJA EHRH.
(*Equisetum maximum* Auct.)

OPHIOGLOSSACEAE

5. OPHIOGLOSSUM LUSITANICUM L.

POLYPODIACEAE

6 POLYPODIUM CAMBRICUM L. subsp. SERRULATUM (SCH. ex ARCANG.) PIC. SER.
(*Polypodium australe* Fee)

ADIANTACEAE

7. ADIANTUM CAPILLUS-VENERIS L.

GYMNOGRAMMACEAE

8. ANOGRAMMA LEPTOPHYLLA (L.) LINK
(*Gymnogramma leptophylla* (L.) Desv.)

HYPOLEPIDACEAE

9. PTERIDIUM AQUILINUM (L.) KUHN subsp. AQUILINUM

ASPLENIACEAE

10. ASPLENIUM ONOPTERIS L.
11. ASPLENIUM TRICHOMANES L. subsp. QUADRIVALENS D.E. MEYER

ASPIDIACEAE

12. POLYSTICHUM SETIFERUM (FORSSK.) T. MOORE ex WOYNAR

GYMNOSPERMAE

PINACEAE

13. PINUS HALEPENSIS MILLER
14. PINUS PINASTER AITON
15. PINUS PINEA L.

CUPRESSACEAE

16. JUNIPERUS COMMUNIS L. subsp. COMMUNIS
17. JUNIPERUS OXYCEDRUS L. subsp. MACROCARPA (SM.) BALL
18. JUNIPERUS PHOENICEA L.

ANGIOSPERAMAE

DICOTYLEDONES

SALICACEAE

19. SALIX ALBA L. subsp. ALBA
20. SALIX TRIANDRA L. subsp. DISCOLOR (KOCH) ARCANG.
21. SALIX CINEREA L.
22. POPULUS ALBA L.
23. POPULUS CANESCENS (AITON) SM.
24. POPULUS TREMULA L.
25. POPULUS NIGRA L.
26. POPULUS x CANADENSIS MOENCH

JUGLANDACEAE

27. JUGLANS REGIA L.

BETULACEAE

28. ALNUS GLUTINOSA (L.) GAERTN.

CORYLACEAE

29. CARPINUS BETULUS L.
30. CARPINUS ORIENTALIS MILL.
31. CORYLUS AVELLANA L.

FAGACEAE

32. QUERCUS ILEX L.
33. QUERCUS SUBER L.
34. QUERCUS CERRIS L.
35. QUERCUS CRENATA LAM.
    (*Quercus pseudosuber* Santi)
36. QUERCUS ROBUR L. subsp. ROBUR
    (*Quercus pedunculata* Ehrh.)
37. QUERCUS PUBESCENS WILLD. subsp. PUBESCENS
    (*Quercus lanuginosa* Thuill.)
38. QUERCUS FRAINETTO TEN.
    (*Quercus farnetto* Ten.)

ULMACEAE

39. ULMUS MINOR MILL.
    (*Ulmus campestris* Auct., non L.)
40. ULMUS LAEVIS PALLAS
41. ULMUS CANESCENS MELVILLE
42. CELTIS AUSTRALIS L.

MORACEAE

43. FICUS CARICA L.

CANNABACEAE

44. HUMULUS LUPULUS L.

URTICACEAE

45. URTICA DIOICA L.
46. URTICA MEMBRANACEA POIR.
(*Urtica caudata* Vahl)
47. PARIETARIA JUDAICA L.
(*Parietaria diffusa* Mert. & Koch)

SANTALACEAE

48. OSYRIS ALBA L.

ARISTOLOCHIACEAE

49. ARISTOLOCHIA ROTUNDA L.

RAFFLESIACEAE

50. CYTINUS HYPOCISTIS (L.) L. subsp. HYPOCISTIS

POLYGONACEAE

51. POLYGONUM ROMANUM JACQ. subsp. ROMANUM
52. POLYGONUM AVICULARE L.
53. POLYGONUM RURIVAGUM BOREAU
54. POLYGONUM ARENASTRUM BOREAU
55. PERSICARIA HYDROPIPER (L.) SPACH
(*Polygonum hydropiper* L.)
56. PERSICARIA LAPATHIFOLIA (L.) S.F. GRAY
(*Polygonum lapathifolium* L.)
57. PERSICARIA MACULOSA S.F. GRAY
(*Polygonum persicaria* L.)
58. PERSICARIA MITIS (SCHRANK) ASENOV
(*Polygonum mite* Schrank)
59. FALLOPIA CONVOLVULUS (L.) A. LOVE
(*Polygonum convolvulus* L.)
60. FALLOPIA DUMETORUM (L.) J. HOLUB
(*Polygonum dumetorum* L.)
61. RUMEX ACETOSELLA L. subsp. ANGIOCARPUS (MURB.) MURB.
(*Rumex angiocarpus* Murb.)
62. RUMEX ACETOSA L.
63. RUMEX CRISPUS L.
64. RUMEX CONGLOMERATUS MURRAY
65. RUMEX SANGUINEUS L.
66. RUMEX PULCHER L. subsp. PULCHER
67. RUMEX OBTUSIFOLIUS L. subsp. OBTUSIFOLIUS
68. RUMEX BUCEPHALOPHORUS L. subsp. BUCEPHALOPHORUS

CHENOPODIACEAE

69. POLYCNEMUM ARVENSE L.
70. BETA VULGARIS L. subsp. VULGARIS
71. CHENOPODIUM AMBROSIOIDES L.
72. CHENOPODIUM POLYSPERMUM L.
73. CHENOPODIUM VULVARIA L.

74. CHENOPODIUM URBICUM L.
75. CHENOPODIUM MURALE L.
76. CHENOPODIUM ALBUM L.
77. ATRIPLEX PATULA L.
78. ATRIPLEX PATULA L. var. ANGUSTIFOLIA (SM.) LANGE
79. ATRIPLEX PROSTRATA DC. in LAM. & DC. subsp. LATIFOLIA (WAHLENB.) RAUSCHERT
80. SALSOLA KALI L. subsp. KALI

AMARANTHACEAE

81. AMARANTHUS HYBRIDUS L.
(*Amaranthus chlorostachys* Willd.)
82. AMARANTHUS RETROFLEXUS L.
83. AMARANTHUS BLITOIDES S. WATSON
84. AMARANTHUS ALBUS L.
85. AMARANTHUS GRAECIZANS L.
(*Amaranthus sylvestris* Vill.)
86. AMARANTHUS DEFLEXUS L.
87. AMARANTHUS VIRIDIS L.
(*Amaranthus gracilis* Desf.)

PHYTOLACCACEAE

88. PHYTOLACCA AMERICANA L.
(*Phytolacca decandra* L.)

AIZOACEAE

89. CARPOBROTUS ACINACIFORMIS (L.) L. BOLUS
(*Mesembryanthemum acinaciforme* L.)

PORTULACACEAE

90. PORTULACA OLERACEA L. subsp. OLERACEA
91. MONTIA MINOR C.C. GMELIN
(*Montia fontana* L. subsp. *chondrosperma* (Fenzl) Walters)

CARYOPHYLLACEAE

92. ARENARIA LEPTOCLADOS (RCHB.) GUSS.
93. MOEHRINGIA TRINERVIA (L.) CLAIRV. subsp. TRINERVIA
94. MOEHRINGIA TRINERVIA (L.) CLAIRV. subsp. PENTANDRA (GAY) NYMAN
95. MINUARTIA HYBRIDA (VILL.) SISKIN
(*Alsine tenuifolia* (L.) Hiern.)
96. STELLARIA MEDIA (L.) VILL. subsp. MEDIA
97. STELLARIA NEGLECTA WEIHE
98. STELLARIA PALLIDA (DUMORT.) PIRE'
99. STELLARIA AQUATICA (L.) SCOP.
(*Myosoton aquaticum* (L.) Moench)
100. CERASTIUM BRACHYPETALUM PERS. subsp. ROESERI (BOISS. & HELDR.) NYMAN
(*Cerastium luridum* (Boiss.) Lousing)
101. CERASTIUM BRACHYPETALUM PERS. subsp. TENOREANUM (SER.) SOO'
(*Cerastium tenoreanum* Ser.)

102. CERASTIUM GLOMERATUM THUILL.
103. CERASTIUM LIGUSTICUM VIV.
104. CERASTIUM SEMIDECANDRUM L.
105. MOENCHIA ERECTA (L.) P. GAERTN., B. MEY. & SCHERB. subsp. ERECTA
106. MOENCHIA MANTICA (L.) BARTL. subsp. MANTICA
(*Cerastium mantica* L.)
107. SAGINA SUBULATA (SWARTZ) C. PRESL
108. SAGINA APETALA ARD. subsp. APETALA
109. SAGINA MARITIMA G. DON
110. CORRIGIOLA LITORALIS L. subsp. LITORALIS
111. PARONYCHIA ECHINULATA CHATER
112. HERNIARIA HIRSUTA L.
113. ILLECEBRUM VERTICILLATUM L.
114. POLYCARPON TETRAPHYLLUM L. subsp. TETRAPHYLLUM
115. POLYCARPON TETRAPHYLLUM L. subsp. DIPHYLLUM (CAV.) O. BOLOS & FONT QUER
116. SPERGULA ARVENSIS L.
117. SPERGULARIA RUBRA (L.) PRESL
118. SILENE CORONARIA (L.) CLAIRV.
(*Lychnis coronaria* (L.) Desr.)
119. SILENE FLOS-CUCULI (L.) GREUTER & BURDET
(*Lychnis flos-cuculi* L.)
120. SILENE NEMORALIS WALDST. & KIT.
(*Silene italica* (L.) Pers. subsp. *nemoralis* (Waldst. & Kit.) Nyman)
121. SILENE VIRIDIFLORA L.
122. SILENE VULGARIS (MOENCH) GARCKE subsp. ANGUSTIFOLIA (MILL.) HAYEK
123. SILENE LATIFOLIA POIR. subsp. ALBA (MILLER) GREUTER & BURDET
(*Silene alba* (Miller) E. H. L. Krause)
124. SILENE LAETA (AITON) GODRON
(*Lychnis laeta* Aiton)
125. SILENE NOCTURNA L.
126. SILENE GALLICA L.
127. SILENE COLORATA POIR. subsp. CANESCENS (TEN.) ANZALONE, LATTANZI & LUCCHESE
128. SILENE BELLIDIFOLIA JACQ.
(*Silene vespertina* Retz.)
129. SAPONARIA OFFICINALIS L.
130. PETRORHAGIA PROLIFERA (L.) P.W. BALL & HEYWOOD
(*Tunica prolifera* Scop. subsp. *prolifera*)
131. PETRORHAGIA NANTEULII (BURNAT) P.W. BALL & HEYWOOD
(*Tunica prolifera* Scop.subsp. *nanteulii*. Asch. & Graebn.)
132. PETRORHAGIA VELUTINA (GUSS.) P.W. BALL & HEYWOOD
(*Tunica velutina* Fischer & C. A. Meyer)
133. DIANTHUS CARTHUSIANORUM L. subsp. TENOREI (LACAITA) PIGNATTI
134. DIANTHUS ARMERIA L. subsp. ARMERIA
135. DIANTHUS SYLVESTRIS WULFEN

CERATOPHYLLACEAE

136. CERATOPHYLLUM SUBMERSUM L.

RANUNCOLACEAE

137. NIGELLA DAMASCENA L.
138. DELPHINIUM HALTERATUM SM.
139. ANEMONE APENNINA L.
140. ANEMONE HORTENSIS L.
141. CLEMATIS FLAMMULA L.
142. CLEMATIS VITALBA L.
143. ADONIS ANNUA L. subsp. CUPANIANA (GUSS.) STEINBERG
144. RANUNCULUS VELUTINUS TEN.
145. RANUNCULUS REPENS L.
146. RANUNCULUS BULBOSUS L. subsp. ALEAE (WILLK.) ROUY & FOUC.
(*Ranunculus adscendens* Brot., *Ranunculus neapolitanus* Ten.)
147. RANUNCULUS SARDOUS CRANTZ
148. RANUNCULUS MURICATUS L.
149. RANUNCULUS PALUDOSUS POIR.
(*Ranunculus flabellatus* Desf.)
150. RANUNCULUS FICARIA L. subsp. FICARIIFORMIS ROUY & FOUC.
151. RANUNCULUS SCELERATUS L.
152. RANUNCULUS OPHIOGLOSSIFOLIUS VILL.
153. RANUNCULUS PELTATUS SCHRANK subsp. PELTATUS
154. RANUNCULUS AQUATILIS L.
155. RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS CHAIX subsp. TRICHOPHYLLUS
156. THALICTRUM LUCIDUM L.
(*Thalictrum angustifolium* Jacq., non L.)

GUTTIFERAE

157. HYPERICUM PERFOLIATUM L.
158. HYPERICUM AUSTRALE TEN.
159. HYPERICUM QUADRANGULUM L.
(*Hypericum tetrapterum* Fries)
160. HYPERICUM PERFORATUM L. subsp. PERFORATUM

LAURACEAE

161. LAURUS NOBILIS L.

PAPAVERACEAE

162. PAPAVER RHOEAS L.
163. PAPAVER DUBIUM L. subsp. DUBIUM
164. PAPAVER HYBRIDUM L.
165. CHELIDONIUM MAJUS L.
166. FUMARIA CAPREOLATA L.
167. FUMARIA BICOLOR SOMMIER ex NICOTRA
168. FUMARIA BASTARDII BOREAU
169. FUMARIA OFFICINALIS L. subsp. OFFICINALIS

CRUCIFERAE

170. SISYMBRIUM OFFICINALE (L.) SCOP.
171. ALLIARIA PETIOLATA (M. BIEB.) CAVARA & GRANDE
(*Alliaria officinalis* Andrz.)
172. ARABIDOPSIS THALIANA (L.) HEYNH.
(*Arabis thaliana* L.)
173. BUNIAS ERUCAGO L.
174. MALCOMIA RAMOSISSIMA (DESF.) THELL.
175. MALCOMIA NANA (DC.) BOISS.
(*Maresia nana* (Dc.) Batt.)
176. BARBAREA VULGARIS R. BR.
177. BARBAREA VERNA (MILL.) ASCHERSON
178. RORIPPA SYLVESTRIS (L.) BESSER
(*Nasturtium sylvestris* R. Br.)
179. ARMORACIA RUSTICANA P. GAERTN., B. MEY. & SCHERB.
(*Nasturtium armoracia* Crantz)
180. NASTURTIUM OFFICINALE R. BR.
181. CARDAMINE PARVIFLORA L.
182. CARDAMINE HIRSUTA L.
183. ARABIS SAGITTATA (BERTOL.) DC.
184. ARABIS COLLINA TEN.
(*Arabis muralis* Bert.)
185. ARABIS VERNA (L.) R. BR.
186. BERTEROA OBLIQUA (SM.) DC.
(*Alyssum mutabile* Vent. var. *obliquum* Fiori)
187. LOBULARIA MARITIMA (L.) DESV.
(*Alyssum maritima* (L.) Lam.)
188. DRABA MURALIS L.
189. EROPHILA VERNA (L.) CHEVALL. subsp. VERNA
(*Draba verna* L.)
190. CAPSELLA RUBELLA REUT.
191. HORNUNGIA PETRAEA (L.) RCHB.
(*Hutchinsia petraea* R.Br.)
192. TEESDALIA CORONOPIFOLIA (J.P.BERGERET) THELL.
193. THLASPI PERFOLIATUM L. subsp. PERFOLIATUM
194. LEPIDIUM GRAMINIFOLIUM L.
195. DIPLOTAXIS ERUCOIDES (L.) DC.
196. DIPLOTAXIS TENUIFOLIA (L.) DC.
197. BRASSICA NAPUS L.
198. CAKILE MARITIMA SCOP. subsp. MARITIMA
199. RAPISTRUM RUGOSUM (L.) ALL. subsp. RUGOSUM
200. CALEPINA IRREGULARIS (ASSO) THELL.
201. RAPHANUS RAPHANISTRUM L. subsp. RAPHANISTRUM
202. RAPHANUS RAPHANISTRUM L. subsp. LANDRA (DC.) BONNIER & LAYENS

RESEDACEAE

203. RESEDA LUTEOLA L.
204. RESEDA PHYTEUMA L. subsp. PHYTEUMA

CRASSULACEAE

205. CRASSULA TILLAEA LESTER GARLAND
(*Tillaea muscosa* L.)
206. UMBILICUS RUPESTRIS (SALISB.) DANDY
(*Cotyledon umbilicus-veneris* Auct. Fl. Ital.)
207. SEDUM CEPAEA L.
208. SEDUM STELLATUM L.

SAXIFRAGACEAE

209. SAXIFRAGA TRIDACTYLITES L.

ROSACEAE

210. RUBUS ULMIFOLIUS SCHOTT
211. RUBUS CAESIUS L.
212. RUBUS HIRTUS WALDST. et KIT.
(*Rubus glandulosus* Auct. Fl. It.)
213. ROSA AGRESTIS SAVI
214. ROSA GALLICA L.
215. ROSA SEMPERVIRENS L.
216. AGRIMONIA EUPATORIA L. subsp. EUPATORIA
217. SANGUISORBA MINOR SCOP. subsp. MURICATA BRIQ.
(*Poterium polygamum* Waldst. & Kit.)
218. GEUM URBANUM L.
219. POTENTILLA HIRTA L.
220. POTENTILLA REPTANS L.
221. APHANES ARVENSIS L.
(*Alchemilla arvensis* Scop.)
222. APHANES MICROCARPA (BOISS. & REUT.) ROTHM.
(*Alchemilla microcarpa* Boiss. & Reuter)
223. PYRUS PYRASTER BURGSD.
(*Pyrus communis* L. var. *achras* Wallr.)
224. PYRUS AMYGDALIFORMIS VILL.
225. PYRUS COMMUNIS L.
226. MALUS SYLVESTRIS MILL.
(*Pyrus malus* var. *sylvestris* Auct.)
227. SORBUS DOMESTICA L.
(*Pyrus domestica* Ehrh.)
228. PYRACANTHA COCCINEA M.Y. ROEM.
(*Cotoneaster pyracantha* (L.) Spach)
229. MESPILUS GERMANICA L.
230. CRATAEGUS MONOGYNA JACQ. subsp. MONOGYNA
231. PRUNUS SPINOSA L.

LEGUMINOSAE

232. CYTISUS VILLOSUS POURR.
(*Cytisus triflorus* L'Hér.)
233. CYTISUS SCOPARIUS (L.) LINK subsp. SCOPARIUS
234. GENISTA MONSPESSULANA (L.) L. JOHNSON
(*Teline monspessulana* (L.) C.Koch, *Cytisus monspessulanus* L.)

235. GENISTA TINCTORIA L. subsp. TINCTORIA
236. SPARTIUM JUNCEUM L.
237. ULEX EUROPAEUS L. subsp. EUROPAEUS
238. LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L. subsp. ANGUSTIFOLIUS
239. LUPINUS MICRANTHUS GUSS.
240. LUPINUS ALBUS L.
(incl. *Lupinus termis* Forsskal)
241. LUPINUS GRAECUS BOISS. & SPRUNER
(*Lupinus albus* L. subsp. *graecus* (Boiss. & Spruner) Franco & Pinto Da Silva)
242. ROBINIA PSEUDOACACIA L.
243. GALEGA OFFICINALIS L.
244. COLUTEA ARBORESCENS L.
245. ASTRAGALUS BOETICUS L.
246. ASTRAGALUS HAMOSUS L.
247. ASTRAGALUS GLYCYPHYLLOS L.
248. ASTRAGALUS PELECINUS (L.) BARNEBY
(*Biserrula pelecinus* L.)
249. VICIA VILLOSA ROTH subsp. VARIA (HOST) CORB.
(*Vicia dasycarpa* Ten.)
250. VICIA VILLOSA ROTH subsp. AMBIGUA (GUSS.) KERGUELEN
(*Vicia pseudocracca* Bertol.)
251. VICIA BENGHALENSIS L.
(*Vicia atropurpurea* Desf.)
252. VICIA HIRSUTA (L.) S.F. GRAY
253. VICIA DISPERMA DC.
254. VICIA LOISELEURII (M. BIEB.) LITW.
(*Vicia terronii* (Ten.) H. Lindb., *Vicia meyeri* Boiss.)
255. VICIA PARVIFLORA CAV.
(*Vicia tenuissima* (M. Bieb.) Schinz & Thell.)
256. VICIA PUBESCENS (DC.) LINK
257. VICIA GRANDIFLORA SCOP.
258. VICIA SATIVA L. subsp. NIGRA (L.) EHRH.
(*Vicia segetalis* Thuill., *Vicia angustifolia* L.)
259. VICIA LATHYROIDES L.
260. VICIA MELANOPS SM.
261. VICIA LUTEA L.
(incl. *Vicia lutea* subsp. *vestita* (Boiss.) Rouy)
262. VICIA HYBRIDA L.
(*Vicia spuria* Rafin.)
263. VICIA BITHYNICA (L.) L.
264. VICIA NARBONENSIS L.
265. LENS ERVOIDES (BRIGN.) GRANDE
(*Vicia ervoides* (Brign.) Fiori)
266. LATHYRUS VENETUS (MILL.) WOHLF.
267. LATHYRUS PRATENSIS L.
268. LATHYRUS SYLVESTRIS L.
269. LATHYRUS SPHAERICUS RETZ.

270. LATHYRUS SETIFOLIUS L.
271. LATHYRUS CICERA L.
272. LATHYRUS SATIVUS L.
273. LATHYRUS ANNUUS L.
274. LATHYRUS HIRSUTUS L.
275. LATHYRUS CLYMENUM L.
(*Lathyrus articulatus* L.)
276. LATHYRUS OCHRUS (L.) DC.
277. LATHYRUS NISSOLIA L.
278. LATHYRUS APHACA L.
279. PISUM SATIVUM L. subsp. ELATIUS (M. BIEB.) ASCH. & GRAEBN.
280. ONONIS RECLINATA L.
(*Ononis mollis* Savi)
281. ONONIS SPINOSA L. subsp. ANTIQUORUM (L.) ARCANG.
282. ONONIS VARIEGATA L.
283. ONONIS DIFFUSA TEN.
(*Ononis serrata* Forsskal subsp. *diffusa* (Ten.) Rouy)
284. MELILOTUS ALBUS MEDICUS
285. MELILOTUS NEAPOLITANUS TEN.
286. MELILOTUS INDICUS (L.) ALL.
287. TRIGONELLA GLADIATA M. BIEB.
288. MEDICAGO LUPULINA L.
289. MEDICAGO SATIVA L.
290. MEDICAGO MARINA L.
291. MEDICAGO ORBICULARIS (L.) BARTAL.
292. MEDICAGO RIGIDULA (L.) ALL.
293. MEDICAGO ITALICA (MILL.) FIORI subsp. ITALICA
294. MEDICAGO TRUNCATULA GAERTN.
295. MEDICAGO LITTORALIS LOISEL.
296. MEDICAGO ARABICA (L.) HUDSON
297. MEDICAGO POLYMORPHA L.
(*Medicago hispida* P. Gaertn.)
298. MEDICAGO MINIMA (L.) L.
299. TRIFOLIUM STRICTUM L.
(*Trifolium laevigatum* Poir.)
300. TRIFOLIUM REPENS L. subsp. REPENS
301. TRIFOLIUM NIGRESCENS VIV. subsp. NIGRESCENS
302. TRIFOLIUM MICHELIANUM SAVI
303. TRIFOLIUM GLOMERATUM L.
304. TRIFOLIUM SUFFOCATUM L.
305. TRIFOLIUM VESICULOSUM SAVI
306. TRIFOLIUM FRAGIFERUM L.
(*Trifolium bonanni* C.Presl)
307. TRIFOLIUM RESUPINATUM L.
308. TRIFOLIUM TOMENTOSUM L.

309. TRIFOLIUM CAMPESTRE SCHREB.
(*Trifolium procumbens* L.)
310. TRIFOLIUM SEBASTIANII SAVI
311. TRIFOLIUM DUBIUM SIBTH.
(*Trifolium filiforme* L. subsp. *dubium*)
312. TRIFOLIUM FILIFORME L.
(*Trifolium micranthum* Viv.)
313. TRIFOLIUM STRIATUM L. subsp. STRIATUM
314. TRIFOLIUM ARVENSE L.
315. TRIFOLIUM LIGUSTICUM LOISEL.
316. TRIFOLIUM SCABRUM L.
317. TRIFOLIUM STELLATUM L.
318. TRIFOLIUM INCARNATUM L. subsp. INCARNATUM
319. TRIFOLIUM INCARNATUM L. subsp. MOLINERII (HORMEN.) SYME
320. TRIFOLIUM PRATENSE L. subsp. PRATENSE
321. TRIFOLIUM PALLIDUM WALDST. & KIT.
322. TRIFOLIUM LAPPACEUM L.
323. TRIFOLIUM CHERLERI L.
324. TRIFOLIUM ANGUSTIFOLIUM L.
325. TRIFOLIUM ECHINATUM M. BIEB.
326. TRIFOLIUM SQUAMOSUM L.
(*Trifolium maritimum* Hudson)
327. TRIFOLIUM SQUARROSUM L.
328. TRIFOLIUM SUBTERRANEUM L.
329. DORYCNIUM HIRSUTUM (L.) SER.
330. DORYCNIUM RECTUM (L.) SER.
331. DORYCNIUM PENTAPHYLLUM SCOP. subsp. PENTAPHYLLUM
(*Dorycnium pentaphyllum* Scop. subsp. *suffruticosum* Bonnier & Layens)
332. LOTUS GLABER MILL.
(*Lotus tenuis* Willd.)
333. LOTUS CORNICULATUS L.
334. LOTUS PEDUNCULATUS CAV.
(*Lotus uliginosus* Schkuhr)
335. LOTUS PRESLII TEN.
(*Lotus decumbens* Auct., non Poir.)
336. LOTUS HISPIDUS DC.
(*Lotus subbiflorus* Lag.)
337. LOTUS ANGUSTISSIMUS L.
338. LOTUS CONIMBRICENSIS BROT.
339. LOTUS CYTISOIDES L.
340. LOTUS ORNITHOPODIOIDES L.
341. LOTUS TETRAGONOLOBUS L.
(*Tetragonolobus purpureus* Moench)
342. HYMENOCARPUS CIRCINNATUS (L.) SAVI
343. SECURIGERA SECURIDACA (L.) DEGEN & DOERFL.
344. ORNITHOPUS COMPRESSUS L.
345. ORNITHOPUS PINNATUS (MILL.) DRUCE

346. HIPPOCREPIS EMERUS (L.) LASSEN subsp. EMERUS
(*Coronilla emerus* L. subsp. *emerus*)
347. CORONILLA JUNCEA L.
348. CORONILLA SCORPIOIDES (L.) KOCH
349. SCORPIURUS MURICATUS L.
(*Scorpiurus subvillosus* L.)
350. HEDYSARUM CORONARIUM L.
351. ONOBRYCHIS VICIIFOLIA SCOP.
(*Onobrychis sativa* Lam.)

OXALIDACEAE

352. OXALIS CORNICULATA L.
353. OXALIS DILLENII JACQ.
(*Oxalis stricta* L.)
354. OXALIS PES-CAPRAE L.
(*Oxalis cernua* Thunb.)

GERANIACEAE

355. GERANIUM MOLLE L. subsp. MOLLE
356. GERANIUM COLUMBINUM L.
357. GERANIUM DISSECTUM L.
358. GERANIUM ROBERTIANUM L. subsp. PURPUREUM (VILL.) NYMAN
359. ERODIUM CICONIUM (L.) L' HER.
360. ERODIUM LACINIATUM (CAV.) WILLD. subsp. LACINIATUM
361. ERODIUM MALACOIDES (L.) L' HER.
362. ERODIUM BOTRYS (CAV.) BERTOL.
363. ERODIUM MOSCHATUM (L.) L' HER.
364. ERODIUM CICUTARIUM (L.) L' HER.
365. ERODIUM ACAULE (L.) BECHERER & THELL.
(*Erodium romanum* (Burm. Fil.) L'Hér.)

ZYGOPHYLLACEAE

366. TRIBULUS TERRESTRIS L.

LINACEAE

367. LINUM BIENNE MILL.
(*Linum angustifolium* Hudson)
368. LINUM MARITIMUM L.
369. LINUM TRIGYNUM L.
(*Linum gallicum* L.)
370. LINUM STRICTUM L. subsp. STRICTUM
371. LINUM CORYMBULOSUM RCHB.
372. RADIOLA LINOIDES ROTH

EUPHORBIACEAE

373. CHROZOPHORA TINCTORIA (L.) A. JUSS.
374. MERCURIALIS ANNUA L.
375. MERCURIALIS PERENNIS L.
376. EUPHORBIA PEPLIS L.

377. EUPHORBIA HUMIFUSA WILLD.
378. EUPHORBIA MACULATA L.
379. EUPHORBIA PROSTRATA AITON
380. EUPHORBIA CORALLIOIDES L.
381. EUPHORBIA PLATYPHYLLOS L.
382. EUPHORBIA HIRSUTA L.
(*Euphorbia pubescens* Vahl)
383. EUPHORBIA CUNEIFOLIA GUSS.
384. EUPHORBIA HELIOSCOPIA L.
385. EUPHORBIA EXIGUA L.
386. EUPHORBIA FALCATA L. subsp. FALCATA
387. EUPHORBIA PEPLUS L.
(*Euphorbia peploides* Gouan)
388. EUPHORBIA PARALIAS L.
389. EUPHORBIA TERRACINA L.
390. EUPHORBIA AMYGDALOIDES L. subsp. AMYGDALOIDES

SIMAROUBACEAE

391. AILANTHUS ALTISSIMA (MILL.) SWINGLE
(*Ailanthus glandulosa* Desf.)

POLYGALACEAE

392. POLYGALA MONSPELIACA L.

ANACARDIACEAE

393. PISTACIA LENTISCUS L.

ACERACEAE

394. ACER CAMPESTRE L.

CELASTRACEAE

395. EVONYMUS EUROPAEUS L.
(*Euonymus europaeus* L.)

RHAMNACEAE

396. PALIURUS SPINA-CHRISTI MILL.
397. RHAMNUS ALATERNUS L.
398. RHAMNUS CATHARTICA L.
399. FRANGULA ALNUS MILL. subsp. ALNUS
(*Rhamnus frangula* L.)

VITACEAE

400. VITIS VINIFERA L.

MALVACEAE

401. MALVA SYLVESTRIS L.
402. LAVATERA CRETICA L.
403. LAVATERA PUNCTATA ALL.
404. ALTHAEA CANNABINA L.
405. ALTHAEA OFFICINALIS L.

THYMELEACEAE

406. DAPHNE GNIDIUM L.
407. DAPHNE SERICEA VAHL
(*Daphne collina* Sm., *Daphne oleaefolia* Lam.)
408. THYMELAEA PASSERINA (L.) COSS. & GERM.

VIOLACEAE

409. VIOLA ODORATA L.
410. VIOLA SUAVIS M. BIEB.
411. VIOLA REICHENBACHIANA JORDAN ex BOREAU
(*Viola sylvestris* Lam.)

CISTACEAE

412. CISTUS CRETICUS L. subsp. ERIOCEPHALUS (VIV.) GREUTER & BURDET
(*Cistus incanus* L.)
413. CISTUS MONSPELIENSIS L.
414. CISTUS SALVIFOLIUS L.
415. HALIMIUM HALIMIFOLIUM (L.) WILLK.
(*Cistus halimifolium* L., *Helianthemum halimifolium* Pers.)
416. TUBERARIA GUTTATA (L.) FOURR.
(*Helianthemum guttata* Mill.)
417. TUBERARIA PRAECOX GROSSER
418. HELIANTHEMUM SALICIFOLIUM (L.) MILL.
419. FUMANA THYMIFOLIA (L.) WEBB
(*Helianthemum thymifolium* Pers.)

TAMARICACEAE

420. TAMARIX DALMATICA BAUM
421. TAMARIX AFRICANA POIR.

CUCURBITACEAE

422. BRYONIA DIOICA JACQ.
(*Bryonia cretica* L. subsp. *dioica* (Jacq.) Tutin)

LYTHRACEAE

423. LYTHRUM SALICARIA L.
424. LYTHRUM JUNCEUM BANKS & SOL.
(*Lythrum graefferi* Ten.)
425. LYTHRUM HYSSOPIFOLIA L.
426. LYTHRUM BORYSTHENICUM (SCHRANK) LITV.
(*Peplis nummulariaefolia* Jordan)
427. LYTHRUM PORTULA (L.) D.A.WEBB
(*Peplis portula* L.)

MYRTACEAE

428. MYRTUS COMMUNIS L. subsp. COMMUNIS
429. EUCALYPTUS CAMALDULENSIS DEHNH.

ONAGRACEAE

430. EPILOBIUM HIRSUTUM L.

431. EPILOBIUM PARVIFLORUM SCHREB.
432. EPILOBIUM TETRAGONUM L. subsp. TETRAGONUM

HALORAGACEAE

433. MYRIOPHYLLUM ALTERNIFLORUM DC.

THELIGONIACEAE

434. THELIGONUM CYNOCRAMBE L.

CORNACEAE

435. CORNUS SANGUINEA L. subsp. SANGUINEA
436. CORNUS MAS L.

ARALIACEAE

437. HEDERA HELIX L. subsp. HELIX

UMBELLIFERAE

438. ERYNGIUM BARRELIERI BOISS.
439. ERYNGIUM MARITIMUM L.
440. ERYNGIUM CAMPESTRE L.
441. ECHINOPHORA SPINOSA L.
442. CHAEROPHYLLUM TEMULENTUM L.
(*Chaerophyllum temulum* L.)
443. ANTHRISCUS SYLVESTRIS (L.) HOFFM.
444. PIMPINELLA PEREGRINA L.
445. BERULA ERECTA (HUDSON) COVILLE
(*Sium erectum* Hudson)
446. CRITHMUM MARITIMUM L.
447. SESELI TORTUOSUM L.
448. OENANTHE FISTULOSA L.
449. OENANTHE PIMPINELLOIDES L.
450. OENANTHE SILAIFOLIA M. BIEB.
451. FOENICULUM VULGARE MILL. subsp. PIPERITUM (UCRIA) COUT.
452. CONIUM MACULATUM L.
453. BUPLEURUM TENUISSIMUM L. subsp. TENUISSIMUM
454. APIUM GRAVEOLENS L.
455. APIUM NODIFLORUM (L.) LAG.
(incl. subsp. *intermedium* (Nyman) Lacaita)
456. APIUM INUNDATUM (L.) RCHB. fil.
457. SISON AMOMUM L.
458. AMMI MAJUS L.
459. AMMI VISNAGA (L.) LAM.
460. TORDYLIUM MAXIMUM L.
461. TORDYLIUM APULUM L.
462. TORILIS NODOSA (L.) GAERTN.
463. TORILIS ARVENSIS (HUDSON) LINK subsp. ARVENSIS
464. DAUCUS CAROTA L. subsp. CAROTA

465. DAUCUS CAROTA L. subsp. MARITIMUS (LAM.) BATT.
466. DAUCUS GINGIDIUM L. subsp. GINGIDIUM
467. PSEUDORLAYA PUMILA (L.) GRANDE
(*Daucus pumilus* Hoffmgg. & Link)

ERICACEAE

468. ERICA ARBOREA L.
469. ERICA MULTIFLORA L.
470. ERICA SCOPARIA L. subsp. SCOPARIA
471. ARBUTUS UNEDO L.

PRIMULACEAE

472. CYCLAMEN HEDERIFOLIUM AITON
(*Cyclamen neapolitanum* Ten.)
473. CYCLAMEN REPANDUM SM.
474. LYSIMACHIA VULGARIS L.
475. ASTEROLINUM LINUM-STELLATUM (L.) DUBY
476. ANAGALLIS ARVENSIS L. subsp. ARVENSIS
(*Anagallis phoenicea* Scop.)
477. ANAGALLIS ARVENSIS L. subsp. PARVIFLORA (HOFFMANNS & LINK) ARCANG.
(*Anagallis parviflora* Hoffmanns & Link)
478. SAMOLUS VALERANDI L.

PLUMBAGINACEAE

479. PLUMBAGO EUROPAEA L.

OLEACEAE

480. FRAXINUS ORNUS L.
481. FRAXINUS ANGUSTIFOLIA VAHL subsp. OXYCARPA (WILLD.) FRANCO & ROCHA AFONSO
(*Fraxinus oxycarpa* M. Bieb.)
482. LIGUSTRUM VULGARE L.
483. OLEA EUROPAEA L. subsp. OLEASTER (HOFFMANNS. & LINK) NEGODI
(*Olea europaea* subsp. *sylvestris* (Mill.) Hegi)
484. PHILLYREA ANGUSTIFOLIA L.
485. PHILLYREA LATIFOLIA L.
(*Phillyrea media* L.)

GENTIANACEAE

486. CICENDIA FILIFORMIS (L.) DELARBRE
487. EXACULUM PUSILLUM (LAM.) CARUEL
(*Cicendia pusillum* Griseb.)
488. BLACKSTONIA PERFOLIATA (L.) HUDSON subsp. PERFOLIATA
(*Chlora perfoliata* L.)
489. CENTAURIUM ERYTHRAEA RAFN subsp. ERYTHRAEA
490. CENTAURIUM TENUIFLORUM (HOFF. & LINK) FRITS. subsp. ACUTIFLORUM (SCHOTT) ZELTNER
491. CENTAURIUM PULCHELLUM (SWARTZ) DRUCE
(*Erythraea pulchella* (Swartz) Fries)

492. CENTAURIUM MARITIMUM (L.) FRITSCH
(*Erythraea maritima* (L.) Pers.)

APOCYNACEAE

493. VINCA MAJOR L. subsp. MAJOR

ASCLEPIADACEAE

494. VINCETOXICUM HIRUNDINARIA MEDIK. subsp. HIRUNDINARIA
(*Cynanchum vincetoxicum* Pers.)

RUBIACEAE

495. SHERARDIA ARVENSIS L.
496. CRUCIANELLA MARITIMA L.
497. ASPERULA LAEVIGATA L.
498. GALIUM DEBILE DESV.
499. GALIUM ELONGATUM C. PRESL
500. GALIUM VERUM L. subsp. VERUM
501. GALIUM MOLLUGO L.
(*Galium mollugo* L. subsp. *tyrolense* (Willd.) Hayek)
502. GALIUM ALBUM MILL. subsp. ALBUM
(*Galium erectum* Syme)
503. GALIUM APARINE L.
504. GALIUM DIVARICATUM L.
505. GALIUM MURALE (L.) ALL.
506. CRUCIATA LAEVIPES OPIZ
(*Galium cruciata* (L.) Scop.)
507. VALANTIA MURALIS L.
508. RUBIA PEREGRINA L.

CONVOLVULACEAE

509. CUSCUTA SCANDENS BROT. subsp. CESATIANA (BERTOL.) GREUTER & BURDET
(*Cuscuta cesatiana* Bertol.)
510. CUSCUTA CAMPESTRIS YUNCKER
511. CUSCUTA EPITHYMUM (L.) L.
512. CALYSTEGIA SOLDANELLA (L.) ROEM. & SCHULT.
(*Convolvulus soldanella* L.)
513. CALYSTEGIA SEPIUM (L.) R. BR.
(*Convolvulus sepium* L.)
514. CONVOLVULUS CANTABRICA L.
515. CONVOLVULUS ARVENSIS L.

BORAGINACEAE

516. HELIOTROPIUM EUROPAEUM L.
517. HELIOTROPIUM SUPINUM L.
518. LITHOSPERMUM OFFICINALE L.
519. LITHOSPERMUM PURPUROCAERULEUM L.
(*Buglossoides purpurocaerulea* (L.) I.M. Johnston)
520. CERINTHE MAJOR L. subsp. MAJOR

521. ECHIUM ITALICUM L. subsp. ITALICUM
522. ECHIUM PLANTAGINEUM L.
523. SYMPHYTUM OFFICINALE L.
524. SYMPHYTUM BULBOSUM C. SCHIMPER
525. ANCHUSA HYBRIDA TEN.
526. BORAGO OFFICINALIS L.
527. MYOSOTIS ARVENSIS HILL
528. MYOSOTIS RAMOSISSIMA ROCHEL subsp. RAMOSISSIMA
(*Myosotis collina* Auct. Fl. Ital. , *Myosotis hispida* Schlecht)
529. MYOSOTIS SICULA GUSS.
530. CYNOGLOSSUM CRETICUM MILL.
(*Cynoglossum pictum* Aiton)

VERBENACEAE

531. VITEX AGNUS-CASTUS L.
532. VERBENA OFFICINALIS L.

CALLITRICHACEAE

533. CALLITRICHE STAGNALIS SCOP.
534. CALLITRICHE OBTUSANGULA LE GALL
535. CALLITRICHE TRUNCATA GUSS. subsp. TRUNCATA

LABIATAE

536. AJUGA REPTANS L.
537. AJUGA CHAMAEPITYS (L.) SCHREB. subsp. CHAMAEPITYS
538. TEUCRIUM SCORDIUM L. subsp. SCORDIOIDES (SCHREB.) ARCANG.
539. TEUCRIUM CHAMAEDRYS L. subsp. CHAMAEDRYS
540. TEUCRIUM FLAVUM L. subsp. FLAVUM
541. TEUCRIUM CAPITATUM L.
(*Teucrium polium* L. subsp. *capitatum* (L.) Arcang.)
542. PRASIUM MAJUS L.
543. MARRUBIUM VULGARE L.
544. SIDERITIS ROMANA L.
545. LAMIUM MACULATUM L.
546. LAMIUM BIFIDUM CYR. subsp. BIFIDUM
547. LAMIUM PURPUREUM L.
548. LAMIUM AMPLEXICAULE L.
549. BALLOTA NIGRA L. subsp. FOETIDA (VIS.) HAYEK
550. BALLOTA NIGRA L. subsp. UNCINATA (FIORI & BEG.) PATZAK
551. STACHYS OFFICINALIS (L.) TREVISAN subsp. OFFICINALIS
552. STACHYS GERMANICA L. subsp. GERMANICA
553. STACHYS CRETICA L. subsp. SALVIIFOLIA (TEN.) RECH. fil.
(*Stachys italica* Auct., *Stachys salviifolia* Ten.)
554. STACHYS SYLVATICA L.
555. STACHYS OCYMASTRUM (L.) BRIQ.
(*Stachys hirta* L.)
556. STACHYS ARVENSIS (L.) L.

557. PRUNELLA LACINIATA (L.) L.
(*Prunella pinnatifida* Pers.)
558. PRUNELLA VULGARIS L.
559. MELISSA OFFICINALIS L. subsp. OFFICINALIS
560. MELISSA OFFICINALIS L. subsp. ALTISSIMA (SM.) ARCANG.
(*Melissa romana* Miller)
561. SATUREJA GRAECA L. subsp. TENUIFOLIA (TEN.) ARCANG.
(*Micromeria graeca* (L.) Benth. ex Rchb. subsp. *tenuifolia* (Ten.) Nyman)
562. SATUREJA ASCENDENS (JORDAN) K. MALY
(*Calamintha sylvatica* Bromf. subsp. *ascendens* (Jordan) P.W. Ball)
563. SATUREJA CALAMINTHA (L.) SCHEELE
(*Calamintha glandulosa* (Req.) Bentham; *Calamintha nepeta* (L.) Savi)
564. SATUREJA VULGARIS (L.) FRITSCH subsp. VULGARIS
(*Clinopodium vulgare* L. subsp. *vulgare*)
565. ORIGANUM VULGARE L. subsp. VULGARE
566. LYCOPUS EUROPAEUS L.
567. MENTHA PULEGIUM L.
568. MENTHA AQUATICA L.
569. MENTHA SUAVEOLENS EHRH. subsp. SUAVEOLENS
(*Mentha rotundifolia* sensu Fiori)
570. MENTHA SPICATA L. subsp. SPICATA
(*Mentha viridis* Auct.)
571. ROSMARINUS OFFICINALIS L.
572. SALVIA VIRGATA JACQ.
573. SALVIA VERBENACA L.
(*Salvia clandestina* L.)
574. SALVIA MULTIFIDA SM.

SOLANACEAE

575. HYOSCYAMUS NIGER L.
576. SOLANUM NIGRUM L. subsp. NIGRUM
577. SOLANUM NIGRUM L. subsp. SCHULTESII (OPIZ) WESSELY
578. SOLANUM LUTEUM MILL.
(*Solanum miniatum* Bernh. Ex Willd.)
579. DATURA STRAMONIUM L.

SCROPHULARIACEAE

580. CYMBALARIA MURALIS GAERT., MEY et SCH. subsp. MURALIS
581. VERBASCUM SAMNITICUM TEN.
582. VERBASCUM THAPSUS L. subsp. THAPSUS
583. VERBASCUM SINUATUM L.
584. VERBASCUM BLATTARIA L.
585. SCROPHULARIA AURICULATA L.
(*Scrophularia aquatica* Auct., non L.)
586. SCROPHULARIA PEREGRINA L.
587. LINARIA PELISSERIANA (L.) MILL.
588. LINARIA VULGARIS MILL.

589. KICKXIA CIRRHOSA (L.) FRITSCH
(*Linaria cirrhosa* (L.) Cav.)
590. KICKXIA COMMUTATA (BERNH.) FRITSCH subsp. COMMUTATA
(*Linaria commutata* Bernh.)
591. KICKXIA ELATINE (L.) DUMORT. subsp. CRINITA (MABILLE) W. GREUTER
(*Linaria sieberi* Reich.)
592. VERONICA SERPYLLIFOLIA L. subsp. SERPYLLIFOLIA
593. VERONICA ACINIFOLIA L.
594. VERONICA ARVENSIS L.
595. VERONICA POLITA FRIES
(*Veronica didyma* Auct., vix Ten.)
596. VERONICA PERSICA POIR.
(*Veronica tournefortii* C.C. Gmelin p.p.)
597. VERONICA HEDERIFOLIA L. subsp. HEDERIFOLIA
598. VERONICA CYMBALARIA BODARD
599. VERONICA SCUTELLATA L.
600. VERONICA OFFICINALIS L.
601. VERONICA ANAGALLIS-AQUATICA L.
602. VERONICA ANAGALLOIDES GUSS.
603. VERONICA BECCABUNGA L.
604. ODONTITES LUTEA (L.) CLAIRV.
605. ODONTITES VERNA (BELLARDI) DUMORT. subsp. SEROTINA (DUMORT.) CORB.
(*Odontites rubra* Besser)
606. PARENTUCELLIA VISCOSA (L.) CARUEL
(*Bartsia viscosa* L.)
607. PARENTUCELLIA LATIFOLIA (L.) CARUEL
(*Bartsia latifolia* (L.) Sibth. & Sm.)

OROBANCHACEAE

608. OROBANCHE RAMOSA L. subsp. NANA (REUT.) COUT.
609. OROBANCHE MINOR SM.
(*Orobanche barbata* Auct.)
610. OROBANCHE HEDERAE DUBY

LENTIBULARIACEAE

611. UTRICULARIA VULGARIS L.

PLANTAGINACEAE

612. PLANTAGO MAJOR L. subsp. MAJOR
613. PLANTAGO CORONOPUS L.
614. PLANTAGO WELDENII RCHB. subsp. WELDENII
(*Plantago commutata* Guss.)
615. PLANTAGO MACRORHIZA POIR.
616. PLANTAGO LANCEOLATA L.
617. PLANTAGO LAGOPUS L.
618. PLANTAGO BELLARDI ALL.
619. PLANTAGO AFRA L.
(*Plantago psyllium* L.)

CAPRIFOLIACEAE

620. SAMBUCUS EBULUS L.
621. SAMBUCUS NIGRA L.
622. VIBURNUM TINUS L. subsp. TINUS
623. LONICERA ETRUSCA SANTI
624. LONICERA IMPLEXA AITON
625. LONICERA CAPRIFOLIUM L.

VALERIANACEAE

626. VALERIANELLA ERIOCARPA DESV.
627. VALERIANELLA MICROCARPA LOISEL.
628. VALERIANELLA PUBERULA (BERTOL. ex GUSS.) DC.
629. VALERIANELLA CARINATA LOISEL.
630. CENTRANTHUS CALCITRAPAE (L.) DUFRESNE subsp. CALCITRAPAE

DIPSACACEAE

631. DIPSACUS FULLONUM L.
(*Dipsacus sylvestris* Hudson)
632. KNAUTIA INTEGRIFOLIA (L.) BERTOL. subsp. INTEGRIFOLIA
633. SCABIOSA COLUMBARIA L. subsp. COLUMBARIA
634. SIXALIX ATROPURPUREA (L.) GREUTER & BURDET subsp. MARITIMA (L.) GREUTER & BURDET
(*Scabiosa maritima* L.)

CAMPANULACEAE

635. LEGOUSIA FALCATA (TEN.) JANCHEN
(*Specularia falcata* (Ten.) DC.)
636. CAMPANULA RAPUNCULUS L.
637. CAMPANULA ERINUS L.
638. SOLENOPSIS LAURENTIA (L.) C.PRESL
(*Laurentia gasparrinii* (Tineo) Strobl; *Laurentia michelii* DC.)

COMPOSITAE

639. EUPATORIUM CANNABINUM L. subsp. CANNABINUM
640. ASTER LINOSYRIS (L.) BERNH.
641. ASTER SQUAMATUS (SPRENG.) HIERON.
642. CONYZA BONARIENSIS (L.) CRONQ.
(*Erigeron crispus* Pourr.)
643. CONYZA ALBIDA WILLD.
(*Erigeron naudini* Bonnier)
644. CONYZA CANADENSIS (L.) CRONQ.
(*Erigeron canadensis* L.)
645. BELLIS PERENNIS L.
646. BELLIS SYLVESTRIS CYR.
647. EVAX PYGMAEA (L.) BROT.
648. FILAGO VULGARIS LAM.
(*Filago germanica* L., non Hudson)
649. LOGFIA GALLICA (L.) COSS. & GERM.
(*Oglifa gallica* (L.) Chrtek & Holub; *Filago gallica* L.)

650. HELICHRYSUM ITALICUM (ROTH) G. DON fil. subsp. ITALICUM
651. HELICHRYSUM STOECHAS (L.) MOENCH subsp. STOECHAS
652. INULA CONYZA DC.
(*Conyza squarrosa* L.)
653. INULA GRAVEOLENS (L.) DESF.
(*Dittrichia graveolens* (L.) W. Greuter)
654. INULA VISCOSA (L.) AITON
(*Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter)
655. PULICARIA SICULA (L.) MORIS
656. PULICARIA VULGARIS GAERTN.
657. PULICARIA DYSENTERICA (L.) BERNH.
658. PULICARIA ODORA (L.) RCHB.
659. PALLENIS SPINOSA (L.) CASS. subsp. SPINOSA
660. BIDENS TRIPARTITA L.
661. BIDENS FRONDOSA L.
662. HELIANTHUS TUBEROSUS L.
663. HIRSCHFELDIA INCANA (L.) LAGREZE FOSSAT
664. XANTHIUM SPINOSUM L.
665. XANTHIUM STRUMARIUM L. subsp. ITALICUM (MORETTI) D. LOVE
(*Xanthium italicum* Moretti)
666. ANTHEMIS MARITIMA L.
667. ANTHEMIS ARVENSIS L. subsp. ARVENSIS
668. ANTHEMIS ARVENSIS L. subsp. INCRASSATA (LOISEL.) NYMAN
669. CHAMAEMELUM FUSCATUM (BROT.) VASC.
(*Anthemis praecox* Link)
670. CHAMAEMELUM MIXTUM (L.) ALL.
(*Anthemis mixta* L.)
671. ANTHEMIS TINCTORIA L. subsp. TINCTORIA
672. ANACYCLUS RADIATUS LOISEL.
673. MATRICARIA CHAMOMILLA L.
(*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)
674. CHRYSANTHEMUM SEGETUM L.
675. COLEOSTEPHUS MYCONIS (L.) RCHB. fil.
(*Chrysanthemum myconis* L.)
676. TANACETUM PARTHENIUM (L.) SCH. BIP.
(*Chrysanthemum parthenium* Bernh.)
677. ARTEMISIA VULGARIS L.
678. TUSSILAGO FARFARA L.
679. PETASITES HYBRIDUS (L.) P. GAERTN., B. MEY. & SCHERB.
680. SENECIO ERRATICUS BERTOL. subsp. ERRATICUS
681. SENECIO LEUCANTHEMIFOLIUS POIR.
682. SENECIO VULGARIS L.
683. CALENDULA ARVENSIS L. subsp. ARVENSIS
684. ARCTIUM MINUS BERNH.
685. CARDUUS NUTANS L. subsp. NUTANS
686. CARDUUS NUTANS L. subsp. MACROLEPIS (PETERM.) KAZMI

687. CARDUUS MICROPTERUS (BORBAS) TEYBER subsp. PERSPINOSUS (FIORI) KAZMI
688. CARDUUS MACROCEPHALUS DESF. subsp. MACROCEPHALUS
689. CARDUUS PYCNOCEPHALUS L. subsp. PYCNOCEPHALUS
690. CIRSIUM VULGARE (SAVI) TEN.
(*Cirsium lanceolatum* (L.) Scop.)
691. CIRSIUM ARVENSE (L.) SCOP.
692. CIRSIUM CRETICUM (LAM.) DURV. subsp. TRIUMFETTI (LACAITA) WERNER
(*Cirsium polyahthemum* Spreng. Non L.)
693. CYNARA CARDUNCULUS L. subsp. CARDUNCULUS
694. SILYBUM MARIANUM (L.) P. GAERTN.
695. TYRIMNUS LEUCOGRAPHUS (L.) CASS.
696. GALACTITES TOMENTOSA MOENCH
(*Lupsia galactites* (L.) Kuntze)
697. ONOPORDUM ILLYRICUM L.
698. CENTAUREA ALBA L. subsp. DEUSTA (TEN.) NYMAN
(*Centaurea deusta* Ten. subsp. *deusta*)
699. CENTAUREA gr. PANNONICA (HEUFFEL) SIMONKAI
(incl *Centaurea amara*, *C. bracteata*, *C. angustifolia*)
700. CENTAUREA SPHAEROCEPHALA L. subsp. SPHAEROCEPHALA
701. CENTAUREA CALCITRAPA L.
702. CENTAUREA SOLSTITIALIS L. subsp. SOLSTITIALIS
703. CARTHAMUS LANATUS L. subsp. LANATUS
704. CARDUNCELLUS CAERULEUS (L.) C. PRESL
(*Carthamus caeruleus* L.)
705. CARLINA CORYMBOSA L. subsp. CORYMBOSA
706. ECHINOPS SICULUS STROBL
707. SCOLYMUS HISPANICUS L.
708. CICHORIUM INTYBUS L.
709. LAPSANA COMMUNIS L. subsp. COMMUNIS
710. TOLPIS UMBELLATA BERTOL.
711. TOLPIS VIRGATA BERTOL.
712. RHAGADIOLUS STELLATUS (L.) GAERTN.
(incl. *Rhagadiolus edulis* Gaertn.)
713. HEDYPNOIS RHAGADIOLOIDES (L.) F.W. SCHMIDT
(*Hedypnois globulifera* Lam.)
714. HEDYPNOIS CRETICA (L.) DUM.-COURSET
(*Hedypnois tubaeformis* Ten.)
715. TRAGOPOGON HYBRIDUS L.
(*Geropogon glaber* L.)
716. HYPOCHOERIS GLABRA L.
717. HYPOCHOERIS RADICATA L.
718. HYPOCHOERIS ACHYROPHORUS L.
(*Hypochoeris aetnensis* L. Ball.)
719. UROSPERMUM PICROIDES (L.) SCOP. ex F.W. SCHMIDT
720. UROSPERMUM DALECHAMPII (L.) SCOP. ex F.W. SCHMIDT
721. LEONTODON HIRTUS L.
(*Leontodon villarsii* (Willd.) Loisel.)

722. LEONTODON TARAXACOIDES (VILL.) MÉRAT subsp. TARAXACOIDES
(*Leontodon leysseri* (Wallr.) G. Beck)
723. LEONTODON TUBEROSUS L.
(*Thrincia tuberosa* (L.) Dc.)
724. PICRIS HIERACIOIDES L. subsp. HIERACIOIDES
725. PICRIS ECHIOIDES L.
(*Helminthia echioides* (L.) Gaertn.)
726. ANDRYALA INTEGRIFOLIA L.
(*Andryala sinuata* L.)
727. CHONDRILLA JUNCEA L.
728. TARAXACUM OFFICINALE WEBER
729. TARAXACUM PALUSTRE (LYONS) SIMONS
730. SONCHUS MARITIMUS L. subsp. MARITIMUS
731. SONCHUS ASPER (L.) HILL subsp. ASPER
732. SONCHUS OLERACEUS L.
733. SONCHUS TENERRIMUS L.
734. LACTUCA SALIGNA L.
735. LACTUCA SERRIOLA L.
(*Lactuca scariola* L.)
736. REICHARDIA PICROIDES (L.) ROTH
737. AETHEORRHIZA BULBOSA (L.) CASS. subsp. BULBOSA
738. CREPIS FOETIDA L. subsp. FOETIDA
739. CREPIS SANCTA (L.) BABC. subsp. SANCTA
(*Lagoseris nemauensis* Koch)
740. CREPIS ZACINTHA (L.) BABCOCK
(*Zacintha verrucosa* Gaertn.)
741. CREPIS NEGLECTA L. subsp. NEGLECTA
(*Crepis cernua* Ten. subsp. *neglecta*)
742. CREPIS VESICARIA L. subsp. VESICARIA
743. CREPIS SETOSA HALLER fil.
744. CREPIS BURSIFOLIA L.
745. HIERACIUM RACEMOSUM WALDST. & KIT.

MONOCOTYLEDONES

ALISMATACEAE

746. ALISMA LANCEOLATUM WITH.
(*Alisma stenophyllum* (Asch. & Graebn.) Sam.)
747. ALISMA PLANTAGO-AQUATICA L.
748. DAMASONIUM ALISMA MILL.
(*Damasonium stellatum* Thuill.)
749. BALDELLIA RANUNCULOIDES (L.) PARL.
(*Alisma ranunculoides* L.)

HYDROCHARITACEAE

750. ELODEA CANADENSIS MICHX.
(*Anacharis canadensis* Planchon)

POTAMOGETONACEAE

751. POTAMOGETON NATANS L.
752. POTAMOGETON POLYGONIFOLIUS POURR.
753. POTAMOGETON CRISPUS L.
754. POTAMOGETON TRICHOIDES CHAM.ET SCHL.

ZANNICHELLIACEAE

755. ZANNICHELLIA PALUSTRIS L.
(incl. *Zannichellia polycarpa* Richter, *Zanichellia pedicellata* (Wahlenb. & Rosen) Fries)

LILIACEAE

756. ASPHODELUS AESTIVUS BROT.
(*Asphodelus microcarpus* Viv.)
757. COLCHICUM LUSITANUM BROT.
758. SCILLA AUTUMNALIS L.
759. ORNITHOGALUM UMBELLATUM L.
760. ORNITHOGALUM NARBONENSE L.
761. BELLEVALIA ROMANA (L.) RCHB.
(*Hyacinthus romanus* L.)
762. MUSCARI NEGLECTUM GUSS. ex TEN.
(*Muscari racemosum* (L.) Lam. & Dc.)
763. LEOPOLDIA COMOSA (L.) PARL.
(*Muscari comosum* (L.) Mill.)
764. ALLIUM VINEALE L.
765. ALLIUM AMPELOPRASUM L.
766. ALLIUM PALLENS L.
(*Allium coppoleri* Tineo)
767. ALLIUM ROSEUM L.
768. ALLIUM DENTIFERUM WEBB. et BERT.
769. ALLIUM TRIQUETRUM L.
770. ALLIUM CHAMAEMOLY L.
771. ASPARAGUS ACUTIFOLIUS L.
772. ASPARAGUS APHYLLUS L.
773. RUSCUS ACULEATUS L.
774. SMILAX ASPERA L.

AMARYLLIDACEAE

775. PANCRATIUM MARITIMUM L.
776. NARCISSUS TAZETTA L. subsp. TAZETTA

DIOSCOREACEAE

777. TAMUS COMMUNIS L.

IRIDACEAE

778. IRIS PSEUDACORUS L.
779. IRIS FOETIDISSIMA L.
780. CROCUS BIFLORUS MILL.
781. ROMULEA BULBOCODIUM (L.) SEBAST. & MAURI

782. ROMULEA COLUMNAE SEBAST. & MAURI subsp. ROLLII (PARL.) MARAIS
(*Romulea rollii* Parl.)
783. GLADIOLUS ITALICUS MILL.
784. GLADIOLUS BYZANTINUS MILL.
(*Gladiolus communis* L. subsp. *byzantinus* (Mill.) A.P. Hamilton)

JUNCACEAE

785. JUNCUS TENAGEJA L. fil
786. JUNCUS BUFONIUS L.
787. JUNCUS EFFUSUS L.
788. JUNCUS CONGLOMERATUS L.
789. JUNCUS INFLEXUS L.
(*Juncus glaucus* Sibth.)
790. JUNCUS DEPAUPERATUS TEN.
791. JUNCUS ACUTUS L. subsp. ACUTUS
792. JUNCUS PYGMAEUS RICHARD
793. JUNCUS SUBNODULOSUS SCHRANK
(*Juncus obtusiflorus* Ehrh.)
794. JUNCUS HETEROPHYLLUS DUFOUR
795. JUNCUS FONTANESII GAY in LUHARPE subsp. FONTANESII
796. JUNCUS ARTICULATUS L.
(*Juncus lamprocarpus* Ehrh.)
797. JUNCUS ANCEPS LAHARPE
798. JUNCUS CAPITATUS WEIGEL
799. LUZULA FORSTERI (SM.) DC.
800. LUZULA MULTIFLORA (RETZ.) LEJ. subsp. MULTIFLORA

POACEAE

801. CYNOSURUS CRISTATUS L.
802. CYNOSURUS POLYBRACTEATUS POIR.
803. CYNOSURUS ECHINATUS L.
804. BRIZA MAXIMA L.
805. BRIZA MINOR L.
806. DACTYLIS GLOMERATA L. subsp. GLOMERATA
(*Dactylis glomerata* L. var. *glomerata*)
807. DACTYLIS GLOMERATA L. subsp. HISPANICA (ROTH) NYMAN
(*Dactylis glomerata* L. var. *italica* Schreb. ex Roth; *Dactylis hispanica* Roth)
808. POA ANNUA L.
809. POA INFIRMA KUNTH
(*Poa annua* L. subsp. *exilis* (Tommasini) Murb.)
810. POA TRIVIALIS L. subsp. TRIVIALIS
811. POA TRIVIALIS L. subsp. SYLVICOLA (GUSS.) H. LINDB. fil.
(*Poa sylvicola* Guss.)
812. POA PRATENSIS L.
813. POA BULBOSA L.
814. VULPIA LIGUSTICA (ALL.) LINK
815. VULPIA CILIATA (DANTHON) LINK

816. VULPIA MYUROS (L.) C.G. GMELIN
(*Vulpia pseudomyuros* (Soyer-Willemet) Rchb.)
817. VULPIA BROMOIDES (L.) S.F. GRAY
818. VULPIA FASCICULATA (FORSSK.) FRITSCH.
(*Vulpia membranacea* Auct. Medit., non (L.) Dumort.)
819. FESTUCA ARUNDINACEA SCHREB. subsp. ARUNDINACEA
(*Festuca elatior* L. subsp. *arundinacea* (Schreb.) Hackel)
820. FESTUCA HETEROPHYLLA LAM.
821. CATAPODIUM MARINUM (L.) HUBBARD
(*Desmazeria marina* (L.) Druce; *Catapodium loliaceum* (Hudson) Link)
822. CATAPODIUM RIGIDUM (L.) HUBBARD
(*Sclerochloa rigida* (L.) Link; *Desmazeria rigida* (L.) Tutin subsp. *rigida*)
823. DACTYLOCTAENIUM AEGYPTIUM (L.) BEAUV.
824. BECKMANNIA ERUCIFORMIS (L.) HOST subsp. ERUCIFORMIS
825. MELICA UNIFLORA RETZ.
826. MELICA ARRECTA KUNZE
827. GLYCERIA FLUITANS (L.) R. BR.
828. GLYCERIA NOTATA CHEVALL.
(*Glyceria plicata* (Fries) Fries)
829. AVELLINIA MICHELII (SAVI) PARL.
830. CATABROSA AQUATICA (L.) BEAUV.
831. PSILURUS INCURVUS (GOUAN) SCHINZ & THELL.
(*Psilurus aristatus* (L.) Duval-Jouve)
832. LOLIUM RIGIDUM GAUDIN subsp. RIGIDUM
833. LOLIUM MULTIFLORUM LAM. subsp. MULTIFLORUM
834. LOLIUM MULTIFLORUM LAM. subsp. GAUDINII (PARL.) SCHINZ & THELL.
835. LOLIUM PERENNE L.
836. BROMUS RAMOSUS HUDSON
837. BROMUS RUBENS L.
838. BROMUS STERILIS L.
839. BROMUS MADRITENSIS L.
840. BROMUS RIGIDUS ROTH
(*Bromus maximus* Desf.)
841. BROMUS DIANDRUS ROTH
(*Bromus gussonei* Parl.)
842. BROMUS HORDEACEUS L. subsp. HORDEACEUS
(*Bromus mollis* L.)
843. BROMUS COMMUTATUS SCHRAD. subsp. COMMUTATUS
(*Bromus pratensis* Ehrh.)
844. BRACHYPODIUM SYLVATICUM (HUDSON) BEAUV.
845. BRACHYPODIUM RUPESTRE (HOST) ROEM. & SCHULT.
846. BRACHYPODIUM PHOENICOIDES (L.) ROEM. & SCHULT.
847. BRACHYPODIUM DISTACHYON (L.) P. BEAUV.
848. HORDEUM BULBOSUM L.
849. HORDEUM MURINUM L. subsp. LEPORINUM (LINK) ARCANG.
(*Hordeum leporinum* Link)

850. ELYTRIGIA JUNCEA (L.) NEVSKI
(*Agropyron junceum* (L.) Beauv.; *Elymus farctus* (Viv.) Runemark)

851. ELYTRIGIA REPENS (L.) NEVSKI
(*Agropyron repens* (L.) Beauv.; *Elymus repens* (L.) Gould. subsp. *repens*)

852. DASYPYRUM VILLOSUM (L.) P. CANDARGY
(*Triticum villosum* (L.) Bieb.; *Haynardia villosa* (L.) Schur.)

853. AEGILOPS GENICULATA ROTH
(*Aegilops ovata* L. p.p.)

854. AEGILOPS NEGLECTA REQ. ex BERTOL.
(*Aegilops triaristata* Willd., nom. illeg.)

855. HAINARDIA CYLINDRICA (WILLD.) GREUTER
(*Lepturus cylindricus* (Willd.) Trin.)

856. AVENA BARBATA POTT ex LINK in SCHRADER subsp. BARBATA

857. AVENA FATUA L.

858. AVENA STERILIS L. subsp. STERILIS

859. DANTHONIA DECUMBENS (L.) DC.
(*Siegliengia decumbens* (L.) Bernh.)

860. GAUDINIA FRAGILIS (L.) BEAUV.

861. HOLCUS LANATUS L.

862. ROSTRARIA LITOREA (ALL.) J. HOLUB
(*Lophochloa pubescens* (Lam.) H. Scholz; *Koeleria pubescens* (Lam.) Beauv.)

863. ROSTRARIA CRISTATA (L.) TZVELEV
(*Lophochloa cristata* (L.) Hyl.; *Koeleria phleoides* (Vill.) Pers.)

864. TRISETARIA PANICEA (LAM.) MAIRE
(*Trisetum paniceum* (Lam.) Pers.)

865. AGROSTIS POURRETII WILLD.
(*Agrostis salmantica* (Lag.) Kunth; *Agrostis pallida* DC.)

866. AGROSTIS CANINA L. subsp. CANINA

867. AGROSTIS STOLONIFERA L.
(*Agrostis alba* Auct., non L.)

868. AGROSTIS CASTELLANA BOISS. & REUT.

869. AGROSTIS CAPILLARIS L.
(*Agrostis tenuis* Sibth.)

870. CALAMAGROSTIS EPIGEJOS (L.) ROTH

871. GASTRIDIUM VENTRICOSUM (GOUAN) SCHINZ & THELL.

872. POLYPOGON VIRIDIS (GOUAN) BREISTR.
(*Agrostis verticillata* Vill.)

873. POLYPOGON MARITIMUS WILLD. subsp. MARITIMUS

874. LAGURUS OVATUS L.

875. ANTINORIA INSULARIS PARL.

876. PERIBALLIA MINUTA (L.) ASCH. & GRAEBN.
(*Aira minuta* L.; *Molineriella minuta* (L.) Rouy)

877. AIRA CARYOPHYLLEA L. subsp. CARYOPHYLLEA

878. AIRA CUPANIANA GUSS.

879. AIRA ELEGANTISSIMA SCHUR
(*Aira elegans* Willd. ex Gaudin, *Aira capillaris* Host non Savi)

880. DESCHAMPSIA CESPITOSA (L.) BEAUV. subsp. CESPITOSA

881. CORYNEPHORUS ARTICULATUS (DESF.) BEAUV.
(*Corynephorus divaricatus* sensu Pignatti, non (Pourr.) Breistr.)
882. AMMOPHILA ARENARIA (L.) LINK subsp. AUSTRALIS (MABILLE) LAINZ
(*Ammophila littoralis* (Beauv.) Rothm.)
883. PHRAGMITES AUSTRALIS (CAV.) STEUDEL subsp. AUSTRALIS
(*Arundo phragmites* L.)
884. ARUNDO DONAX L.
885. ARUNDO PLINII TURRA
(*Arundo pliniana* Turra)
886. PHALARIS TRUNCATA GUSS. ex BERTOL.
887. PHALARIS COERULESCENS DESF.
888. PHALARIS AQUATICA L.
(*Phalaris bulbosa* Auct., non L.; *Phalaris nodosa* Murray)
889. PHALARIS PARADOXA L.
890. PHALARIS MINOR RETZ.
891. PHALARIS BRACHYSTACHYS LINK
892. ANTHOXANTHUM ODORATUM L.
893. ALOPECURUS RENDLEI EIG
(*Alopecurus utriculatus* Auct., non Solander)
894. ALOPECURUS MYOSUROIDES HUDSON
(*Alopecurus agrestis* L.)
895. PHLEUM SUBULATUM (SAVI) ASCH. & GRAEBN.
(*Phleum bellardii* Willk.; *Phleum tenue* Schrad.)
896. PHLEUM PRATENSE L. subsp. PRATENSE
897. PHLEUM PRATENSE L. subsp. SEROTINUM (JORD.) BERHER
(*Phleum bertolonii* Dc.; *Phleum nodosum* L.)
898. STIPA BROMOIDES (L.) DOERFL.
899. PIPTATHERUM MILIACEUM (L.) COSS. subsp. MILIACEUM
(*Oryzopsis miliacea* (L.) Asch. & Schweinf.)
900. ERAGROSTIS PILOSA (L.) BEAUV.
901. ERAGROSTIS CILIANENSIS (ALL.) VIGNOLO-LUTATI
(*Eragrostis megastachya* (Koeler) Link)
902. SPOROBOLUS VIRGINICUS (L.) KUNTH
(*Sporobolus pungens* (Schreb.) Kunth; *Sporobolus arenarius* (Gouan) Duval.-Jouve)
903. SPOROBOLUS INDICUS (L.) R. BR.
(*Sporobolus poiretii* (Roem. & Schult.) A.S. Hitchc.)
904. CYNODON DACTYLON (L.) PERS.
905. ECHINOCHLOA CRUS-GALLI (L.) BEAUV.
(*Panicum crus-galli* L.)
906. DIGITARIA SANGUINALIS (L.) SCOP.
(*Panicum sanguinale* L.)
907. DIGITARIA DEBILIS (DESF.) WILLD.
(*Panicum debile* Desf.)
908. PASPALUM DILATATUM POIR. in LAM.
909. PASPALUM DISTICHUM L.
(*Paspalum paspaloides* (Michx.) Scribner)
910. SETARIA PUMILA (POIR.) SCHULT.
(*Setaria glauca* Auct., non (L.) Beauv.)
911. SETARIA VIRIDIS (L.) BEAUV. subsp. VIRIDIS

912. SETARIA VERTICILLATA (L.) BEAUV.
(incl. *Setaria ambigua* Guss.)
913. SETARIA PARVIFLORA (POIR.) KERGUELEN
(*Setaria geniculata* (Lam.) Beauv.; *Setaria gracilis* H. B. K.)
914. ERIANTHUS RAVENNAE (L.) BEAUV.
(*Saccharum ravennae* (L.) Murray)
915. SORGHUM HALEPENSE (L.) PERS.
916. CHRYSOPOGON GRYLLUS (L.) TRIN.
(*Andropogon gryllus* L.)
917. BOTHRIOCHLOA ISCHAEMUM (L.) KENG
(*Andropogon ischaemon* L.; *Dichanthium ischaemum* (L.) Roberty)
918. ELEUSINE INDICA (L.) GAERTNER

ARACEAE

919. ARUM ITALICUM MILL. subsp. ITALICUM
920. ARISARUM VULGARE TARG. TOZZ.

LEMNACEAE

921. LEMNA MINOR L.
922. LEMNA GIBBA L.

SPARGANIACEAE

923. SPARGANIUM ERECTUM L. subsp. ERECTUM

TYPHACEAE

924. TYPHA LATIFOLIA L.
925. TYPHA ANGUSTIFOLIA L.

CYPERACEAE

926. CAREX DISTACHYA DESF.
927. CAREX SPICATA HUDSON
(*Carex contigua* Hoppe)
928. CAREX DIVULSA STOKES subsp. DIVULSA
929. CAREX OTRUBAE PODP.
(*Carex vulpina* Auct., non L.)
930. CAREX DIVISA HUDSON
(incl. *Carex chaetophylla* Steudel)
931. CAREX REMOTA L.
932. CAREX ELATA ALL. subsp. ELATA
(*Carex stricta* Good.)
933. CAREX CARYOPHYLLEA LATOURR.
(*Carex verna* Chaix., non Lam.; *Carex praecox* Jacq., non Schreb.)
934. CAREX HALLERANA ASSO
935. CAREX OLBIENSIS JORDAN
936. CAREX DEPAUPERATA CURTIS ex WITH.
937. CAREX SYLVATICA HUDSON subsp. SYLVATICA
938. CAREX PALLESCENS L.
939. CAREX PUNCTATA GAUDIN
940. CAREX DISTANS L.

941. CAREX PENDULA HUDSON
(*Carex maxima* Scop.)
942. CAREX ACUTIFORMIS EHRH.
(*Carex paludosa* Good.)
943. CAREX RIPARIA CURTIS
944. CAREX FLACCA SCHREB. subsp. FLACCA
(*Carex diversicolor* Crantz. p.p.; *Carex glauca* Scop.)
945. CAREX FLACCA SCHREB. subsp. SERRULATA (BIV.) GREUTER
(*Carex cuspidata* Host; *Carex serrulata* Biv.)
946. CAREX HIRTA L.
947. SCIRPUS MARITIMUS L. subsp. MARITIMUS
(*Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla)
948. SCIRPUS HOLOSCHOENUS L.
(*Holoschoenus romanus* (L.) Fritsch; *Holoschoenus vulgaris* Link; *Holoschoenus australis* (L.) Rchb.)
949. SCIRPUS LACUSTRIS L. subsp. TABERNAEMONTANI (C.C. GMELIN) SYME
(*Schoenoplectus tabernaemontani* (Gmelin) Palla)
950. SCIRPUS CERNUUS VAHL
(*Isolepis cernua* (Vahl) R. & Sch.)
951. ELEOCHARIS PALUSTRIS (L.) ROEM. & SCHULT.
952. SCHOENUS NIGRICANS L.
953. CYPERUS LONGUS L. subsp. LONGUS
954. CYPERUS LONGUS L. subsp. BADIUS (DESF.) MURB
955. CYPERUS ROTUNDUS L.
956. CYPERUS CAPITATUS VANDELLI
(*Cyperus kallii* (Forssk.) Murb; *Cyperus mucronatus* Mabille, non Rottb.)
957. CYPERUS FUSCUS L.
958. CYPERUS FLAVESCENS L.

ORCHIDACEAE

959. OPHRYS SPHEGODES MILL. subsp. SPHEGODES
(*Ophrys aranifera* Hudson)
960. OPHRYS SPHEGODES MILL. subsp. GARGANICA E. NELSON
961. OPHRYS INCUBACEA BIANCA
(*Ophrys sphegodes* Mill. subsp. *atrata* (Lindley) E. Mayer)
962. SERAPIAS LINGUA L.
963. SERAPIAS PARVIFLORA PARL.
964. ORCHIS PAPILIONACEA L.
965. ORCHIS TRIDENTATA SCOP.
966. ORCHIS LAXIFLORA LAM.
967. EPIPACTIS MICROPHYLLA (EHRH.) SWARTZ
968. CEPHALANTHERA LONGIFOLIA (L.) FRITSCH
(*Cephalanthera ensifolia* (Murr.) L.C.M. Richard)
969. LIMODORUM ABORTIVUM (L.) SWARTZ
970. SPIRANTHES SPIRALIS (L.) CHEVALL.
(*Spiranthes autumnalis* L.C.M. Richard)

Allegato 2

EMERGENZE FLORISTICHE E VEGETAZIONALI

Bianco P.M., Tescarollo P., Lucchese F.

SPECIE RARE E LOCALIZZAZIONE

(Legenda: PC = Poco comune; R = Rara; RR = Rarissima)

1. Agrostis pourretii	Piscina Camilletto **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); PC nel Lazio (Anzalone 1996)
2. Agrostis castellana	Piscina Camilletto **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1996)
3. Ammophila arenaria	Dune litoranee **Note**: Legge Regione Lazio n. 61 19/9/1974
4. Anagallis arvensis ssp. parviflora	Piscina Camilletto, Selciarella, Farnete, Pignocco, Valle Renaro **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); PC nel Lazio (Anzalone 1994)
5. Apium inundatum	Ortaccio, Ponte Ruffo, Riserve Nuove, zone umide presso Farnete **Note**: R in Italia (Pignatti 1982) e nel Lazio (Anzalone 1994)
6. Antinoria insularis	Riserve Nuove, Piscina Chiara **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1996).
7. Aphanes microcarpa	Colonnacce, Camilletto di sotto, Pignocco **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
8. Asparagus aphyllus	Retroduna Tor Paterno, Retroduna Grotta di Piastra **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1996).
9. Avellinia michelii	Piscina Chiara **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); RR nel Lazio (Anzalone 1996).
10. Baldellia ranunculoides	Piscina Camilletto, Piscina Chiara **Note**: R e in via di scomparsa in Italia (Pignatti 1982). Gravemente minacciata (Lista Rossa WWF, SBI 1997)
11. Barbarea verna	Figurone, Farnete, Quarticciolo **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1996)
12. Beckmannia eruciformis	Riserve Nuove, Farnete, Piscine Tellinaretto, zone umide presso Grotta Romagnola **Note**: RR in Italia (Pignatti 1982) e nel Lazio (Anzalone 1996)
13. Berteroa obliqua	Praterie presso ingresso Malafede, parc. 264 e Borgo **Note**: RR in Italia (Pignatti 1982). Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974
14. Callitriche obtusangola	Ortaccio, Ponte Ruffo, Riserve Nuove, Farnete **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).

15. Callitriche truncata	Piscine Tor Paterno, Chiara, dei Materiali, Pozzo Napoliello, zone umide di Macchia Spinaceto, Pizzuto, Cerasolo, Piscine della Dogana, nuove piscine presso Fontanile della Dogana, Farnete **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); RR nel Lazio (Anzalone 1994).
16. Cardamine parviflora	Piscine presso Riserve Nuove, Piscine della Dogana, Tellinaretto, fontanile della Dogana e Ortaccio, zone periodicamente umide presso Pignocco e Pizzuto **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1994). Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
17. Carduus macrocephalus	Figurella **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
18. Carex elata	Pozzo Napoliello, zone umide, Querco-Ulmeti e Carici-Fraxinetum lungo Stradone dei Canali, Parc. 172a **Note**: R in Italia centromeridionale (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1996)
19. Carex punctata	Grotta di Piastra, Farnete, Quarticciolo **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996)
20. Ceratophyllum submersum	Tor Paterno **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
21. Chenopodium urbicum	Malafede **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
22. Cicendia filiformis	Piscina Caminetto, zone umide Santo Quercio, nuove piscine presso Fontanile della Dogana, Cioccati **Note**: R in Italia (Pignatti 1982) e nel Lazio (Anzalone 1994)
23. Coronilla juncea	Retroduna Tor Paterno, retroduna da Grotta di Piastra allo chalet **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1994) Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
24. Corrigiola litoralis	Zone umide Riserve Nuove, Piscina Bassana **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974.
25. Crepis bursifolia	Contumaci **Note**: Endemica; R nel Lazio (Anzalone 1994).
26. Cuscuta campestris	Trafusa, Contumaci **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
27. Cynara cardunculus	Val Renaro **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
28. Damasonium alisma	Piscina Camilletto, Riserve nuove, Piscina Chiara **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
29. Dactyloctaenium aegyptium	Riserve Nuove, Farnete. **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
30. Danthonia decumbens	Piscina Camilletto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
31. Daphne sericea	Garighe litoranee da Grotta di Piastra a Capocotta. **Note:** PC nel Lazio (Anzalone 1994).
32. Deschampsia cespitosa	Riserve Nuove, Pignocco **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1996).

33. Digitaria debilis	Tellinaro **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1996).
34. Eryngium barrelieri	Piscina Infermeria, Trafusa **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994); Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
35. Euphorbia corallioides	Tellinaro, Parc. 172 **Note**: Endemica. R in Italia (Pignatti 1982). Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974
36. Euphorbia cuneifolia	Santo Quercio, Puntoni, Capocotta **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
37. Euphorbia humifusa	Retroduna Grotta di Piastra-Chalet **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
38. Evax pygmaea	Piscina Camilletto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
39. Exaculum pusillum	Piscina Camilletto **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1994); Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
40. Frangula alnus ssp. alnus	Tellinaro, Pozzo Napoliello **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
41. Fumaria bicolor	Tor Paterno. **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
42. Genista monspessulana	Figurone, Farnete **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1996). R per il litorale Romano.
43. Gladiolus byzantinus	Trafusa, Trafusina **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
44. Halimium halimifolium	Retroduna presso confine con Castelfusano **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).
45. Heliotropium supinum	Riserve Nuove **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994); Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
46. Illecebrum verticillatum	Piscina Chiara **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994); Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
47. Isoetes histrix	Piscina dei materiali, Farnete, Piscina Camilletto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994); Vulnerabile (VU) (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
48. Isoetes velata	Tor Paterno **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
49. Juncus depauperatus	Radure umide nelle cerrete. Tellinaretto, Scopone, Riserve Nuove, Cioccati, Capocotta **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1996), particolarmente frequente solo qui.
50. Juncus heterophyllus	Piscina Camilleto, Piscina Infermeria, Piscina Cioccati, zone umide presso fontanile della Dogana **Note**: Rara in Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1996).

51. Kickxia cirrhosa	Piscina Camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
52. Lathyrus nissolia	Santo Quercio, Grotta Romagnola **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
53. Leontodon taraxacoides ssp. taraxacoides	Piscina Camilletto **Note**: R in Italia (Pignatti 1982) e nel Lazio (Anzalone 1994).
54. Lemna gibba	Piscina Carbonara, piscine dei Cioccati, canali presso Ortaccio e Valle dell'Oro **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
55. Linum maritimum	Retroduna Grotta di Piastra, Tor Paterno **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
56. Lotus conimbricensis	Santo Quercio **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
57. Lupinus micranthus	Santo Quercio **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
58. Lupinus graecus	Radura del Pastore, Malafede, Capocotta eliporto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994). Nota solo per la Penisola Balcanica e poche località nel Lazio; segnalata a Castelporziano per la prima volta in Italia (Anzalone, Lattanzi, Lucchese 1990). Il popolamento presso l'entrata di Malafede è ridotto ormai a pochi individui per il pesante carico bovino, in migliori condizioni quelli della Radura del pastore e di Capocotta.
59. Lythrum borysthenicum	Piscina Camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
60. Lythrum portula	Piscina Infermeria, Selciarella, Piscina dei Materiali, zone umide Pignocco **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).
61. Malcomia ramosissima	Retroduna da Grotta di Piastra a Tor Paterno **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
62. Malcomia nana	Retroduna di Grotta di Piastra **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997)
63. Moehringia trinervia ssp. pentandra	Farnete **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
64. Myosotis sicula	Piscina dei Materiali, zone umide presso Fontanile della Dogana e Cioccati, parcelle 44, 52, 55, 62, 67 Riserve nuove **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
65. Moenchia erecta	Piscina Camilletto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
66. Moenchia mantica	Sentieri e radure Spagnola, Ponte dei Materiali, Riserve Nuove, Sughereta, Ponte Guidone, Finocchiella **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).
67. Montia minor	Zone umide Farnete **Note**: In via d'estinzione per l'Italia (Pignatti 1982). RR nel Lazio (Anzalone 1994).

68. Myriophyllum alterniflorum	Piscine Spinaceto, Piscine di Cioccati, Piscina M.ti del Pero, Piscina del Presidente **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994). Vulnerabile (VU) per l'Italia (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
69. Narcissus tazetta	Canali e bordi strada nella parte centrale della Tenuta, Riserve Nuove, Dogana. **Note**: Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
70. Oenanthe silaifolia	Piscina Infermeria **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
71. Ophioglossum lusitanicum	Pozzo Napoliello **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
72. Pancratium maritimum	Litorale Grotta di piastra **Note**: Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974
73. Paronychia echinulata	Piscina Camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
74. Paspalum dilatatum	Malafede **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
75. Periballia minuta	Figurone, Figurella di sotto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
76. Petrorhagia nanteulii	Grotta di Piastra, praterie presso Malafede **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
77. Phalaris truncata	Tor Paterno **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
78. Polycarpon tetraphyllum ssp. diphyllum	Selciatella **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
79. Polycnemum arvense	Malafede, Trafusa **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
80. Polygonum romanum	Grotta Romagnola, Trasfusa, Ortaccio, Cioccati **Note**: Endemica. Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974
81. Potamogeton polygonifolius	Piscina camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
82. Pulicaria vulgaris	Farnete, Quarticciolo **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
83. Pulicaria sicula	Farnete **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
84. Radiola linoides	Piscina Camilletto, Piscina Materiali, Quarticciolo **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
85. Ranunculus ophioglossifolius	Spinaceto, Cioccati, Ponte dei Materiali, Scopone, Parcella 67, Parcella 44, Parcella 55, Piscina Camilletto, Piscina dei Materiali. **Note**: Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997).
86. Romulea columnae ssp. rollii	Piscina Barcaccia **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996). Minacciata (EW) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997)

87. Sagina maritima	Grotta di Piastra **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
88. Schoenus nigricans	Grotta di Piastra, Tor Paterno **Note**: Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974.
89. Scirpus cernuus	Zone umide presso Fontanile della Dogana, zone umide parc. 44 Farnete, Cioccati. **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). PC nel Lazio (Anzalone 1996).
90. Senecio leucanthemifolius	Retroduna Grotta di Piastra, Tor Paterno **Note**: Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974.
91. Serapias parviflora	Praterie presso Riserve nuove **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); PC nel Lazio (Anzalone 1996).
92. Setaria parviflora	Praterie presso Riserve nuove. Ruderi Tor Paterno **Note**: R in Italia (Pignatti 1982); PC nel Lazio (Anzalone 1996).
93. Silene laeta	Santo Quercio, Riserve nuove, Tor Paterno, Farnete, Camilletto **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
94. Solanum nigrum ssp. schultesii	Piscina Barcaccia **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
95. Solenopsis laurentia	Piscina Camilletto, Piscina Chiara **Note**: R in Italia (Pignatti 1982) e nel Lazio (Anzalone 1994).
96. Sporobolus indicus	Malafede, Sughereta, Spagnoletta **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
97. Tamarix dalmatica	Piscina Camilletto, radure Capocotta **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
98. Taraxacum palustre	Ortaccio **Note**: Scomparsa nel Lazio (NT) secondo Anzalone (1994), ma recentemente è stata ritrovata nel Viterbese (Scoppola *et al.*) e la sua presenza nel Lazio è da ritenere molto più ampia (Lucchese, dati inediti).
99. Teesdalia coronopifolia	Piscina Barcaccia **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
100. Tragopogon hybridus	Trafusine, Casale Cassa **Note**: RR in Italia (Pignatti 1982). PC nel Lazio (Anzalone 1994). Specie protetta legge Regionale Lazio n. 61 19/9/1974
101. Trifolium dubium	Tor Paterno **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).
102. Trifolium michelianum	Piscina Camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
103. Trifolium sebastiani	Sanpietrini nel Borgo, praterie circostanti, Rimessone **Note**: PC nel Lazio (Anzalone 1994).
104. Trifolium striatum	Pignocco **Note**: R in Italia (Pignatti 1982).
105. Trifolium strictum	Santo Quercio **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994).

106. Trifolium suffocatum	Retroduna Grotta di Piastra, Tor paterno, Asfodeleto presso fontanile della Dogana sentieri e bordo sentieri periodicamente allagati a Colonnacce, Ponteguidone, ponte dei Materiali, Finocchiella **Note**: R in Italia (Pignatti 1982). PC nel Lazio (Anzalone 1994). Abbastanza frequente a Roma e Castelporziano negli interstizi umidi dei sampietrini.
107. Tuberaria praecox	Selciarella, Piscina Chiara, Pignocco **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
108. Ulex europaeus	Lungo il muro esterno lungo via Cristoforo Colombo. Qualche plantula osservata anche nelle parcelle 207, 264 e 1. **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
109. Ulmus laevis	Grotta Romagnola **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994).
110. Utricularia vulgaris	Piscina Camilletto **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994). Minacciata (EN) nel Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997)
111. Veronica scutellata	Piscina Camilletto, Parc. 44 **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1994). Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997)
112. Vicia disperma	Trafusine, Contumaci, Casale Cassa **Note**: RR nel Lazio (Anzalone 1994). Vulnerabile (VU) per il Lazio (Lista Rossa WWF, SBI 1997)
113. Vicia villosa ssp. ambigua	Tor Paterno, Riserve Nuove, Cioccati, eliporto Capocotta, Figurella di sotto **Note**: R in Italia (Pignatti 1982).
114. Vulpia bromoides	Farnete **Note**: R nel Lazio (Anzalone 1996).
115. Zannichellia palustris	Piscine della Dogana, Tor Paterno **Note**: Vulnerabile (VU) per l'Italia (Lista Rossa WWF, SBI 1997)

EMERGENZE VEGETAZIONALI E LOCALIZZAZIONE

Il codice Corine è riferito all'adattamento esposto sul Decreto Presidenziale 8/9/97 n. 257 «Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43 CEE relativa alla conservazione degli Habitar naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche». Ripetutamente aggiornato il Codice Corine mostra forti limiti nell'applicazione in ambiente mediterraneo. Tuttavia è stato possibile riferire la maggior parte delle emergenze vegetazionali in una delle categorie descritte nel decreto. Vengono anche riportati i codici Natura 2000, più facilmente comprensibili e di uso molto più frequente che i codici Corine; inoltre ormai vengono usati in tutti i documenti ufficiali della Commissione Europea che riguardano problemi di conservazione della natura.

Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*

Comunità vegetali effimere delle pozze temporanee a fioritura precoce
Localizzazione: Aree umide di Riserve Nuove, Spinaceto, Cioccati, Ponte dei Materiali, Scopone, Parcella 67, Parcella 55, Camilletto, Piscina dei Materiali, Piscine della Dogana.
Codice Corine: 24.4 vegetazione sommersa di ranuncoli
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE. Si tratta di comunità diffuse in tutte le aree umide della tenuta ma ormai pressoché scomparse dalla zona subcostiera tirrenica per bonifiche, infrastrutture ed inquinamento delle falde.

Aggruppamento a *Potamogeton crispus*

Acque mesotrofe lentamente fluenti, tra i 10 e i 180 cm di profondità.
Localizzazione: Ortaccio, Ponte Ruffo
Codice Corine: 22.422 communities of small pondweeds
Note: rara per la Campagna Romana
Dir. 92/43/CEE

Aggruppamento a *Myriophyllum alterniflorum* e *Potamogeton crispus*

Acque oligotrofe.
Localizzazione: Piscine di Spinaceto.
Note: rr per la Campagna Romana e per il litorale mediotirrenico
Dir. 92/43/CEE

Zannichellietum palustris (Baumann 1911) G. Lang 1967

Acque moderatamente fluenti, a profondità 10-50 cm su substrati limosi o limoso fangosi.
Localizzazione: Tor Paterno, piscine dei Cioccati.
Note: rr per la Campagna Romana. In via di scomparsa per il litorale mediotirrenico.
Dir. 92/43/CEE

Radiolo-Isoetetum histricis Chevassut et Quezel 1956

Comunità a nanoterofite ed emicriptofite scapose dei suoli oligotrofi periodicamente inondati
Localizzazione: Nei terreni scoperti della duna antica soggetti ad allagamenti periodici e ai margini delle piscine maggiormente illuminate. Ponte Materiali, Piscina Materiali, Parcelle 52, 67, 55, 75 Spagnola, Tellinaro, Camilletto, Pignocco
Codifica Corine: 22.34 Stagni periodici mediterranei
Codifica Natura 2000: 3170 Mediterranean temporary ponds. Habitat prioritario.
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
rr in tutta l'Italia peninsulare

Associazione a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*

Localizzazione: Farnete, Spinaceto, Cioccati, Ponte dei Materiali, Scopone, Parcella 67, Parcella 44, Parcella 55, Camilletto, Piscina dei Materiali, Piscine della Dogana. Pignocco
Codifica Corine: 22.32 Vegetazione delle rive riemerse (*Nanocyperetalia*)
Codifica Natura 2000: 3170 Mediterranean temporary ponds. Habitat prioritario
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
rr in tutta l'Italia peninsulare

Sparganietum erecti Roll 1938

Associazione idrofila delle acque poco profonde, ferme o a lento corso.
Localizzazione: Ortaccio, canali presso Malpasso, Ponte Ruffo
Aggruppamento a Carex otrubae
Praterie mesofile a *Carex otrubae*.
Localizzazione: Ortaccio, Ponte Ruffo, Valle dell'Oro.
Caricetum repariae Knapp et Stoofers 1962
Prati palustri e ripariali a *Carex riparia*.
Localizzazione: Ortaccio, Tor Paterno, Ponte Ruffo, Valle dell'Oro.
Caricetum elatae Koch 1926
Associazione a grandi carici dei bordi delle piscine e delle radure dei boschi allagati.
Localizzazione: Stradone dei Canali.

Codice Corine: tutte queste formazioni vanno riferite a 33.7 e 33.8 Praterie di megaforbie eutrofiche
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
rr Lazio. *Caricetum repariae* e "*Caricetum otrubae*" solo qui nel Comune di Roma.

Bidenti-Polygonetum hydropiperis (W. Koch 1926) Lohm. 1950

Popolamenti paucispecifici e monospecifici a *Persicaria hydropiper* dei terreni periodicamente inondati ricchi di composti azotati.
Localizzazione: Presso Fontanile della Dogana, aree umide delle Riserve Nuove, dello Scopone e del Camilletto, Canali.
Codice Corine: 22.33 Praterie eurosiberiane a specie annuali nitrofile (*Bidention*)
Codice Natura 2000: 3270 Rivers with muddy banks with *Chenopodion rubri* p.p. and *Bidention* p.p. vegetation
Note: rr per il Comune di Roma

Paspalo-Agrostidetum Br. Bl. 1936

Vegetazione effimera delle zone periodicamente inondate ricche in composti azotati e calpestate.
Localizzazione: Tor Paterno, Piscina Infermeria, Malpasso, fossi e canali luminosi.
Codice Corine: 24.53 *Paspalo-Agrostidion*
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae Riv. Mart. et Costa in Riv. Mart., Costa,

Castroviejo e Valdes 1980
Prati relativamente umidi e calpestati caratterizzati dalla costante presenza di *Carex divisa*.
Localizzazione: Radure nelle cerrete, pratelli interstradali nelle sterrate: Ponteguidone, Finocchiella, Ponte dei Materiali, Colonnacce

Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign. 1953) Géhu 1984

Vegetazione debolmente alofila delle depressioni umide interdunali.
Localizzazione: Interduna presso Grotta di Piastra
Codice Corine: 16.30 Depressioni umide interdunali
Codice Natura 2000: 2190 Humid dune slacks
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Associazione a Juncus inflexus e Scirpus holoschoenus

Vegetazione a giunchi dei bordi delle piscine e delle aree soggette a periodici allagamenti.
Localizzazione: Piscine e zone umide: Dogana, Selciarella, Tor Paterno, F.sso delle Rogare, Scopone, Camilletto, Cioccati, parc. 55, 44, 62, 67
Codice Corine: 37.4 Praterie mediterranee con alte erbe e giunchi.
Codice Natura 2000: 64.20 Mediterranean tall humid grasslands of the Molinio-Holoschoenion
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Associazione a Calamagrostis epigejos

Vegetazione a graminacee alte e giunchi delle aree ad idromorfia temporanea.
Localizzazione: Zone umide di Capocotta, Cioccati, Spagnola.
Codice Corine: 37.4 Praterie mediterranee con alte erbe e giunchi.
Codice Natura 2000: 64.20 Mediterranean tall humid grasslands of the Molinio-Holoschoenion
Note: Rarissima nel Lazio. Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Associazione ad Holcus lanatus

Praterie mesofile ad *Holcus lanatus*.
Localizzazione: Ortaccio, Piscina Infermeria, Ponte Ruffo.
Codice Corine: può rientrare in 38.2 Praterie magre da fieno a bassa altitudine
Codice Natura 2000: 6510 Lowland hay meadows (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)
Note: Rara nella Campagna Romana. Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Cakiletum maritimae Pign. 1953

Vegetazione effimera del primo tratto di spiaggia emersa.
Localizzazione: Lungo tutto il litorale frammentato dalle attività antropiche (uso di mezzi pesanti per la pulizia della spiaggia).

Codice Corine: 16.12 Vegetazione annuale della linea di costa e della spiaggia emersa dei *Cakiletea maritimae.*
Codice Natura 2000: 17.2 (1210) Annual vegetation of drift lines
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Ammophiletum arundinaceae Br.-Bl. (1921) 1933

Associazione ad *Ammophila arenaria* delle dune costiere mediterranee.
Localizzazione: In frammenti lungo il litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.
Codice Corine: 16.212 Dune ad Ammophila
Codice Natura 2000: 22. Sea dunes of the Mediterranean coast
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
fortemente impattata nel litorale tirrenico

Sporobolo-Elymetum farcti [(Br.-Bl. 1933) Géhu *et al.*, 1972)] Géhu 1984

Comunità ad *Elytrigia juncea* e *Sporobolus virginicus* delle dune embrionali
Localizzazione: In frammenti lungo il litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.
Codice Corine: 16.211 Dune mobili embionali (*Agropyrion juncei*)
Codice Natura 2000: 2110 Embryonic shifting dunes
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
fortemente impattata nel litorale tirrenico.

Crucianelletum maritimae Br.-Bl. (1921) 1933

Associazione di retroduna in tratti con maggior accumulo di humus.
Localizzazione: Frammenti molto discontinui e poco frequenti lungo il litorale
Codice Corine: 16.223 *Crucianellion maritimae*
Codice Natura 2000: 2130 Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (grey dunes)
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE
Ormai molto rara in tutta Italia

Aggruppamento ad *Ononis variegata*

Comunità paucispecifiche dominate da *Ononis variegata* pioniere della precedente.
Localizzazione: Litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.
Codice Corine: 16.223 *Crucianellion maritimae*
Codice Natura 2000: 2130 Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation (grey dunes)
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Vulpio-Dasypyretum villosi Fanelli 1998
Praterie pseudosteppiche a *Dasypyrum villosum* e *Vulpia ligustica*
Localizzazione: Casale Trafusina, Casale Cassa, Bufolareccia, Ortaccio, Ponte Ruffo, Piscina Infermeria, Radura del Pastore, Rimessone.
Laguro-Dasypyretum villosi Fanelli 1998
Praterie pseudosteppiche sublitoranee a terofite.
Localizzazione: Cioccati, Tor Paterno, Pantan di Lauro, Grascete (radure e sentieri), Capocotta (radure retrodunali).
Corine: Possono rientare entrambi in 34.5. Percorsi substeppici di graminacee e piante annue (*Thero-Brachypodietea*)
Codice Natura 2000: 6220 Pseudo-steppe with grasses and annuals of the *Thero-Brachypodietea*
Note: Dec. Pres. Rep. 8/9/97 n. 357 Dir. 92/43/CEE

Moenchio-Tuberarietum guttatae Lucchese et Pignatti 1987

Associazione tirrenica a fenologia precoce dei pratelli su terreni poveri in nutrienti, su sabbia silicea in condizioni di relativa umidità.
Localizzazione: Sui terreni esposti della Duna Antica, nelle cistete e lungo i sentieri nelle sugherete. Spagnoletta, Finocchiella
Codice Corine: 16.227 Dune fisse a vegetazione erbacea (*Thero-Airon*, *Botrychio-Polygaletum*, *Tuberarion guttatae*) e 35.3 Praterie mediterranee su suoli silicei
Codice Natura 2000: 6220 Pseudo-steppe with grasses and annuals of the *Thero-Brachypodietea*. Habitat prioritario.
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae (Pign. 1953) Géhu et Scoppola 1984

Vegetazione a terofite a fenologia primaverile delle sabbie aride retrodunali.
Localizzazione: praterie litoranee Capocotta, Eliporto, Grotta di Piastra
Codice Corine: 16.227 Dune fisse a vegetazione erbacea (*Thero-Airon*, *Botrychio-Polygaletum*, *Tuberarion guttatae*)
Codice Natura 2000: 6220 Pseudo-steppe with grasses and annuals of the *Thero-Brachypodietea*. Habitat prioritario.
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Aggruppamento a Cistus salvifolius

Radure delle sugherete e degli ericeti sulla Duna Antica e terreni acidificati influenzati da incendi nel passato.
Localizzazione: Spagnoletta, Sughereta, Finocchiella, Ponteguidone
Codice Corine: 16.28 Dune con vegetazione di sclerofille (*Cisto-Lavanduletalia*) 32.3 Macchia su silice mesomediterranea (*Cisto-Lavanduletea*)
Codice Natura 2000: 53. Thermo-Mediterranean and pre-steppe brush
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Helichryso stoechadis-Cistetum eriocephali Biondi 1999

Garighe mediterranee dei suoli calcarei poco profondi a *Cistus creticus ssp. eriocephalus* e specie dei *Rosmarinetea*.
Localizzazione: Sabbie della duna recente, lungo il litorale.
Codice Corine: 32.43 Garighe a *Cistus* su calcare
Note: le garighe a *C. creticus ssp. eriocephalus* sono estremamente frammentate e sporadiche sul litorale tirrenico. Dir. 92/43/CEE

Erico-Rosmarinetum Horvatic 1958

Cespuglieti mediterranei dei suoli calcarei a *Rosmarinus officinalis* ed *Erica multiflora*.
Localizzazione: Duna recente da Grotta di Piastra a Capocotta.
Codice Corine: 32.42 Garighe a *Rosmarinus*
Codice Natura 2000: 52.4 Basophilous mediterranean shrubs
Note: quasi scomparsi dal litorale Romano. Dir. 92/43/CEE

Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae (R. et R. Molinier 1955) de Bolos 1962

Macchia a ginepri e specie della lecceta delle dune mobili.
Localizzazione: In frammenti lungo il litorale.
Codice Corine: 16.27 Perticaia costiera di ginepri (*Juniperus* sp.pl.)
Codice Natura 2000: 2250 Coastal dunes with Juniperus spp.
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE
Quasi scomparse dal litorale romano

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Mart. 1975

Lecceta occidentale.
Localizzazione: Ampie zone della duna recente interna. Particolarmente rilevante la foresta di alto fusto sui ruderi a Grotta di Piastra.
Codice Corine: 45.3 Foreste di *Quercus ilex*
Codice Natura 2000: 9340 *Quercus ilex* and *Quercus rotundifolia* forests
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 1936) Riv. Mart. 1975 ***suberetosum*** Br.-Bl. 1936

Sughereta con sottobosco della lecceta
Localizzazione: Esempi significativi a Spagnoletta, Sughereta, Finocchiella.
Codice Corine: 45.2 Foreste di *Q. suber*
Codice Natura 2000: 9330 *Quercus suber* forests
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Lauro-Carpinetum betuli Lucchese et Pign. 1990

Boschi igrotermofili di forra a *Laurus nobilis* e *Carpinus betulus*.
Localizzazione: Valle Carbonara, Grotta Romagnola, Valle Renaro
Codice Corine: 45.6 Laurisylves
Codice Natura 2000: 5320 Western Laurus nobilis thicket
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE Habitat prioritario
Osservato solo qui e nelle forre della Tolfa (Pignatti, Lucchese 1990).

Querco-Ulmetum minoris Issler 1924

Bosco igrofilo a Farnia e Olmo soggetto a periodiche inondazioni.
Localizzazione: Fosso dei Muraccioli, Tellinaro, Cioccati Strada del telefono, Stradone dei Canali, Piscinale del Tellinaro
Codice Corine: 44.44 Foreste planiziare di farnia
Codice Natura 2000: 91F0 Riparian mixed forests of *Quercus robur*, *Ulmus laevis and Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* or *Fraxinus angustifolia*, along the great rivers (*Ulmenion minoris*).
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE
Quasi scomparso dalla zona mediotirrenica.

Echinopo-Quercetum frainetto Blasi et Paura 1993

Querceto tirrenico caducifoglio a cerro e farnetto.
Localizzazione: Nuclei significativi: Figurone, Farnete, Tellinaro, Pignocco
Codice Corine: 41.1B Boschi a *Quercus frainetto*
Codice Natura 2000: 9280 *Quercus frainetto* woods
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

Carici remotae-Fraxinetum Koch ex Faber 1936

Bosco di frassino a *Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa* su alvei fluviali, bordi stagni, zone periodicamente inondate.
Localizzazione: Zone umide Capocotta, Piscina Bassana, Strada del telefono, Stradone dei Canali
Codice Corine: frassineti di *Fraxinus angustifolia*
Codice Natura 2000: 91B0 Thermophilous *Fraxinus angustifolia* woods.
Note: Decr. Pres. Rep. n. 357 8/11/97 Dir. 92/43/CEE

ZONE DI PARTICOLARE RILIEVO BOTANICO E VEGETAZIONALE

Piscina Camilletto

Emergenze floristiche: *Isoetes histrix*, *Moenchia erecta*, *Trifolium michelianum*, *Radiola linoides*, *Anagallis arvensis ssp. parviflora*, *Cicendia filiformis*, *Exaculum pusillum*, *Kickxia cirrhosa*, *Veronica scutellata. Utricularia vulgaris*, *Solenopsis laurentia*, *Leontodon taraxacoides*, *Damasonium alisma*, *Baldellia ranuncoloid*es, *Agrostis pourretii, Agrostis castellana, Danthonia decumbens, Evax pygmaea, Lythrum borystenicum, Paronychia echinulata, Potamogeton polygonifolius, Ranunculus ophioglossifolius, Silene laeta, Tamarix dalmatica*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, *Radiolo-Isoetetum histricis,* Ass.ne a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata, Bidenti-Polygonetum hydropiperis,* Ass.ne a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus*

Farnete

Emergenze floristiche: *Anagallis arvensis ssp. parviflora, Callitriche truncata, Periballia minuta, Beckmannia eruciformis, Isoetes histrix, Scirpus cernuus, Pulicaria sicula, Genista monspessulana, Silene laeta, Dactyloctaenium aegyptium, Montia minor, Apium inundatum, Barbarea verna, Callitriche obtusangola, Carex punctata, Pulicaria vulgaris, Vulpia bromoides*
Emergenze vegetazionali: *Isoeto-Nanojuncetea*, *Echinopo-Quercetum frainetto*

Riserve Nuove

Emergenze floristiche:
Zone inondate: *Damasonium alisma*, *Cardamine parviflora*, *Apium inundatum*, *Beckmannia eruciformis*, *Deschampsia cespitosa*, *Dactyloctaenium aegyptium, Callitriche obtusangola, Myosotis sicula*
Praterie: *Corrigiola litoralis*, *Moenchia mantica*, *Vicia villosa ssp. ambigua*, *Heliotropium supinum*, *Antinoria insularis*, *Serapias parviflora, Narcissus tazetta, Silene laeta*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, *Bidenti-Polygonetum hydropiperis*

Zone umide Pignocco

Emergenze floristiche: *Callitriche truncata, Anagallis arvensis ssp. parviflora, Lythrum portula, Cardamine parviflora, Deschampsia cespitosa, Aphanes microcarpa, Trifolium striatum, Tuberaria praecox*
Emergenze vegetazionali: *Isoeto-Nanojuncetea*, *Parvopotamion*, *Echinopo-Quercetum frainetto*

Grotta di Piastra
Retroduna:
Emergenze floristiche: *Malcomia nana*, *Halimium halimifolium*, *Trtifolium suffocatum*, *Coronilla juncea*, *Daphne sericea*, *Malcomia ramosissima, Euphorbia humifusa, Schoenus nigricans, Petrorhagia nanteulii, Asparagus aphyllus, Linum maritimum, Senecio leucanthemifolius*
Emergenze vegetazionali: zona umida: *Eriantho-Schoenetum nigricantis*
zona arida: garighe a *Rosmarinus officinalis* ed *Erica multiflora*, garighe a *Cistus incanus*, frammenti di *Juniperetum macrocarpae* Ruderi: splendido esempio di *Viburno-Quercetum ilicis* alto fusto
Fascia litoranea:
Emergenze floristiche: *Pancratium maritimum, Ammophila arenaria, Sagina maritima*
Emergenze vegetazionali: Serie delle dune (*Cakiletea e Ammophiletea arundinaceae*)

Parc. 172 a

Emergenze floristiche: *Carex elata*, *Euphorbia corallioides*
Emergenze vegetazionali: *Querco-Ulmetum*, *Carici-Fraxinetum*

Piscina Infermeria

Emergenze floristiche: *Juncus heterophyllus*, *Lythrum portula*, *Oenanthe silaifolia*, *Eryngium barrelieri*
Emergenze vegetazionali: *Paspalo-Agrostidetum*, *Parvopotamion*

Casale Cassa:

Emergenze floristiche: *Tragopogon hybridus, Vicia disperma*
Emergenze vegetazionali: *Vupio-Dasypyretum*

Parc. 178:

Emergenze floristiche: *Cicendia filiformis*
Emergenze vegetazionali: *Vupio-Dasypyretum*

Piscina Chiara

Emergenze floristiche: *Solenopsis laurentia*, *Damasonium alisma*, *Baldellia ranuncoloides, Antinoria insularis, Avellinia michelii, Callitriche truncata, Illecebrum verticillatum, Tuberaria praecox*
Emergenze vegetazionali: *Isoeto-Nanojuncetea*, *Pavopotamion*

Valle Renaro

Emergenze floristiche: *Anagallis arvensis ssp. parviflora, Cynara cardunculus*
Emergenze vegetazionali: *Isoeto-Nanojuncetea*, *Lauro-Carpinetum betuli*

Borgo

Emergenze floristiche: *Berteroa obliqua* (praterie), *Trifolium suffocatum, Trifolium sebastiani* (sampietrini)

Santo Quercio:

Emergenze floristiche: *Euphorbia cuneifolia, Silene laeta, Lotus conimbricensis, Euphorbia cuneifolia, Cicendia filiformis Lathyrus nissolia, Lupinus micranthus, Trifolium strictum*

Figurella di sopra:

Emergenze floristiche: *Vicia villosa ssp. ambigua*, *Periballia minuta, Carduus macrocephalus*

Rimessone

Emergenze floristiche: *Trifolium sebastiani*, *Berteroa obliqua*
Emergenze vegetazionali: *Vupio-Dasypyretum*

Tor Paterno

Emergenze floristiche: Retroduna: *Silene laeta*, *Malcomia ramosissima*, *Asparagus aphyllus, Schoenus nigricans, Senecio leucanthemifolius.*
Praterie sui ruderi: *Fumaria bicolor, Setaria parviflora*, *Vicia villosa ssp. ambigua*, *Trifolium dubium, Silene laeta, Trifolium suffocatum*, *Coronilla juncea*, *Linum maritimum, Phalaris truncata.*
Zone umide: *Zanichellia palustris*, *Callitriche truncata, Isoetes velata, Ceratophyllum submersum.*
Emergenze vegetazionali: Retroduna: *Laguro-Dasypyretum*
Zone umide: comunità dei *Potametea e* degli *Holoschoenetalia*, *Paspalo-Agrostidetum*, serie dei *Phragmitetea*

Praterie presso ingresso Malafede

Emergenze floristiche: *Berteroa obliqua, Lupinus graecus, Chenopodium urbicum, Paspalum dilatatum, Petrorhagia nanteulii, Polycnemum arvense, Sporobolus indicus.*
Emergenze vegetazionali: *Vulpio-Dasypyretum*

Grotta Romagnola

Emergenze floristiche: *Euphorbia cuneifolia*, *Lathyrus nissolia, Beckmannia eruciformis, Polygonum romanum, Ulmus laevis*
Emergenze vegetazionali: forre: *Lauro-Carpinetum*

Pozzo Napoliello

Emergenze floristiche: *Carex elata*, *Callitriche truncata, Frangula alnus, Ophioglossum lusitanicum*
Emergenze vegetazionali: *Caricetum elatae*, Ass. a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius, Querco-Ulmetum*

Ponte Ruffo

Emergenze floristiche: *Apium inundatum*, *Cardamine parviflora*, *Oenanthe silaifolia, Callitriche obtusangola*
Emergenze vegetazionali: Aggruppamento a *Potamogeton crispus*, *Caricetum ripariae*, *Caicetum otrubae*, Praterie mesofile ad *Holcus lanatus*

Capocotta

Emergenze floristiche: Radura del Pastore: *Silene laeta*, *Vicia villosa ssp. ambigua*
Retroduna: *Daphne sericea*, *Euphorbia cuneifolia*, *Lupinus graecus, Tamarix dalmatica*
Zone umide: *Ranunculus ophioglossifolius*, *Callitriche truncata*
Emergenze vegetazionali: Zone umide: *Ass.ne a Calamagrostis epigejos*, *Querco-Ulmetum, Ass.ne a Juncus depauperatus.*
Retroduna*: Sileno-Vulpietum membranaceae*, *Erico-Rosmarinetum*
Maggior parte della Tenuta: *Echinopo-Quercetum frainetto*
Ruderi: *Viburno-Quercetum ilicis* alto fusto

Cioccati

Emergenze floristiche: Praterie: *Silene laeta*, *Vicia villosa ssp. ambigua, Polygonum romanum, Cicendia filiformis, Juncus depauperatus*
Zone umide: *Myosotis sicula*, *Juncus heterophyllus, Callitriche truncata, Lemna gibba, Myriophyllum alterniflorum, Ranunculus ophioglossif*

Emergenze vegetazionali: Praterie: *Laguro-Dasypyretum*, *Vulpio-Dasypyretum*, *Moenchio-Tuberarietum guttatae*
Zone umide: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, *Zannichellietum palustris*, Associazione a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata,* Associazione a *Calamagrostis epigejos*, Ass. a *Scirpus holoschoenus* e *Juncus inflexus*, *Querco-Ulmetum*

Colonnacce

Emergenze floristiche: *Trifolium suffocatum, Aphanes microcarpa*
Emergenze vegetazionali: *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*

Dogana

Emergenze floristiche: Zone umide (comprese quelle di recente creazione): *Callitriche truncata, Cardamine parviflora, Cicendia filiformis, Scirpus cernuus, Juncus heterophyllus, Myosotis sicula*, *Narcisus tazetta* (canali), *Zannichellia palustris*
Asfodeleti: *Trifolium suffocatum*

Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, Associazione a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*, *Bidenti-Polygonetum hydropiperis*, Associazione a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus*

Finocchiella

Emergenze floristiche: *Trifolium suffocatum, Moenchia mantica*
Emergenze vegetazionali: *Moenchio-Tuberarietum guttatae*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae, Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*

Figurone

Emergenze floristiche: *Genista monspessulana, Periballia minuta, Barbarea verna*
Emergenze vegetazionali: *Echinopo-Quercetum frainetto*

Figurella di sotto

Emergenze floristiche: *Vicia villosa* ssp. *ambigua*, *Periballia minuta*
Emergenze vegetazionali: *Vulpio-Dasypyretum*

Fosso dei muraccioli

Emergenze vegetazionali: *Querco-Ulmetum*

Ortaccio

Emergenze floristiche: *Cardamine parviflora*, *Apium inundatum, Taraxacum palustre, Lemna gibba, Polygonum romanum, Callitriche obtusangola*.
Emergenze vegetazionali: Comunità dei *Potametea*, *Sparganietum erecti*, *Caricetum ripariae*, *Caricetum otrubae*, Ass.ne ad *Holcus lanatus*

Parcella 58

Emergenze floristiche: *Ranunculus ophioglossifolius, Callitriche truncata*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, Ass.ne a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius*

Parcella 67

Emergenze floristiche: *Ranunculus ophioglossifolius, Callitriche truncata, Myosotis sicula*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, Ass.ne a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius*

Piscina Bassana

Emergenze floristiche: *Corrigiola litoralis*
Emergenze vegetazionali: *Carici-Fraxinetum*

Piscinale del Tellinaro

Emergenze floristiche: *Silene laeta*, *Euphorbia corallioides, Digitaria debilis, Frangula alnus*
Emergenze vegetazionali: *Radiolo-Isoetetum histricis*, *Querco-Ulmetum*

Pizzuto

Emergenze floristiche: *Callitriche truncata*, *Anagallis arvensis ssp. parviflora, cardamine parviflora*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius*

Ponte dei Materiali

Emergenze floristiche: *Moenchia mantica, Trifolium suffocatum, Myosotis sicula, Radiola linoides, Callitriche truncata, Isoetes histrix, Lythrum portula, Ranunculus ophioglossifolius*
Emergenze vegetazionali: *Moenchio-Tuberatietum*, Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae*

Ponteguidone

Emergenze floristiche: *Trifolium suffocatum, Moenchia mantica*
Emergenze vegetazionali: *Trifolio resupinati-Caricetum chaetophyllae,* Garighe a *Cistus salvifolius*

Puntoni

Emergenze floristiche: *Euphorbia cuneifolia*

Scopone (zone umide)

Emergenze floristiche: *Ranunculus ophioglossifolius, Juncus depauperatus*
Emergenze vegetazionali: Ass.ne a *Callitriche truncata e Ranunculus ophioglossifolius*

Selciarella

Emergenze floristiche: *Anagallis arvensis ssp. parviflora*, *Lythrum portula*, *Tuberaria praecox*
Emergenze vegetazionali: Associazione a *Juncus inflexus* e *Scirpus holoschoenus, Isoeto-Nanojuncetea*

Spinaceto (zone umide)

Emergenze floristiche: *Callitriche truncata*, *Ranunculus aquatilis, Ranunculus ophioglossifolius, Myriophyllum alterniflorum*
Emergenze vegetazionali: ass.ne a *Callitriche truncata* e *Ranunculus ophioglossifolius*, Ass.ne a *Callitriche stagnalis* e *Ranunculus aquatilis*, Aggruppamento a *Myriophyllum alterniflorum* e *Potamogeton crispus*

Spagnola

Emergenze floristiche: *Moenchia mantica, Silene laeta*
Emergenze vegetazionali: ottimi esempi *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum*, *Moenchio-Tuberarietum guttatae*

Sughereta

Emergenze floristiche: *Moenchia mantica, Sporobolus indicus*
Emergenze vegetazionali: ottimi esempi *Viburno-Quercetum ilicis suberetosum, Moenchio-Tuberarietum guttatae*

Tellinaretto (zone umide)

Emergenze floristiche: *Cardamine parviflora*, *Beckmannia eruciformis*, *Juncus depauperatus*

Valle Carbonara

Emergenze vegetazionali: forre: *Lauro-Carpinetum betuli*

Allegato 3

LA FLORA BRIOLOGICA DI CASTELPORZIANO

Bianco P.M.

Come la flora vascolare anche quella briologica è piuttosto ricca annoverando 83 specie di muschi e 12 di epatiche.

La nomenclatura seguita per i muschi è quella di Corley *et al.* (1981) con gli aggiornamenti desunti da Cortini-Pedrotti (1992). Per quanto riguarda le epatiche ci si è basati su Grolle (1983) e Aleffi et Schumacker (1995).

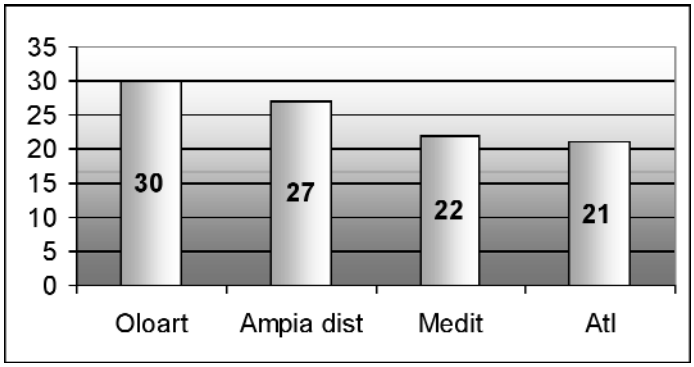
La famiglia maggiormente rappresentata è quella delle *Brachyteciaceae* (23 specie) seguita dalle *Pottiaceae* (20). In particolare le *Brachyteciaceae* risultano in gran parte distribuite nelle foreste mentre le *Pottiaceae* sono frequenti sui suoli minerali e presso ruderi e bordi di strada.

È stato possibile distinguere alcuni gruppi di specie particolarmente frequenti nei vari ambienti:

– Bordo sentieri nelle macche e nei boschi:	*Pseudoscleropodium purum*, *Mnium hornum*
– Macchie ad *Erica arborea*:	*Fossombronia angulosa*, *Scleropodium touretii*
– Macchie a *Quercus ilex*:	*Scleropodium touretii*, *Trichostomum brachydontium*
– Leccete alto fusto:	*Fissidens taxifolius*, *Isothecium alopecuroides*
– Zone incendiate recentemente:	*Bryum bicolor*, *Funaria hygrometrica*, *Barbula convoluta*
– Tronchi di *Quercus ilex*:	*Radula complanata*, *Brachytecium velutinum, Leptodon smithii*, *Fissidens cristatus*, *Hypnum cupressiforme*
– Ruderi, strade, zone antropizzate:	*Tortula muralis*, *Lunularia cruciata*, *Bryum argenteum*
– Dune costiere:	*Pleurochaete squarrosa*, *Trichostomum brachydontium*, *Tortella flavovirens*, *Tortula ruraliformis*, *Pseudocrossidium hornschuchianum*

In particolare si è osservato che nonostante l'aridità dei suoli i muschi sulla Duna recente rappresentano una componente rilevante della flora totale. In particolare si sono osservate comunità mesomediterranee molto simili al *Pleurochaeto-Tortuletum ruralis* (Brullo *et al*., 1991; Cortini-Pedrotti, 1964, 1980). Per quanto riguarda la florula corticola alcuni popolamenti osservati sono molto simili all'aggruppamento a *Frullania dilatata* e *Lejeunea cavifolia* e al *Leptodontetum smithii* Jäggli, 1933 segnalati per i lecci di Villa Borghese (Jäggli, 1934), le leccete umbre (Cortini Pedrotti, 1988, 1989; Andreani e Cortini Pedrotti, 1986), per il lago di Garda (Giacomini, 1953; Philippi, 1983), Spagna (Casas de Puig, 1954) e Francia occidentale (Wattez, 1979).

Dal punto di vista corologico vi è un sostanziale equilibrio tra mediterranee, oloartiche ed eurizionali.



Spettro corologico percentuale della flora muscinale.

Notevole la componente subatlantica favorita dalle condizioni umide delle macchie fitte e dei boschi ad alto fusto dominanti nell'area. Tra le specie più frequenti di questo contingente ricordiamo *Frullania dilatata, Trichostomum brachydontium var. littorale, Tortella flavovirens, Bryum donianum.*

Oltre che nella lecceta, nella duna e lungo i sentieri i muschi sono frequenti anche nelle macchie chiuse ove si instaurano particolari condizioni caldo umide.

ELENCO DELLE SPECIE

HEPATICAE

JUNGERMANIALES

CALYPOGEIACEAE
Calypogeia fissa (L.) Raddi – Temp. – Sugherete. ericeti **c**

FRULLANIACEAE
Frullania dilatata (L.) Dumort. – Med.-Atl. – Cortecce di *Quercus robur* **c**
Frullania tamarisci (L.) Dumort. – Oloart.-Medit. – Cortecce, sabbie umide **c**

PORELLACEAE
Porella platyphylla (L.) Pfeiff. – Oloart.-Medit. – Cortecce **c**

RADULACEAE
Radula complanata (L.) Dumort. – Circumb. – Cortecce **c**

MARCHANTIALES

CONOCEPHALACEAE
Conocephalum conicum (L.) Underw. – Oloart.-Medit. – Suoli inondati, bordo piscine **c**

LUNULARIACEAE
Lunularia crociata (L.) Lindb. – Submed.-Subatl. – Suoli umidi **c**

RICCIACEAE
Riccia fluitans L. emend. Lorb. – Cosmop. – Pozze, fanghi, piscine **c**
Riccia glauca L. – Oloart.-Medit. – Sabbie silicee umide **c**

METZGERIALES

CODONIACEAE
Fossombronia angulosa (Dicks.) Raddi – Euram. – Macchie e garighe acidofile **c**
Fossombronia caespitiformis De Not. ex Rabenh. – Submed.-Subatl. – Macchie e garighe **c**

SPHAEROCARPALES

SPHAEROCARPACEAE
Sphaerocarpus michelii Bellardi – Suboc.-Submed. – Suoli inondati, bordo piscine **r**

MUSCI

DICRANALES

DITRICHACEAE
Pleuridium subulatum Rabenh. – Eur. – Tuberarieti, garighe a *C. salvifolius* **c**
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid. – Cosmop. – Suoli sabbiosi **c**

FISSIDENTALES

FISSIDENTACEAE
Fissidens taxifolius Hedw – Cosmop. – Sugherete, ericeti, boschi umidi **cc**
Fissidens bryoides Hedw. – Euram. – Forre, terreni umidi Duna Antica **cc**
Fissidens viridulus (Sw.) Wahlemb. – Eurimed. – Suoli umidi **c**

POTTIALES

POTTIACEAE
Trichostomum brachydontium Bruch – Eurimed. – Pteridieti, garighe a *Cistus incanus*, Duna Recente **c**
Tortella nitida (Lindb.) Broth. – Med. – Bordi strada, tufi, sentieri, cistete, tuberarieti **cc**
Tortella flavovirens (Bruch.) Broth. – Med.-Atl. – Terreni umidi, forre, leccete **r**
Didymon fallax (Hedw.) R. H. Zander – Temp. – Sentieri, ruderi, tufi **c**
Didymon luridus Hornsch. – Eurimed. – Dune costiere, tufi, ruderi **c**
Didymon tophaceus (Brid.) Lisa – Circumb. – Dune costiere, tufi, forre **c**
Didymon vinealis (Brid.) R.H. Zander – Term. merid. – Suoli sabbiosi Duna recente **c**
Pleurochaete squarrosa (Brid.) Lindb. – Term. merid. – Duna recente **cc**
Barbula convoluta Hedw. – Temp. – Suoli sabbiosi **c**
Barbula unguiculata Hedw. – Circumb. – Duna recente **c**
Pseudocrossium hornshuchianum (Shultz) R.H. Zander – Submed.-Subatl. – Duna Recente **c**
Tortula muralis Hedw. – Oloart. – Muri, ruderi, tufi **c**
— var. ***aestiva*** Hedw – Oloart. – Tufi, muri **cc**
— var. ***obcordata*** (Schimp.) Limpr. – Oloart. – Tufi, muri **cc**
Tortula laevipila (Brid.) Scwagr. – Cosmop. – Scorze **c**
Tortula marginata (Bruch & Schimp.) Spruce – Oc.-Med. – Muri **r**
Tortula ruralis (Hedw.) P. Gaertn. & al. – Oloart.-Medit. – Praterie **c**
Tortula ruraliformis (Besch.) Ingham – Submed.-Subatl. – Dune costiere **cc**
Tortula subulata (Hedw.) – Euram. – Boschi, macchie e garighe **c**
Tortula vahliana (Schultz) Mont. – Med.-Atl. – Dune costiere **r**

GRIMMIALES

GRIMMIACEAE
Schistidium apocarpum (Hedw.) Bruch & Schimp. – Subcosmop. – Ruderi, coltivi **c**
Grimmia pulvinata (Hedw.) Sm. – Temp. – Ruderi, muri **c**

FUNARIACEAE
Funaria convexa Spruce – Med. – **r**
Funaria hygrometrica Hedw. – Cosmop. – Asfalto, cistete, ericeti **c**
Funaria pulchella H. Philib. – Suboc.-Submed. – Muri, ruderi, terreni sabbiosi **c**
Entosthodon obtusus (Hedw.) Lindb. – Atl. – Forre, bordo fossi e piscine **c**

BRYALES

BRYACEAE
Bryum argenteum Hedw. – Temp. – *Bryo-saginetum* **r**
Bryum bicolor Dicks – Cosmop. – Campi, ruderi, bordo strada **r**
Bryum capillare – Temp. – Bordi strada, base d'alberi, ruderi, cistete, ericeti **c**
Bryum capillare Hedw. var. ***capillare*** – Cosmop. – Cortecce **c**
Bryum caespititium Hedw. ssp. ***eu-caespiticium*** Giac. – Bor. mesoterm – *Bryo-Saginetum*, ruderi **c**
Bryum donianum Grev. – Oc.-Med. **c**
Bryum torquescens Bruch & Schimp. – Cosmop. – Praterie, ruderi, dune costiere **c**

MNIACEAE
Plagiomnium affine (Blandow) T.J. Kop – Subatl. – Suoli umidi Duna antica **cc**
Plagiomnium elatum (Bruch & Schimp) – Cosmop. – *Eriantho-Schoenetum*, bassure retrodunali **r**

ORTOTRICHALES

ORTOTRICHACEAE
Ortotrichum diaphanum Brid. – Eurimed. – Cortecce **c**

LEUCODONTALES

ANOMODONTACEAE
Pterogonium ornithopodioides (Huds.) Lindb. – Subcosmop. – Duna Antica, tufi, ruderi **c**

LEUCODONTACEAE
Leucodon sciuroides (Hedw.) Scwagr – Submed. – Cortecce di caducifoglie **cc**

NECKERACEAE
Homalia trichomanoides (Hedw.) Bruch & al. – Med.-Atl. **c**
Leptodon smithii (Hedw.) Weber & D. Mohr – Term. cosmop. – Cortecce, suoli forestali **cc**
Neckera crispa (L.) Hedw. Bor. – Mesoterm. – Forre: base di alberi **r**

HYPNALES

FABRONIACEAE
Fabronia pusilla Raddi – Oloart.-Medit. – Corteccia **cc**

THAMNOBRYACEAE
Thamnobryum alpecurum (Hedw.) Gangulee – Eurimed.-Atl. – Corteccia **cc**

AMBLYSTEGIACEAE
Amblystegium serpens (Hedw.) Bruch & al. – Cosmop. – Bordo piscine, Corteccia **r**

LEMBOPHYLLACEAE
Isothecium alopecuroides (Dubois) Isov. – Circumb. – Suoli forestali, Cortecce di *Quercus ilex* **c**
Isothecium myusuroides (Dill., L.) Brid. – Atl. – Cortecce, base di alberi, suoli forestali **c**

SCORPIURIACEAE
Scorpiurum circinatum (Brid.) M. Fleisch. & Loeske ssp. ***eu-circinatum*** – Med – Suoli forestali **c**

BRACHYTECIACEAE
Homalothecium sericeum (Hedw.) Bruch & al. – Temp. – Corteccia *di Quercus frainetto* e *Q. cerris* **c**
Homalotecium lutescens (Hedw.) H. Rob. – Oloart.-Medit. – Cortecce di caducifoglie **c**
Brachytecium rutabulum (Hedw.) B.S. – Cosmop. – Forre, Cortecce, suoli agrari **cc**
Brachytecium rivulare (Bruch.) Br. e. – Oloart. – Fontane del giardino interno del Borgo **r**
Brachytecium velutinum (Hedw.) Bruch & al. – Circumb. – Cortecce, suoli forestali **cc**
Cirriphyllum crassinervium (Hedw.) Grout – Subatl. – Suoli umidi, Cortecce di *Quercus sp.pl.* **c**
Cirriphyllum piliferum (Schreb.) Grout – Oloart. – Suoli forestali umidi **c**
Scleropodium illecebrum (Scwgr.) Br. eur. var. ***piliferum*** – Term. merid. – Sabbie Duna Recente
Scleropodium purum (Hedw.) Limpr. – Circumb. – Pinete, leccete, bordo sentiero **cc**
Scleropodium tourettii (Brid.) L.F. Koch – Submed. – Vulpio-Dasypyretum **r**
Rhyncostegium confertum (Dicks.) Bruch & al. – Euras. – Cerrete, Cortecce di sughera **r**
Rhyncostegium megapolitanum (Weber & D. Mohr) Bruch & al. ssp. ***meridionale*** – Med. Forre sabbiose, *Moenchio-Tuberarietum* **c**
Eurhynchium hians (Hedw.) Loesk – Oloart. **c**
Eurhynchium stookesi (Turn.) B.e. – Eurimed. – Forre, terreni sabbiosi umidi **cc**
Eurhynchium praelongum (Hedw.) ssp. **schleicheri** (Hedw.fil.) Giac. – Oloart.-Medit. Suoli umidi **c**
Eurhynchium pumilum (Wilson) Schimp. – Eurimed. **c**
Eurhynchium pulchellum (Hedw.) Jenn. – Oloart.-Medit. – Terreni umidi, forre, leccete **c**
Eurhynchium striatum (Schreb.) Schimp. subsp. ***meridionale*** (Schimp.) Giac – Atl. Terreni umidi, forre, leccete **c**
Eurhynchium striatulum (Spruce) Bruch & al. **c**
Rhyncostegiella curviseta (Brid.) Limpr. – Euram. – Garighe a *C. incanus*, leccete **c**
Rhyncostegiella pellidirostra (A. Braun) Loeske – Med. – Praterie, ruderi, suoli forestali **c**

Rhyncostegiella tenella (Dicks.) Limpr – Eurimed. – Base di alberi, Cortecce caducifoglie, suoli forestali **c**
— var. ***litorea*** (De Not.) Rich. & E.C. Wallace – Med. – Duna recente **c**
Rhyncostegiella teesdalei (Sm.) Limpr – Bor. mesoterm. – *Isoeto-Nanojuncetea* **r**

RHYTIDIACEAE
Rhytidium rugosum (Hedw.) Kindb. – Cortecce **c**

SEMATOPHYLLACEAE
Sematophyllum substrumolosus (Hambe) E. Britton – Cortecce di *Pinus pinea* e *Quercus sp.pl.* **c**

HYPNACEAE
Pylaisia polyantha (Hedw.) Schimp. – Cortecce *Quercus suber* e *Pinus pinea* **c**
Hypnum cupressiforme Hedw. var. cupressiforme – Cosmop. – Cortecce di *Quercus frainetto* **cc**
— var. ***resupinatum*** (Taylor ex Spruce) C. Hartm. – Cosmop. – Cortecce **c**
— var. ***tectorum*** **cc**

Allegato 4

I LICHENI *

La florula lichenica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano annovera 225 specie, delle quali 167 epifite, 38 epilitiche e 20 epigee. La prevalenza delle specie epifitiche è da attribuire alla notevole copertura boschiva della tenuta; di contro le specie epilitiche vengono relegate in ambienti marginali quali muretti, case, ponti o anche sui ruderi di valore archeologico. Infine le specie epigee si concentrano nell'ambiente dunale, prediligendo le dune non ancora consolidate o possono essere presenti nelle schiarite della macchia mediterranea.

Secondo una scala di valori di diversità specifica per valutare l'importanza naturalistica delle formazioni boschive redatta dalla British Lichen Society la tenuta di Castelporziano è da considerare «Sito di interesse eccezionale» (Flechter, 1982).

Lo spettro corologico mostra una netta dominanza delle specie atlantiche e subatlantiche (38.2%) a discapito di quelle strettamente mediterranee (6.2%) che riflette da una parte il contesto macroclimatico dell'intera tenuta (vedi paragrafo Clima) e dall'altra la presenza di formazioni arboree igrofile (*Carici-Fraxinetum, Querco-Ulmetum, ecc.*) a microclima prettamente umido ormai presenti in ben poche località del litorale tirrenico.

Lista floristica

Chaenotheca phaeocephala (Turn.) Th. Fr.
Coniocybe furfuracea (L.) Ach.
Sphinctrina tubiformis Massal.
Collema furfuraceum (Arn.) DR.
Collema multipunctatum Degel.
Collema nigrescens (Huds.) DC.
Collema subfurvium (Muell. Arg.) Degel.
Collema subnigrescens Degel.
Collema tenax (Sw.) Ach. em Degel.
Leptogium azureum (Sw.) Mont.
Leptogium brebissonii Mont.
Leptogium lichenoides (L.) Zahlbr.
Leptogium schraderi (Bernh.) Nyl.
Evernia prunastri (L.) Ach.
Hypogymnia physoides (L.) Nyl.
Hypogymnia tubulosa (Schaer.) Havaas
Parmelia borreri (Sm.) Turn.
Parmelia caperata (L.) Ach.
Parmelia conspersa Ach.
Parmelia exasperata (Ach.) De Not.
Parmelia glabratula (Lamy) Nyl.
Parmelia loxodes Nyl.
Parmelia pulla Ach.
Parmelia quercina (Willd.) Vain.
Parmelia revoluta Flk.
Parmelia saxatilis (L.) Ach.
Parmelia soredians Nyl.
Parmelia subaurifera Nyl.
Parmelia subrudecta Nyl.
Parmelia sulcata Th. Tayl.
Parmelia tiliacea (Hoffm.) Ach.
Parmelia tinctina Mah. et Gill.

* Ristampa autorizzata dall'autore: NIMIS P.L., 1988, Braun-Blanquetia II: 223-238.

Parmotrema hypoleucinum (Steiner) Hale
Parmotrema reticulatum (Tayl.) Choisy
Parmotrema stuppeum (Tayl.) Hale
Parmotrema chinese (Osbeck) Hale et Ahti
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf
Usnea rubicunda Stirt.
Lecania cyrtella (Ach.) Th.Fr.
Lecania erysibe (Ach.) Mudd
Lecanora albescens (Hoffm.) Flk.
Lecanora campestris (Schaer.) Hue
Lecanora carpinea (L.) Vain.
Lecanora chlarotera Nyl.
Lecanora conyzaeoides Nyl. ex Cromb.
Lecanora dispersa (Pers.) Sommerf.
Lecanora expallens Ach.
Lecanora gangaleoides Nyl.
Lecanora hageni (Ach.) Ach.
Lecanora muralis (Schreb.) Rabenh.
Lecanora pallida (Schreb.) Rabenh.
Lecanora saligna Zahlbr. var. sarcopsis Ach.
Lecanora sienae B. De Lesd.
Lecanora strobilina (Spreng.) Kieff.
Lecanora symmicta (Ach.) Ach.
Squamarina cartilaginea (With.) P. James
Squamarina lentigera (Web.) Poclt
Tephromela atra (Huds.) Hafellner
Aspicilia calcarea (L.) Mudd
Aspicilia contorta (Hoffm.) Krempelh.
Aspicilia hoffmanii (Ach.) Flag.
Aspicilia radiosa (Hoffm.) Schaer.
Bacidia fallax (Koerb.) Lett.
Bacidia friesiana (Hepp.) Koerb.
Bacidia laurocerasi (Del. ex Duby) Zahlbr.
Bacidia phacodes Koerb.
Bacidia propinqua (Hepp.) Arn.
Bacidia rosella (Pers.) De Not.
Bacidia rubella (Hoffm.) Massal.
Bacidia sabuletorum (Schreb.) Lett. var. dolosa (Fr.)
Catillaria chalybeia (Borr.) Massal.
Catillaria lenticularis (Ach.) Th.Fr.
Catillaria neuschildii (Koerb.) Th.Fr.
Catillaria nigroclavata (Nyl.) Schul.
Hypocenomyce stoechadiana Abb, Maaf et Roux
Lecidella achristotera (Nyl.) Hertel et Leuck.
Lecidella alba (Schleich.)
Lecidella carpathica Koerb.
Lecidella elaeochroma (Ach.) Haszl. var. elaeochroma
Lecidella elaeochroma (Ach.) Haszl. var. flavicans (Ach.)
Lecidella euphorea (Flk.) Hertel
Lecidella stigmatea (Ach.) Hertel et Leuck.
Psora lurida (With.) DC. in Lam. et DC.
Psora decipiens (Hedw.) Hoffm.
Pyrrhospora quernea (Dicks.) Koerb.
Scoliciosporum umbrinum (Ach.) Arn.
Toninia aromatica (Sm.) Massal.
Toninia caeruleonigricans (Lightf.) Th.Fr.
Trapeliopsis flexuosa (Fr.) Coppins et P. James
Candelaria concolor (Dicks.) Stein
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr.
Candelariella reflexa (Nyl.) Lettau
Candelariella xanthostigma (Ach.) Lettau
Cladonia chlorophaea (Flk. ex Sommerf.) Spreng.
Cladonia coniocraea (Flk.) Spreng.
Cladonia conoidea Ahti
Cladonia convoluta (Lam.) P. Cout.
Cladonia fimbriata (L.) Fr.
Cladonia firma Nyl.
Cladonia furcata (Huds.) Schrad. ssp. furcata
Cladonia furcata (Huds.) Schrad. ssp. subrangiformis (Sandst.) Pisut
Cladonia parasitica (Hoffm.) Hoffm.
Cladonia mediterranea Duvign. et Des Abb.
Cladonia pocillum (Ach.) O.J. Rich.
Cladonia pyxidata (L.) Hoffm.
Cladonia rangiformis Hoffm.
Cladonia symphycarpa (Ach.) Fr.
Ramalina canariensis Stein.
Ramalina farinacea (L.) Ach.
Ramalina fastigiata Pers.
Ramalina fraxinea (L.) Ach.
Ramalina lacera (With.) Laund.
Ramalina pollinaria (Westr.) Ach.
Ramalina pusilla Prev.
Ramalina reagens (B. De Lesd.) W. Culb.
Ramalina subgeniculata Nyl.
Acarospora umbilicata Bagl.
Polysporina lapponica (Schaer.) Degel.
Sarcogyne pruinosa (Sm.) Mudd.
Pannaria ignobilis Anzi
Pannaria mediterranea C. Tav.
Parmeliella plumbea (Lightf.) Vain.
Placynthium nigrum (Huds.) S. Gray
Dendriscocaulon umhausense (Auersw.) Degel.
Nephroma laevigatum Ach.
Peltigera praetextata (Sommerf.) Zopf.

Caloplaca aurantia (Pers.) Helb.
Caloplaca cerina (Ehrh. Ex Hedw.) Th.Fr.
Caloplaca cerinella (Nyl.) Flag.
Caloplaca chrysophtalma Degel.
Caloplaca citrina (Hoffm.) Th.Fr.
Caloplaca ferruginea (Huds.) Th.Fr.
Caloplaca erhythrocarpa (Pers.) Zw.
Caloplaca festiva (Ach.) Zw.
Caloplaca flavorubescens (Huds.) Laund.
Caloplaca flavovirescens (Wulf.) DT. et S.
Caloplaca haematites (Chaub.) Zw.
Caloplaca heppiana (Muell.Arg.) Zahlbr.
Caloplaca holocarpa (Hoffm.) Wade
Caloplaca pollinii (Massal.) Jatta
Caloplaca saxicola (Hoffm.) Nordin
Caloplaca teicholyta (Ach.) Stein.
Teloschistes chrysophtalmus (L.) Th.Fr.
Teloschistes villosus (Ach.) Norm.
Xanthoria calcicola Ochsner
Xanthoria parietina (L.) Th.Fr.
Lobaria pulmonaria (L.) Hoffm.
Anaptychia ciliaris (L.) Koerb.
Buellia alboatra (Hoffm.) Deichm.
Buellia punctata (Hoffm.) Massal.
Buellia schaereri De Not.
Diploicia canescens (Dicks) Massal.
Heterodermia obscurata (Nyl.) Trevis
Hyperphyscia adglutinata (Flk.) Mayrh. et Poelt
Physcia adscendens (Fr.) H.Oliv.
Physcia aipolia (Humb.) Fuernr.
Physcia biziana (Massal.) Zahlbr.
Physcia clementei (Turn.) Lynge
Physcia dubia (Hoffm.) Lettau
Physcia luganensis Mereschk.
Physcia orbicularis (neck.) Poetsch
Physcia semipinnata (Gmel.) Moberg
Physcia tenella (Scop.) DC.
Physcia tribacioides Nyl.
Physconia distorta (With.) Laund.
Physconia enteroxantha (Nyl.) Poelt
Physconia grisea (Lam.) Poelt.
Rinodina exigua (Ach.) S.Gray
Rinodina roboris (Duf. ex Nyl.) Arn.
Tornabea scutellifera (With.) Laund.
Ochrolechia subviridis (Hoeg.) Erichs.
Ochrolechia parella (L.) Massal.
Pertusaria albescens (Huds.) Choisy et Werner
Pertusaria amara (Ach.) Nyl.
Pertusaria flavida (DC.) Laund.
Pertusaria hemisphaerica (Flk.) Erichs.
Pertusaria heterochroa (Muell.Arg.) Erichs.
Pertusaria hymenea (Ach.) Schaer.
Pertusaria leioplaca (Ach.) DC.
Pertusaria pertusa (Weig.) Tuck.
Pertusaria pustulata (Ach.) Duby
Phlyctis agelaea (Ach.) Flot.
Phlyctis argena (Ach.) Flot.
Dimerella lutea (Dicks.) Trevis.
Dimerella pineti (Ach.) Vezda
Gyalecta liguriensis (Vezda) Vezda
Gyalecta truncigena (Ach.) Hepp.
Pachyphiale cornea (With.) Poetsch
Diploschistes muscorum (Scop.) R.Sant.
Graphis scripta (L.) Ach.
Porina aenea (Wallr.) Zahlbr.
Porina hoeneliana Saap et R.Sant.
Pyrenula chlorospila (Nyl.) Arn.
Catapyrenium lachneum (Ach.) R.Sant.
Verrucaria macrostoma Duf. et DC.
Verrucaria nigrescens Pers.
Arthonia dispersa (Schrad.) Nyl.
Arthonia elegans (Ach.) Almq.
Arthonia impolita (Hoffm.) Borr.
Arthonia medusula Nyl.
Arthonia punctiformis Ach.
Arthonia radiata (Pers.) Ach.
Arthonia tumidula (Ach.) Ach.
Arthonia zwachii Sandst.
Arthothelium sardoum Bagl.
Enterographa crassa (DC.) Fee
Lecanactis amylacea (Ehrh. ex Pers.) Arn.
Lecanactis lyncea (Sm.) Fr.
Lecanactis patellarioides (Nyl.) Vain.
Opegrapha atra Pers.
Opegrapha devulgata Nyl.
Opegrapha rufescens Pers.
Opegrapha subelevata Nyl.
Opegrapha varia Pers. var. diaphora (Ach.) Fr.
Opegrapha vermicellifera (Kunze) Laund.
Opegrapha viridis Pers.
Schismatomma decolorans (Turn. et Borr.) Clauz. et Vezda
Schismatomma picconianum (Bagl.) Stein.
Arthopyrenia cinereopruinosa (Schaer.) Massal.
Arthopyrenia punctiformis Massal.
Acrocordia gemmata (Ach.) massal.
Lepraria candelaris (L.) Fr.
Lepraria incana (L.) Ach.
Normandina pulchella (Borr.) Nyl.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1985): *Castelporziano I - Campagna di scavo e restauro 1984*. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

AA.VV. (1988): *Castelporziano II - Campagna di scavo e restauro 1985-1986*. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia. Editrice Viella, Roma.

AA.VV. (1989): *La Tenuta di Castelporziano - Cenni storici*. Segretariato Generale della Repubblica. Tenuta di Castelporziano, Roma.

ABBATE G., BLASI C., SPADA F., SCOPPOLA A. (1987): *Analisi fitogeografica e sintassonomica dei querceti a Quercus frainetto dell'Italia centrale e meridionale*. «Not. Soc. Fit. It.», *23*, 63-84.

ALEFFI M., SCHUMACKER R. (1995): *Check list and red list of the liveworts (Marchantiophyta) and hornworts (Anthoceratophyta) of Italy.* «Flora Mediterranea», *5*.

ANDREANI L., CORTINI-PEDROTTI C. (1986): *Flora briologica della Selva dell'Abbadia di Fiastra nelle Marche (Italia).* «Webbia», *39* (2), 281-288.

ANZALDI C., CELESTI GRAPOW L., PIGNATTI S. (1992): *L'information de la flore en ecologie urbaine*, in: Urban Data Management Society, *Managing the city of the future*, pp. 211-222.

ANZALONE B. (1957): *Su alcune piante monumentali di Castelporziano (Roma)*. «Nuovo Giorn. Bot. It.», *64* (4), 673-679.

ANZALONE B. (1994): *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio*. Aggiornamento Parte I, *Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae Dicotyledones*. «Ann. Bot. (Roma)», *52*, suppl. 11 (1), 2-81.

ANZALONE B. (1996): *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio*. Aggiornamento Parte II, *Angiospermae Monocotyledones*. «Ann. Bot. (Roma)», *54* (2), 7-47.

ANZALONE B., CAPUTO G. (1976): *Vegetazione delle Isole Ponziane*. «Delpinoa», n.s. *16-17*, 119-184.

ANZALONE B., LATTANZI E., LUCCHESE F. (1990): *La flora della tenuta di Castelporziano (Roma)*. «Acc. Naz. Lincei», Quad. n. 264, 133-218.

ARNOLDUS-HUYZENDELD A., CORAZZA A., DE RITA D., ZARLENGA F. (1997): *Il paesaggio geologico ed i geotopi della Campagna Romana.* Fratelli Palombi Editori, Roma.

AVENA G.C., BLASI C., SCOPPOLA A. (1980): *Indagini ecologico-fitogeografiche sulle zone umide interne del Lazio*. 1. *Relazione tra lo stato chimico-fisico delle acque e le comunità macrofitiche della Bonifica Pontina.* «Ann. Bot. (Roma)», *39* (1), 31-89.

AVENA G.C., FASCETTI S., MICHELETTI L. (1987): *Indagini sulla vegetazione dei versanti interni del cratere e carta fitisociologica.* In: *Valutazione della situazione ambientale del Lago di Nemi. Provincia di Roma*, «Univ. Roma La Sapienza», pp. 95-104.

BADALI M., SOCCIARELLI S., BIONDI F.A., GORGA R. (1997): *Tenuta di Castelporziano: caratteristiche geologiche.* Atti del convegno annuale SISS, Roma 5/6/1997.

BALDONI M., BIONDI E. (1993): *La vegetazione del medio e basso corso del fiume Esino*. «Studia Botanica», *11*, 209-257.

BARKMAN J.J., MORAVEC J., RAUSCHERT S. (1994): *Codice di nomenclatura fitosociologica* (tradotto da SCOPPOLA A.). «Fitosociologia», *28*, 5-40.

BARTOLO G., BRULLO S. (1986): *La classe Parietarietea judaicae in Sicilia*. «Arch. Bot e Biogeogr. Ital.», *62* (1-2), 32-50.

BIONDI E., BLASI C., BRUGIAPAGLIA E., FOGU M.C., MOSSA E.L. (1993-94): *La vegetazione nitrofila della città di Cagliari*. «Allionia», *32*, 303-323.

BIONDI E., BRUGIAPAGLIA E., ALLEGREZZA M., BALELLI S. (1989): *La vegetazione del litorale marchigiano (Adriatico centro-settentrionale)*. «Colloq. Phytosoc. N.S.», *19*, 429-460.

BIONDI E., VAGGE I., BALDONI M., TAFFETANI F. (1999): *La vegetazione del Parco Fluviale Regionale dello Stirone (Emilia Romagna)*. «Fitosociologia», *36* (1), 67-94.

BIONDI F.A., DOWGIALLO G., DI DIO C. (1999): *Tenuta Presidenziale di Castel Porziano: caratteristiche pedologiche*. «Boll. Soc. Ital. Sc. Suolo», *48* (2), 383-399.

BLASI C. (1993): *Carta del fitoclima del Lazio*. Reg. Lazio, Dip. Bio. Veg. Univ. «La Sapienza», Roma.

BLASI C. (1994): *Fitoclimatologia del Lazio*. «Estratto da Fitosociologia», 27.

BLASI C., DI PIETRO R., FORTINI P. (2000): *A phytosociological analysis of abandoned terraced olive grove shrublands in the Tyrrhenian district of central Italy*. «Plant Biosystems», *134* (3), 305-331.

BLASI C., DOWGIALLO G., FOLLIERI M., LUCCHESE F., MAGRI D., PIGNATTI S., SADORI L. (1995): *La vegetazione naturale potenziale dell'area romana*. Atti Conv. Lincei 115, *La vegetazione italiana*, pp. 423-457. Acc. Naz. Lincei, Roma.

BLASI C., FABOZZI C., FORTINI P., SCOPPOLA A. (1997): *Lista dei sintaxa segnalati per la regione Lazio*. «Fitosociologia», *33*, 67-74.

BLASI C., PIGNATTI S. (1984): *La vegetazione degli ambienti calpestati della città di Roma*, in: *Studi sul territorio*, «Ann. Bot. (Roma)», *42* (2), 11-16.

BRAUN-BLANQUET J. (1952): *Les groupements végétaux de la France Méditerranénne*. CNRS, Montpellier.

BRULLO S. (1979): *La classe Polygono-Poetea annuae in Sicilia*. «Not. Fitosoc. It.», *12*, 133-154.

BRULLO S., GUARINO R. (1998): *Syntaxonomy of the Parietarietea judaicae class in Europe*. «Ann. Bot.», *56* (1), 109-146.

BRULLO S., LO GIUDICE R., PRIVITERA M. (1991): *Phytogeographical consideration on the psammophilous mosses from mediterranean area.* «Botanica chronika», *10*, 870-883.

BRUNO F. (1977): *La vegetazione spontanea*, in: AA.VV., *Piano degli interventi per la ristrutturazione e la salvaguardia dell'ambiente naturale del tenimento di Castelporziano*. Relazione per il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste - Direzione generale della bonifica e della colonizzazione. Consorzio di bonifica di Ostia e Maccarese, pp. 82-97.

BRUNO F. (1980): *Carta della vegetazione della tenuta di Castelporziano*. C.N.R. Coll. Progr. Final. Promozione della qualità dell'ambiente. AQ/1/36.

CANEVA G., DE MARCO G., DINELLI A., VINCI M. (1995): *Le classi Parietarietalia diffusae (Rivas-Martinez 1964) Oberd. 1977 e Adiantetea Br.-Bl. 1947 nelle aree archeologiche romane*. «Fitosociologia», *29*, 165-179.

CASAS DE PUIG C. (1954): *Associations de Bryophytes corticicoles de Catlogne*. 8° Congres International de Botanique (Paris 1954), pp. 103-105.

CELESTI GRAPOW L. (1995): *Atlante della Flora di Roma (La distribuzione delle piante spontanee come indicatore ambientale)*. Argos ed., Roma.

CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F. (1997): *Liste Rosse Regionali delle piante d'Italia.* Roma. WWF, Società Botanica Italiana. Camerino.

CORBETTA F., GRATANI L., MORICONI M., PIRONE G. (1989): *Lineamenti vegetazionali e caratterizzazione ecologica delle spiagge dell'arco jonico da Taranto alla foce del Sinni*. «Coll. Phytosoc.», *19*, 461-521.

CORLEY M.F., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M., SMITH A.G.E. (1981): *Mosses of Europe and Azorres: an annotated list of species with synonymus from the recent literature*. «J. Briol.», *11*, 609-689.

CORTINI C. (1964): *Studio floristico e fitogeografico dei muschi della foresta di Pixinamanna.* «Webbia», *19*, 455-490.

CORTINI PEDROTTI C. (1980): *La flora briologica dell'Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano).* «Webbia», *34* (2), 707-760.

CORTINI PEDROTTI C. (1988): *Le associazioni di briofite epifite del Leccio (Q. ilex) in Umbria*. «Braun-Blanquetia», *2*, 239-248.

CORTINI PEDROTTI C. (1989): *La flore byologique de la ville de Camerino (Italia centrale)*. «Braun-Blanquetia», *3*, 241-246.

CORTINI PEDROTTI C. (1992): *Check-list of the Mosses of Italy*. «Flora Mediterranea», *2,* 120-130.

DE BOLOS O. (1967): *Comunidades vegetales de las Comarcas proximas al litoral situado entre los Rios Llobregat y Segura*. «Mem. Real. Acad. Cienc. Art. Barcelona», *38* (1), 1-213.

DE LILLIS M. (1998): *Ecofisiologia forestale*, in: Pignatti S., *Boschi d'Italia*, UTET, Torino.

DE LILLIS M. (1991): *An ecomorphological study of the evergreen leaf*. «Braun-Blanquetia», *7*, Camerino.

DE LILLIS M. (1995): *Ecologia del fuoco*, in: Pignatti S. *et al.*, *Ecologia vegetale*, UTET, Torino.

DE LILLIS M., TESTI A. (1990): *Postfire dynamics in a disturbed mediterranean community in Central Italy*, in: J.G. Goldammer, M.J. Jenkins, *Fire in Ecosystem dynamics*. SPB Academic Publ., The Hague, pp. 53-62.

DELLA ROCCA A.B., ROSSI L. (1992): *Il sistema EDI*. ENEA: RT/INN/91/26.

Direttiva 92/43/CEE, *Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.*

DOWGIALLO G., VANNICELLI L. (1993): *Edaphic characteristics of mixed Quercus cerris communities in Latium*. «Ann. Bot.», *51*, 53-75.

DOWGIALLO G., BOTTINI D. (1998): *Aspetti pedologici del Parco Nazionale del Circeo*, in: Stanisci A. & Zerunian S. (Eds.), *Flora e vegetazione del Parco Nazionale del Circeo*. Ministero per le Politiche Agricole (Sabaudia), pp. 33-46.

ELLENBERG H. (1979): *Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas (Indicator values of vascular plants in Central Europe)*. «Scripta Geobotanica», *9* (2° edition), Göttingen.

ELLENBERG H. (1985): *Vegetation of central Europe*, Cambridge University Press, Cambridge.

ELLENBERG H., WEBER H., DÜLL E., WIRTH V., WERNER W., PAULISSER D. (1992): *Zeigerwerte von pflanzen in Mitteleuropa*. «Scripta Geobotanica», *18* (2° edition), Göttingen.

EMILIANI G. (1989): *Cenni storici*, in: AA.VV., *Castelporziano: relazione sul Piano di Gestione per il decennio 1988-97*. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica, cap. 2.2, pp. 8-28.

FANELLI G. (1994): *Biologia ed ecologia di popolazioni di Conyza albida*. Tesi di dottorato in ecologia vegetale. Università di Pavia.

FANELLI G. (1995): *La vegetazione e la flora infestanti*, in: Cignini B., Massari G., Pignatti S., *L'ecosistema Roma*, Fratelli Palombi ed., Roma.

FANELLI G. (1998): *Conyzetum albidae-bonariensis, un'associazione di neofite della città di Roma*. «Fitosociologia», *35*, 27-32.

FANELLI G. (1998): *Dasypyrum villosum vegetation in the territory of Rome*. «Rend. Fis. Acc. Lincei», *9* (9), 155-176.

FANELLI G., LUCCHESE F. (1998): *The status of Brometalia rubenti-tectorum communities from the Mediterranean area in different sintaxonomical schemes*. «Rend. Fis. Acc. Lincei», *9* (9), 241-255.

FERRARI C. (1973): *Applicazione della teoria dell'informazione allo studio degli spettri biologici ponderati*. «Not. Fitosoc.», *7*, 45-51.

FERRARI M. (1997): *La vecchia Europa abita qui*. «Oasis», *13* (6), pp. 36-49.

FLETCHER T. (1982): *Conservation of woodland lichens*. «Brit. Lich. Soc. Bull.», *50*, 15-18.

GAMISANS J. (1991): *La vegetation de la Corse*, in: Jeanmond D., Burdet H.M. ed., *Conservatoire et Jardin botaniques Ville de Geneve.*

GÉHU J.M. (1973): *Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du Nord de la France*. «Doc. Phytosoc.», *4*, 1-22, Lille.

GÉHU J.M., BIONDI E. (1994): *Végétation du littoral de la Corse. Essai de synthese phytosociologique.* «Braun-Blanquetia», *13*.

GÉHU J.M., BIONDI E., GÉHU-FRANCK J., TAFFETANI F. (1987): *Données sur la végétation maritime du littoral oriental de la Corse.* V Jornadas de Fitosociologia, *Vegetacion de riberas de agua dulce*, II, ed. M.J. Del Arco e W. Wildpret, pp. 363-391.

GÉHU J.M., COSTA M., SCOPPOLA A., BIONDI E., MARCHIORI S., PERIS J.B., GÉHU-FRANCK J., CANIGLIA G., VERI L. (1984): *Essai synsystématique et synchorologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire.* I. *Dunes et vases salees*. «Doc. Phytosoc.» n.s., *8*, 393-474.

GÉHU J.M., GÉHU-FRANCK J. (1986): *Données synsystématiques et synchorologiques sur la végétation du littoral tunisien de Bizerte a Gabés*. «Doc. Phytosoc.», n.s., *10 b*, Camerino.

GIACOBBE A. (1938): *Schema di una teoria ecologica per la classificazione della vegetazione italiana*. «Nuovo. Giorn. Bot. It.», n.s., *45* (2), 37-121.

GIACOMINI V. (1953): *Sulla distribuzione ed ampiezza ecologica di Leptodon smithii Mohr nelle Alpi italiane*. «Arch. Bot.», *13*, 1-27, Forlì.

GIORDANO E. (1992): *Patrimonio forestale*. In *Programma per un'azione di monitoraggio ambientale nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano*, a cura del Gruppo Ambiente dell'ENEL, pp. 28-33.

GISOTTI G., COLLAMARINI D. (1982): *Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano*. «Genio rurale», *45* (9), 35-56.

GISOTTI G., DE ROSSI C. (1980): *Il deperimento della vegetazione litoranea nell'ambito del degrado delle coste italiane.* «Ingegneri Architetti», *5-6*, 1-6.

GRATANI L., MARINUCCI C. (1985): *Castelporziano.* Edizioni Coopsit, Roma.

GRATANI L., MARZI P., CRESCENTE M.F. (1992): *Morphological adaptations of Quercus ilex leaves in the Castelporziano forest*. «Vegetatio», *99-100*, 155-161.

GRIME J.P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, Chicester.

GROLLE R. (1983): *Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature*. «Jour. Bryol.», *12*, 403-459.

HORVAT I., GLAVAC H., ELLENBERG V. (1974): *Vegetation Sudosteuropas*. «Geobot. Selecta», *4*.

HRUSKA K. (1987): *Chorological and historical-geographical evaluation of the synantropic flora of Italy*. Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderung, pp. 54-65. Martin-Luther Universität Halle.

HRUSKA K. (1987b): *Sintaxonomical study of Italian wall vegetation.* «Vegetatio», *17*, 207-220.

HÜPPE J. (1997): *Aspetti sintassonomici della classe Stellarietea mediae in Europa*. «Fitosociologia», *34*, 171-178.

JÄGGLI M. (1934): *Muschi arboricoli del Cantone Ticino (Regione del Castagno, 200-1000 m). Contributo alla briologia ticinese.* «VIII. Rev. Bryol. Lichenol.», *6*, 23-47.

LANCIANI R. (1903): *Le antichità del territorio laurentino nella reale Tenuta di Castelporziano.* «Monumenti Antichi. Accad. Naz. Lincei», *13*, 133-198.

LANCIANI R. (1906): *Le antichità del territorio laurentino nella reale Tenuta di Castelporziano. Seconda memoria*. «Monumenti Antichi. Accad. Naz. Lincei», *16*, 241-274.

LAURO M.G. (1985): *L'ager Laurentinus e Tor Paterno*, in: AA.VV., *Castelporziano I. Campagna di scavo e restauro 1984*, pp. 17-28. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

LAURO M.G. (1988): *Tor Paterno: indagini ed interventi*, in: AA.VV., *Castelporziano II. Campagna di scavo e restauro 1985-1986*, pp. 17-30. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

LUCCHESE F., PIGNATTI S. (1990): *Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo*. II. *Ricerche ecologiche floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana*. «Acc. Naz. Lincei», Quad. *264*, 5-48.

MALATESTA A., ZARLENGA F. (1986): *Cicli trasgressivi medio pleistocenici sulle coste liguri e tirreniche*. «Geologica Romana», *25*.

MANNUCCI V. (1985): *L'acquedotto laurentino e Tor Paterno: osservazioni e primo intervento di restauro*. Editrice Viella, Roma.

MANNUCCI V. (1988): *Il complesso monumentale di Tor Paterno tra età moderna e contemporanea*, in: AA.VV., *Castelporziano II. Campagna di scavo e restauro 1985-1986*, pp. 37-44. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

MARINUCCI C., VERI L., BRUNO F. (1980): *Lineamenti fitosociologici della duna del Parco Nazionale del Circeo*. «Ann. Bot.», *39* (1), 103-116.

MAZZOLENI S. (1989): *Fire and Mediterranean plants: germination responses to heath exposure*. «Ann. Bot.», *47*, 227-232.

MERIAUX J. (1981): *La classe des Potametea dans le Nord-Ouest de la France*. «Coll. Phytosoc.», *10*, 115-129.

MEUSEL H., JÄGER E., BRAUTING S., KNAPP H.D., RAUSCHERT S., WEINERT E. (1992): *Vergleichende Chorologie der mitteleuropäischen Arten*. vol. III, Gustav Fischer, Stuttgart, New York.

MINETTI G. (1865): *Cenni storici sulla baronia di Castelporziano. Proprietà di sua eccellenza il sig. D. Pio Duca Grazioli.* Tipografia Salviucci, Roma.

MINISTERO AGRICOLTURA E FORESTE (1989): *Piano di gestione dei boschi e dei pascoli della Tenuta di Castelporziano*. Roma.

MITRAKOS K. (1980): *A theory for mediterranean plant life*. «Acta Oecologica Plant.», *1* (15), n. 3, 245-242.

MONTELUCCI G. (1956): *La marcia dell'Aster squamatus*. «Nuovo Giorn. Bot. It.», *62*, 588-590.

MONTELUCCI G. (1976): *Lineamenti della vegetazione del Lazio*. «Ann. Bot. (Roma)», *35-36*, 1-108.

MUCINA L., PIGNATTI S., RODWELL J.S., SCHAMINÈE J.H.J., CHYTRY' M. (1997): *European vegetation survey: Case studies.* Special features in vegetation science 14, Opulus Press, Uppsala 1997.

NAPOLEONE I. (1970-71): *Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castel Porziano, (Roma)*. «Annali di Botanica», *30*, 33-46.

NIMIS P.L. (1988): *Contributi alle conoscenze floristiche sui licheni d'Italia*. II. *Florula lichenica della Tenuta di Castelporziano (Roma)*. «Braun-Blanquetia» *2*, 223-238.

OBERDORFER E. (1983): *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Gustav Fischer Verlag, Jena.

PEDROTTI F. (1990): *Carta della vegetazione naturale potenziale dell'Italia*. Ministero dell'Ambiente, Roma.

PEDROTTI F., GAFTA D. (1996): *Ecologia delle foreste ripariali e paludose dell'Italia*. «L'Uomo e l'Ambiente», *23*. Univ. degli studi di Camerino.

PEINADO LORCA M., BARTOLOMÉ ESTEBAN C., MARTINEZ PARRAS J.M., ANDRADE OLALLA A. (1988): *Notas sobre vegetacion nitrofila*. III. *Contribucion al estudio de la clase Bidentetea tripartitae en España*, «Acta Bot. Barc.», *37*, 307-313.

PHILIPPI G. (1983): *Epiphytische Moosvegetation des Gardasee-Gebietes.* «Adrias», *2*, 23-52.

PIETRAFITTA F.I., MENICHELLI B. (1985): *La villa imperiale di Tor Paterno (note sul rilievo grafico)*, in: AA.VV., *Castelporziano I. Campagna di scavo e restauro 1984*, pp. 43-52. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

PIGNATTI S. (1952-53): *Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea.* «Arch. Bot. e Biogeogr. It.», *28-29*, 265-329 e 1-174.

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

PIGNATTI S. (1983): *Human impact in the vegetation of the Mediterranean basin*, in: W. Holzner, M.J. A.Werger, I. Ikusima, *Man's impact on vegetation*. Dr. W. Junk Publ., The Hague, pp. 151-161.

PIGNATTI S. (1988): *La vita dei vegetali in Italia*, in Honsell E., Giacomini V. e Pignatti S., *La vita delle Piante*, UTET, Torino, pp. 347-521.

PIGNATTI S. (1988): *The relationships between natural vegetation and social system in the Mediterranean basin*, in Miyawaki A. *et al*., *Vegetation ecology and creation of new environments*, pp. 35-45, Tokai University Press, Tokyo 1987.

PIGNATTI S. (1989): *Aspetti vegetazionali*, in: AA.VV., *Castelporziano: relazione sul Piano di Gestione per il decennio 1988-97*, cap. 25, pp. 50-59. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica.

PIGNATTI S. (1994): *Ecologia del paesaggio*, UTET, Torino, pp. 228.

PIGNATTI S. (1998): *I Boschi d'Italia.* UTET, Torino.

PIGNATTI S., FEDERICI F.M. (1989): *The synantropic vegetation from the ecosystemic point of view*, in: Ubrizsy Savoia ed., *Spontaneus vegetation in settlement* (Proceedings of the IAVS Symposium 1988), «Braun-Blanquetia», *3*, Camerino.

PIGNATTI WIKUS E. (1987): *Project study of the plant cover in the archaeological areas of Rome.* «MAB Project, Rep.», *3*, 311-319.

PIGNATTI WIKUS E., PIGNATTI G. (1995): *Der steinichemwald von Castelporziano*. «Sauteria», *6*, 83-98.

PIGNATTI WIKUS E., PIGNATTI G., TINELLI A. (1993): *Secondary succession in archaeological sites and recovering of evergreen vegetation*. «Ann. Bot.», *51*, 43-51.

PIRONE G. (1983): *La vegetazione del litorale Pescarese (Abruzzo-Italia)*. «Not. Fitosoc.», *18*, 37-62.

PODANI J. (1993): *SYN-TAX 5.0, Computer programs for multivariate data analysis in ecology and systematics (User's guide)*. Scientia Publishing, Budapest.

PODANI J. (1994): *Multivariate data analysis in ecology and systematics (A metodological guide to the SIN-TAX 5.0 package)*. ECS 6 SPB Academic Publishing bv, The Hague.

POLDINI L. (1989): *La vegetazione del Carso Isontino e Triestino* (studio del paesaggio vegetale fra Trieste, Gorizia e i territori adiacenti), ed. Lint, Trieste.

POTT R. (1991): *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

RIVAS MARTINEZ S. (1977): *Datos sobre la vegetaciòn nitrofila española*. «Acta Bot. Malac.», *3*, 159-167, Malaga.

RIVAS MARTINEZ S. (1981): *Les ètages bioclimatiques de la vègètation de la peninsule ibèrique.* «Ann. Jard. Bot. Madr.», *37* (2), 251-268.

RIVAS MARTINEZ S. (1982): *Erages bioclimatiques, secteurs chorologiques et sèeries de vègètation de l'Espagne mèediterranèenne.* «Ecologia Mediterranea», *8* (1-2), 275-288.

RIVAS MARTINEZ S. (1987): *Bioclimatologia*, in: *La vegetaciòn de España*, M. Peinado Lorca & S. Rivas-Martinez (eds.), pp. 35-45. Coll. Aula Abierta, Madrid.

RIVAS MARTINEZ S. (1990): *Bioclimates belts of West Europe*. Comm. Eur. Comm. Clim. NAt. Haz. Rev. Prog. - Arles, France.

SALSA PRINA RICOTTI E. (1985): *La Villa Magna a Grotte di Piastra*, in: AA.VV., *Castelporziano I. Campagna di scavo e restauro 1984*, pp. 53-66. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica di Ostia, Editrice Viella, Roma.

SCANDELLA P., FRICANO F., MECELLA G., DI BLASI N., CENNAMO D., PALLUZZI R. (1998): *Studio della qualità dei suoli del sistema «piscine» nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. «Boll. Soc. Ital. Sci. Suolo», *47* (2), 55-62.

SCOPPOLA A. (1982): *Considérations nouvelles sur les végétations des Lemnetea minoris (R.Tx. 1955) em. A. Schwabe et R.Tx. 1981 et contribution à l'étude de cette classe en Italie Centrale.* «Doc. Phytosoc.» n.s., *6,* 1-130.

SCRINARI M., ZEVI A. (1989): *Aspetti archeologici*, in: AA.VV., *Castelporziano: relazione sul Piano di Gestione per il decennio 1988-97*, cap. 2.8, pp. 77-81. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica.

SIMONAZZI G., MASARICH G. (1973): *Vicus Augustanus Laurentium. Monumenti Antichi.* Accademia dei Lincei, serie miscellanea, vol. I-5 (XLVIII della serie generale), pp. 287-322.

SOIL SURVEY STAFF U.S.D.A. (1975): *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys.* Agriculture Handbook 436, 754 pp.

SOIL SURVEY STAFF U.S.D.A. (1998): *Keys to Soil Taxonomy*. 8th edition, 326 pp.

SUKOPP H., HEJNY S., KOWARIK I. (1990): *Urban ecology*. SPB Acad. Publ. The Hague.

TESTI A., LUCATTINI C. (1994): *Contribution to the syntaxonomical knowledge of the Quercus suber woodlands of Latium.* «Rendic. Fis. Accad. Lincei», ser. 9, *5*, 247-259.

TINELLI A. (1989): *I grandi alberi*, in: AA.VV., *Castelporziano: relazione sul Piano di Gestione per il decennio 1988-97*, cap. 6.9, pp. 158-162. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica.

TINELLI A., CATENA G. (1991): *Indagine sulle piante monumentali della Tenuta di Castelporziano.* «Monti e Boschi», *5,* 9-13.

TINELLI A., GIORDANO E. (1994): *Una tenuta per grandi alberi: Castelporziano*. «Monti e Boschi», *1*, 42-47.

TRABAUD L. (1987): *Natural and prescribed fire: survival strategies of plants and equilibrium in mediterranean ecosystem*, in: J.D. Tenhunen *et. al.* (ed.), *Plant response to stress*, pp. 607-621. Springer Verlag, Berlin.

TROUMBIS A., TRABAUD L. (1986): *Comparison of reproductive biological attributes of two Cistus species*. «Oecol. Plant.», *7*, 235-250.

TÜXEN R. (1979): *Die Pflanzengesellschaften Nordwest Deutschalnd*, 2° ed, Cramer Vaduz.

VAGGE I., BIONDI E. (1999): *La vegetazione delle coste sabbiose del Tirreno settentrionale italiano*. «Fitosociologia», *36* (2), 61-95.

VERI L., LA VALVA V., CAPUTO G. (1980): *Carta della vegetazione delle isole Ponziane (Golfo di Gaeta).* Scala 1:14.000. C.N.R. Coll. Progr. Final. Promozione della qualità dell'ambiente. AQ/1/41.

VOS W., STORTELDER A. (1992): *Vanishing Tuscan Landscape*. Landscape Ecology of a Submediterranean-Montane area (Solano Basin, Tuscany, Italy). Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, 404 pp.

WATTEZ J.R. (1979): *Precision sur la rèpartition et l'ecologie de Leptodon smithii (Hedw.) Web et Mohr dans la partie occidentale du nor de la France*. «Lejeunea», *96*, 1-27.

WILDI O., ORLOCI L. (1983): *Management and multivariate analysis of vegetation data.* Swiss Fed. Inst. of Forestry Research, Birmensdorf.

ANTONIO BRUNO DELLA ROCCA* – SANDRO PIGNATTI**
STEFANO MUGNOLI* – PIETRO M. BIANCO**

La Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano

Sommario – L'esigenza di predisporre un'aggiornata Carta della Vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano è emersa sia per il completo monitoraggio ambientale della Tenuta sia per l'efficiente gestione del suo territorio.

Le attività per la sua realizzazione si sono svolte nell'ambito del Programma di Monitoraggio Ambientale attuato sulla Tenuta stessa e si sono avvalse di immagini acquisite, con un innovativo sensore DAEDALUS a 12 bande, nel corso di un'apposita campagna di rilevamento aereo fatta eseguire dall'ENEA. Tali attività sono dettagliatamente descritte nel rapporto, sia per quanto riguarda i metodi di elaborazione delle immagini, sia per il lavoro effettuato in campo. Unitamente ai risultati ottenuti è descritta inoltre la specifica procedura statistica posta in atto per stimare l'accuratezza del prodotto finale ottenuto.

Abstract – *The vegetational map of the «Castelporziano Natural Reserve»*. The need of providing a new and very detailed Vegetation Map of «Tenuta di Castelporziano» rose for the environmental monitoring of the area and for its efficient management. All activities for the realization of the map were developed within the framework of «Tenuta di Castelporziano» Environmental Monitoring Programme by remote sensing images acquired by a new 12 band DAEDALUS sensor, in the course of a specific monitoring campaign organized by ENEA.

All activities are described in detail inside this report concerning both the remote sensing images processing methodologies and the *in situ* work. Furthermore a specific statistical procedure to evaluate the map accuracy is described.

* ENEA, Centro Ricerche Casaccia, Santa Maria di Galeria, Roma.
** Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma «La Sapienza».

1. Introduzione

L'esigenza di predisporre un'aggiornata e dettagliata «Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano», intesa come mappa avente proprietà cartografiche e che per ogni punto di territorio rappresentato indichi (con uno specifico colore) il tipo di vegetazione che vi risiede, è emersa ripetutamente sia per il completo monitoraggio ambientale della Tenuta sia per l'efficiente gestione del suo territorio.

D'altra parte, la ragguardevole estensione superficiale della Tenuta unitamente al cospicuo livello di biodiversità della sua vegetazione ed all'ardua praticabilità di alcune sue zone è causa di notevoli ostacoli per chiunque voglia rilevare e cartografare i limiti territoriali tra le associazioni vegetali, senza ricorrere a lunghe e difficoltose osservazioni *in situ* oppure a vaghe definizioni delle classi stesse oppure a tratteggiature «miste» sulle rappresentazioni grafiche di quanto rilevato. Se in passato il ricorso a tali «ripieghi» è risultato accettato e diffuso, ciò testimoniava soprattutto la difficoltà di raccogliere informazioni di campo che fossero al contempo di adeguato dettaglio geometrico e di sufficiente ampiezza territoriale.

In questo quadro generale è maturata la decisione di sperimentare l'impiego di metodi di elaborazione ed analisi di immagini aeree multispettrali per realizzare una Carta della Vegetazione più aggiornata ed in grado di superare le difficoltà menzionate.

Le attività per la realizzazione della nuova Carta della Vegetazione si sono svolte nell'ambito del Programma di Monitoraggio Ambientale attuato sulla Tenuta stessa, ed in particolare grazie alla stretta collaborazione fra il Gruppo di Lavoro (GdL) impegnato nello sviluppo del «SITAC - Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castelporziano» e il GdL «Vegetazione» che si occupa degli studi e delle ricerche inerenti la vegetazione. Tali attività si sono avvalse di immagini acquisite, con un innovativo sensore DAEDALUS a 12 bande, nel corso di un'apposita campagna di rilevamento aereo fatta eseguire dall'ENEA.

Il lavoro è stato preceduto da uno studio sperimentale di fattibilità condotto solo sull'area di Malafede situata sul versante nord della Tenuta. Essa, infatti, ha costituito una significativa zona di test dal momento che include buona parte delle associazioni e popolamenti vegetali dominanti a Castelporziano e che vi è presente un alto grado di diversità biologica.

I promettenti risultati così conseguiti sul piano delle capacità del telerilevamento di captare e descrivere le varie classi vegetazionali hanno indotto a procedere successivamente verso il completo sviluppo del metodo e la sua applicazione all'intero territorio della Tenuta, tenendo conto che la scala cartografica di rappresentazione finale era stabilita nell'1:10.000.

Dovendo la Carta riprodurre il maggior numero possibile di classi vegetazionali, è emersa già in fase di analisi preliminare l'esistenza di un oggettivo collo di bottiglia costituito dalle inevitabili limitazioni di natura grafica e cartografica connesse con la rappresentabilità a scala 1:10.000 di un alto numero di poligoni cam-

piti con colori differenti aventi spesso estensioni superficiali molto ridotte (a volte anche al di sotto degli errori di graficismo) e frammentate.

Anche a valle dell'esperienza maturata nello studio di fattibilità citato, la soluzione di compromesso seguita per superare le costrizioni dovute al graficismo e per garantire una buona leggibiltà cromatica della Carta si è fondata su due punti: i) il raggruppamento della totalità delle classi vegetazionali in 14 categorie principali preselezionate. La riduzione del numero di colori da riportare sulla Carta ha comportato la riduzione anche del numero delle classi rispetto a quelle presenti sul territorio, tuttavia il risultato finale costituisce comunque un netto miglioramento in confronto ad esperienze passate; ii) l'esclusione dalla rappresentazione cartografica dei poligoni aventi un'estensione superficiale al di sotto di $^1/_4$ di ettaro.

In quest'ultimo caso si è trattato di una scelta sofferta che ha sacrificato alla leggibilità della Carta il ricco bagaglio di informazioni che, come sarà descritto nei capitoli successivi, il telerilevamento aereo è stato capace di raccogliere. Nella Carta finale così prodotta si sono attenuati alcuni livelli di informazioni utili a maturare approfonditi giudizi e riflessioni sull'elevata biodiversità del territorio e sulle successioni presenti, ma se ne sono evidenziati altri direttamente riferibili all'identificazione di comprensori a vegetazione statisticamente uniforme (per cui gli aspetti eventualmente soppressi assumerebbero, in funzione della loro limitata estensione, il ruolo di facies all'interno di situazioni floristicamente costanti) e comunque necessari per l'adeguata leggibilità della Carta. È evidente che, rispetto alle associazioni presenti, si è dovuto effettuare un accorpamento, soprattutto per quanto riguarda i boschi umidi; infatti, poiché le associazioni presenti (Carici-Fraxinetum, Querco-Carpinetum, Lauro-Carpinetum e Populetum albe) comunque spesso un'estensione di poche centinaia di metri quadri, il loro accorpamento permette ugualmente di osservare la diffusione dei boschi igromesofili a Castelporziano. Analogamente si è proceduto per la vegetazione delle piscine, zone ad alta biodiversità, dove sono rappresentate cinque classi (Lemnetea, Phragmito-Magnocaricetea, Bidentea, Isoeto-Nanojuncetea, Molinio-Arrheneteretea) e una decina tra associazioni e popolamenti spesso però estesi per poche decine di metri quadri.

Ad ogni buon conto le informazioni ottenute dall'elaborazione del rilevamento aereo sono tutte registrate nel SITAC sotto forma numerica e permettono, a scale di maggior dettaglio, ulteriori analisi e approfondimenti relativi a settori più piccoli, riferiti a un maggior numero di classi e, al limite, a determinate specie arboree. Giova inoltre ricordare come, per la sua natura cibernetica, tutto il materiale immesso nel sistema può continuamente essere verificato, aggiornato e migliorato e i problemi rilevati durante le ricerche possono rendere più facili gli studi futuri sulla cartografia territoriale informatizzata.

Uno specifico processo statistico è stato posto in atto per stimare l'accuratezza tematica della Carta della Vegetazione ed ha condotto a risultati tali da confermare il buon grado di affidabilità dei processi di elaborazione di immagini digitali con i sistemi informatici disponibili presso il SITAC per l'identificazione di quasi tutte le principali associazioni vegetali presenti nella Tenuta.

Infine va sottolineato che la pianificazione delle fasi di lavoro con cui si è pervenuti alla realizzazione della Carta è stata orientata anche alla ricerca di una metodica che, seppur costruita per un'esigenza particolare, risultasse flessibile e facilmente adattabile per altre situazioni territoriali.

Nei capitoli successivi sarà descritta dettagliatamente la metodologia sviluppata sia per quanto riguarda le procedure di elaborazione delle immagini, sia per il lavoro effettuato in campo. In particolare il capitolo 2 illustrerà il succedersi delle fasi di elaborazione poste in atto per la realizzazione della Carta dal punto di vista «informatico», mentre il capitolo 3 descriverà il procedimento seguito per stimare l'accuratezza tematica della Carta ottenuta. Il quarto ed il quinto capitolo si occuperanno rispettivamente di descrivere il prodotto finale e di fornire un'esauriente spiegazione di tutte le fito-associazioni presenti a Castelporziano. L'ultimo capitolo è dedicato alle conclusioni.

2. Realizzazione della Carta

Le attività di realizzazione della Carta sono state avviate con una attenta analisi della vasta gamma di problematiche che essa comportava, sia dal punto di vista dei processi e dei sistemi di elaborazione della ripresa aerea e delle informazioni complementari, sia per ciò che riguardava gli aspetti più direttamente connessi agli studi sulla vegetazione ed ai necessari rilevamenti di campo. L'obiettivo principale di questa prima fase dei lavori è stato quello di stendere un «progetto» articolato in «macro attività» per arrivare in modo ottimale alla realizzazione della Carta. Sono state così individuate le diverse fasi di lavoro e pianificato il loro succedersi, tenendo conto dei ruoli specifici e delle interazioni fra gli esperti impegnati sul piano informatico e quelli impegnati in attività di rilevamenti di campagna. Un importante contributo a questa fase è stato fornito anche dall'esperienza maturata durante il test di fattibilità condotto sull'area campione di Malafede.

La sequenza delle macro attività fondamentali stabilite al termine della suddetta fase progettuale è riportata di seguito:

— Correzione geometrica e georefenziazione delle riprese aeree;
— Classificazione;
— Mosaicatura;
— Vettorializzazione ed editing.

Tali fasi di lavoro saranno descritte singolarmente nei paragrafi successivi illustrando per ciascuna la rispettiva problematica, la soluzione adottata ed i risultati ottenuti, tenendo presente che questi ultimi costituiscono l'input per la messa in atto della fase successiva. Ed è proprio in quest'ottica che tutta la procedura sviluppata per realizzare la Carta della Vegetazione di Castelporziano può essere efficacemente applicata ad altre realtà ambientali.

Tutto il lavoro è stato svolto nell'ambito del SITAC (Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano), utilizzando i sistemi di calcolo e le apparecchiature in dotazione ai laboratori informatici del Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA.

In particolare, per ciò che riguarda gli ambienti di elaborazione software, si è fatto ricorso al sistema ERDAS/IMAGINE per tutte le procedure di image processing e gestione dei file raster ed al sistema ARC/INFO per la gestione dei file vettoriali e per la stampa della Carta. Le apparecchiature utilizzate sono state piattaforme UNIX SUN Ultra 3000, per quanto riguarda le capacità di calcolo, nonché numerose periferiche specializzate quali ad esempio il tavolo digitalizzatore CALCOMP 9100 per la trasposizione in forma numerica di informazioni cartografiche riportate su supporto cartaceo ed il plotter HP Design Jet 755 CM per la stampa finale della Carta.

2.1. Correzione geometrica e georeferenziazione delle riprese aeree

Nel maggio del 1992 l'ENEA ha fatto eseguire un volo aereo sopra la Tenuta di Castelporziano effettuando la ripresa mediante un sensore a scansione otticomeccanico, DAEDALUS mod. 1268, dotato di 12 bande spettrali di acquisizione (canali). Tenendo conto anche delle caratteristiche ottiche del sensore, le condizioni di volo (quota, direzione, velocità, etc.) sono state pianificate in modo da «campionare» il territorio secondo un grigliato abbastanza fitto da poter ricavare, successivamente, informazioni coerenti con il dettaglio della scala cartografica 1:10.000. Pertanto la Tenuta è stata sorvolata ad una quota di 1500 metri e ripresa in 6 «strisciate» affiancate, ognuna orientata in direzione Sud-Nord ed avente un'ampia fascia (30% ca) di sovrapposizione laterale con le sue adiacenti. In figura 1, a titolo d'esempio, sono riportate la prima e la quinta delle sei strisciate ottenute, sovrapposte ai confini amministrativi della Tenuta per meglio visualizzare la collocazione geografica delle rispettive fasce di territorio riprese.

Ciascuna delle 6 immagini ottenute è formata da numerose linee di scansione (fino ad un massimo di 3871 proprio per la strisciata 5) tutte costituite da 890 pixel ognuno dei quali, a sua volta, sottende un'area al suolo quadrata con lato di 4 metri (ved. fig. 1). Si è assunto infatti che, unitamente all'elevato numero di bande di rilevamento (risoluzione spettrale), tali ridotte dimensioni del pixel fornissero una risoluzione geometrica adeguata per poter distinguere le varie classi vegetazionali anche in un'area estremamente «bio-diversificata», come è appunto quella di Castelporziano.

Come qualunque immagine telerilevata anche quelle DAEDALUS, per vari motivi, sono affette da significative distorsioni geometriche, nel senso che gli elementi territoriali in esse rappresentati (ad es. strade, edifici, etc.) non mantengono le loro reali forme, dimensioni e posizioni reciproche. Inoltre le immagini non sono georeferenziate poiché ogni loro pixel non dispone di una terna di coordinate geo-

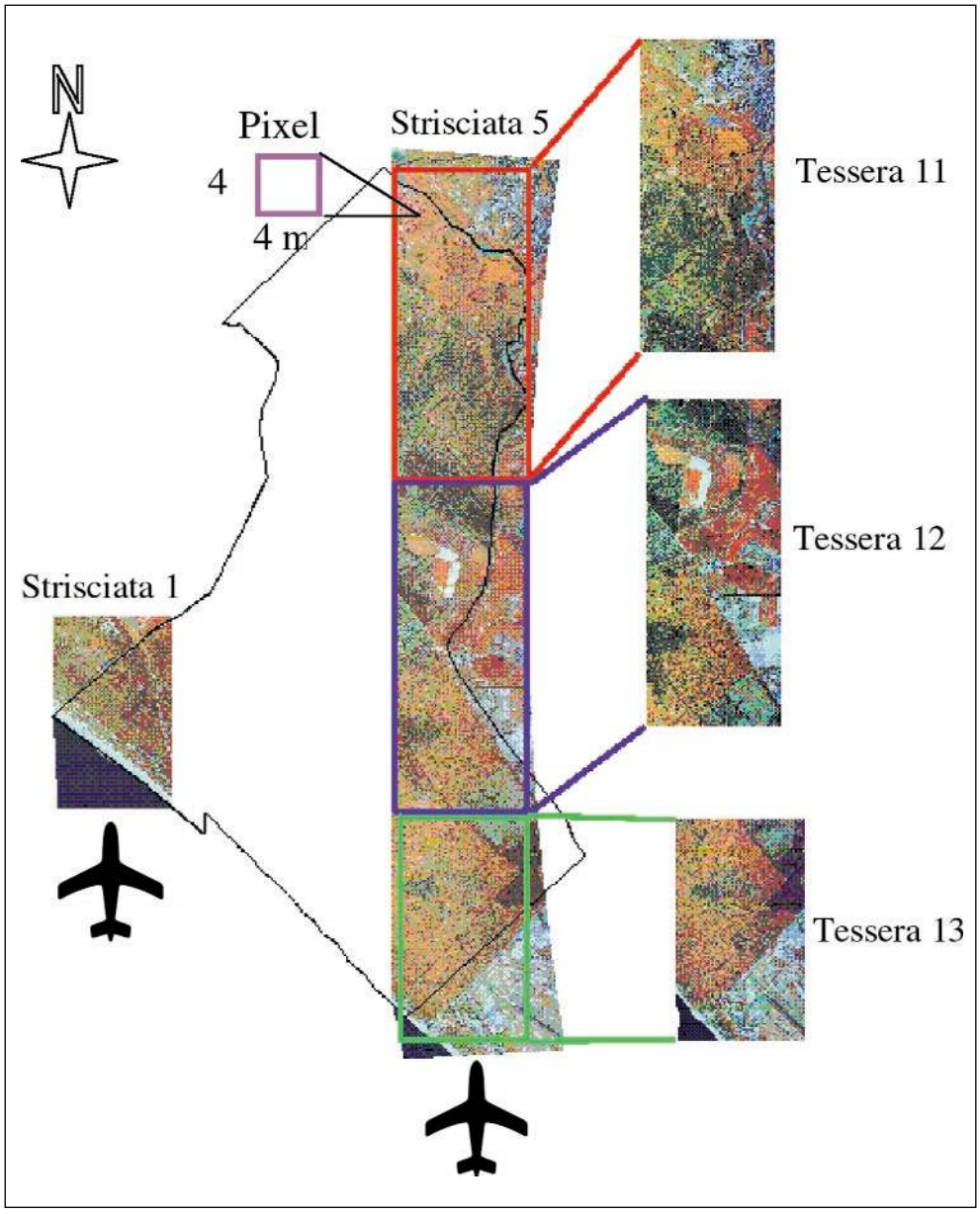


Fig. 1. La ripresa aerea frazionata in strisciate e tessere.

grafiche (Latitudine, Longitudine, Altitudine) che ne identifichi univocamente l'esatta collocazione sul territorio. Al contrario, quest'ultima caratteristica è indispensabile qualora, come nella fattispecie, si voglia utilizzarle proprio per realizzare prodotti aventi proprietà cartografiche. Pertanto è stato necessario, innanzitutto, stabilire ed attuare un processo di correzione geometrica e di georeferenziazione delle singole 6 riprese aeree che si è articolato in varie fasi di elaborazione.

Una prima forma di distorsione si è manifestata nelle singole strisciate con una evidente «compressione» geometrica che aumentava procedendo dal centro della strisciata verso i suoi bordi ed era dovuta alla crescente lontananza dell'area scandita rispetto alla verticale del sensore (effetto panoramico). A causa della minore altitudine alla quale opera il sensore questa distorsione è più accentuata per le immagini DAEDALUS rispetto a quelle riprese dai satelliti (ad es. SPOT). Essa è stata rimossa sottoponendo singolarmente le 6 strisciate ad uno specifico algoritmo di compensazione.

Tuttavia, a valle di questo primo passo, in ciascuna delle 6 immagini sono rimasti dei residui di alterazione geometrica dovuti a numerosi fattori, ivi inclusa la stessa orografia del terreno, anche se nel caso di Castelporziano quest'ultima, per la sua scarsa entità, non ha un forte effetto distorcente. Inoltre ogni immagine non risultava ancora georiferita. Pertanto si è proceduto verso una seconda fase di elaborazione con cui eliminare le deformazioni restanti e georeferenziare le singole immagini affinché costituissero una «geograficamente fedele» rappresentazione della rispettiva porzione di territorio.

In estrema sintesi, per ogni strisciata, tale fase di rettificazione è stata eseguita con la seguente successione di azioni: 1) selezionando sull'immagine un elevato (non meno di 20) numero di dettagli territoriali come incroci di strade, vertici di strutture urbane, etc. e denominati Ground Control Point (GCP); 2) riconoscendo i medesimi dettagli (punti omologhi) sulla cartografia di riferimento, costituita dalla Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) 1:10.000, ricavandone le esatte coordinate geografiche; 3) sottoponendo l'intera immagine ad un complesso algoritmo che la rendesse «sovrapponibile» alla C.T.R., ovvero che la deformasse geometricamente imponendo la coincidenza geografica fra i GCP ed i rispettivi omologhi; 4) assegnando ad ogni pixel dell'immagine le coordinate geografiche derivanti (stimate) da questo ideale processo di sovrapposizione.

La «precisione» cartografica dell'immagine così rettificata è stata infine verificata ripetendo i primi due passi della successione in un cospicuo numero di ulteriori dettagli territoriali e misurando, in ciascuno di essi, la differenza (errore) tra le coordinate geografiche desunte dalla C.T.R. (esatte) e quelle attribuite nell'immagine stessa (stimate). Purtroppo, l'errore quadratico medio ammontava a circa 60 metri, risultando troppo elevato per gli scopi prefissati. Si è sperimentato inoltre che anche aumentando il numero dei punti di controllo l'errore quadratico medio non manifestava significative riduzioni. Visivamente ciò è emerso in modo chiaro quando si sono sovrapposti alcuni elementi cartografici del SITAC (ad es. il sistema viario ed i

confini amministrativi della Tenuta) con le immagini appena georiferite. Nella Fig. 1 tale distorsione è ben visibile soprattutto nella zona Sud (Capocotta) della strisciata 5, dove si può osservare distintamente che la copertura vegetale presente nella ripresa aerea si estende, erroneamente, ben oltre il confine reale della Tenuta.

Questa grave incongruenza geometrico-geografica va attribuita sostanzialmente a due distinti fattori concomitanti: le inevitabili approssimazioni insite nell'algoritmo di rettificazione e la forma notevolmente allungata lungo l'asse Sud-Nord delle riprese aeree.

La strada intrapresa per superare queste difficoltà è stata quella di frazionare le strisciate in porzioni piccole e, soprattutto, meno allungate poiché in generale si prestano meglio ad essere corrette e georiferite con risultati più accurati.

2.1.1. *Suddivisione in tessere*

Tuttavia la soluzione prospettata di ripartire le 6 strisciate in sottoimmagini più piccole, da un lato, avrebbe reso più accurata la georeferanziazione di ciascuna di esse ma, dall'altro, avrebbe accresciuto il numero di elementi da giustapporre per ricostruire il quadro completo della Tenuta, rendendo così più impegnativo il conseguente lavoro necessario per la loro mosaicatura finale. Il compromesso raggiunto è stato quello di frazionare in tre parti ciascuna, lungo la direzione Est-Ovest, le strisciate più lunghe (la 2, 3, 4 e 5) e di «accorciare» la 1 (zona di Castelfusano) e la 6 (zona estremo Est di Capocotta) mantenendone solo le linee di scansione strettamente indispensabili. Inoltre le 14 sottoimmagini così ricavate sono state ritagliate lungo l'asse Sud-Nord (longitudinale) eliminandone le fasce più esterne, quelle geometricamente più distorte, senza causare alcuna perdita di informazione. Va ricordato infatti, che le strisciate contigue presentavano un'ampia sovrapposizione laterale, facendo sì che la zona più esterna di una strisciata coincidesse con quella centrale, e perciò meno distorta, della strisciata contigua. Alla fine di queste operazioni si sono ottenute 14 distinte immagini che continuavano ad avere una certa fascia, sia pure più stretta, di sovrapposizione laterale: la più piccola (Tessera N. 3) formata da 474 linee di scansione ognuna di 219 pixel e la più grande (Tessera N. 11) formata da 1408 linee di scansione ognuna di 674 pixel; tali immagini sono state chiamate tessere proprio per sottolineare il fatto che la loro giustapposizione avrebbe fornito un unico mosaico relativo all'intero territorio della Tenuta. Sul lato destro della fig. 1 sono evidenziate le tre tessere ottenute dalla strisciata 5. Un ulteriore criterio con cui è stata effettuata la suddivisione in tessere è stato quello di assicurare la presenza in ciascuna di esse di un adeguato numero di elementi territoriali utilizzabili come GCP nella successiva fase di correzione geometrica e di georiferimento.

Infatti, le tessere sono state corrette e georiferite una ad una, secondo la procedura utilizzata per una strisciata intera e descritta nel paragrafo 2.1., avendo cura di selezionare un numero di GCP variabile (da un minimo di 13 per la tessera 14

ad un massimo di 40 per la tessera 13) a seconda della complessità morfologica del suolo in essa rappresentato. Per quanto concerne la tecnica di ricampionamento utilizzata nell'algoritmo di correzione geometrica si è preferito il metodo «Nearest Neighbor» soprattutto perché non modificava il contenuto radiometrico delle tessere, non riducendo quindi il livello di discriminabilità spettrale delle singole categorie vegetazionali.

In termini di «precisione» cartografica sono stati così raggiunti risultati prossimi agli standard di qualità della scala 1:10.000, dal momento che l'errore quadratico medio stimato sul complesso delle 14 tessere georiferite è stato di 10 metri circa, contro i 60 metri relativi ad una strisciata intera.

Inoltre si è potuto osservare che le maggiori disaccuratezze continuavano a risiedere sulle fasce periferiche delle tessere, mentre le loro zone centrali presentavano errori minori del valore medio complessivo e, pertanto, ancora più vicine alla qualità cartografica da raggiungere. Allo stesso tempo, da questa constatazione è emerso chiaramente che l'unico modo per attenuare gli errori di georiferimento che, al momento della mosaicatura, inevitabilmente si sarebbero accumulati lungo le zone di confine delle tessere, era quello di intervenire manualmente (editing) con un puntuale lavoro di riposizionamento geografico sui singoli pixel delle fasce periferiche. L'impossibilità pratica di effettuare tale lavoro di correzione manuale di estremo dettaglio ha suggerito di non procedere immediatamente alla mosaicatura delle tessere appena georiferite, quanto piuttosto di sottoporle direttamente al processo di classificazione e, successivamente, effettuare la mosaicatura delle tessere classificate. Come meglio vedremo in seguito, ciò avrebbe avuto il vantaggio di facilitare molto le operazioni di editing nelle zone di giunzione delle tessere per eliminarvi le incongruenze geometriche locali.

2.2. Classificazione

Classificare un'immagine telerilevata significa attribuire ogni suo pixel ad una delle N categorie (classi) di oggetti presenti al suolo (coperture). L'attribuzione viene fatta sulla base della risposta spettrale del pixel, ovvero dei valori di radianza ad esso associati nelle varie bande spettrali del rilevamento (12 canali nel caso specifico), così come sono stati numericamente codificati e registrati nell'immagine stessa. Infatti, la risposta spettrale del pixel dipende strettamente dal tipo e dallo stato fisico della copertura presente nell'areola di territorio (4m x 4m nel caso specifico) che esso sottende.

Le strategie con cui si può effettuare l'attribuzione tramite computer sono numerose ed ognuna è attuata secondo uno specifico processo di classificazione. Come sarà descritto più in dettaglio nei paragrafi successivi, per la realizzazione della Carta della Vegetazione di Castelporziano è stato utilizzato il metodo detto «supervised» che si fonda su due fasi concettualmente ben distinte. La prima, detta

di addestramento (training), consiste nel selezionare e delimitare sull'immagine una serie di aree (training area) la cui rispettiva copertura è nota a priori, attraverso rilevamenti *in situ*, e corrisponde ad uno degli N tipi da classificare. Occorre selezionare almeno una training area per ognuna delle N classi poiché l'obiettivo è di ricavare, tramite algoritmi di natura statistica, da ciascuna area campione la «firma spettrale» della classe che la ricopre, ossia l'insieme di 12 valori di radianza che rappresenta il centro (prototipo) dell'intera classe. Una volta determinato il prototipo di ciascuna classe, nella seconda fase del metodo (detta di classificazione) la risposta spettrale di ogni singolo pixel dell'immagine viene «confrontata» con gli N prototipi ed esso viene attribuito alla classe cui risulta più prossimo, basandosi sul presupposto generale che più le risposte spettrali di due pixel sono vicine fra loro, più le loro coperture territoriali sono fisicamente simili. Naturalmente il confronto tra la risposta spettrale dei pixel e la firma spettrale delle N categorie viene effettuato su basi numeriche ed a tal fine si possono seguire numerose e diversificate regole, ognuna delle quali è implementata da uno specifico algoritmo. In ogni caso il pixel appena classificato viene etichettato con un codice alfa-numerico che simboleggia la copertura territoriale alla quale è stato assegnato. Al termine del processo di classificazione, pertanto, si ottiene una nuova immagine (immagine classificata) ben diversa da quella originale poiché è costituita solo dagli N codici alfanumerici prescelti (e non da valori di radianza) i quali sono distribuiti nell'immagine in modo da replicare la distribuzione al suolo delle N classi di copertura.

Di seguito si descrive l'intero processo di classificazione seguito per realizzare la Carta della Vegetazione suddividendolo in due paragrafi distinti, il primo dedicato al lavoro effettuato in campo dagli esperti vegetazionisti che è stato essenziale per identificare le classi di vegetazione e localizzarle sulla cartografia, mentre il secondo si riferisce alle attività più strettamente informatiche necessarie per ricavare la firma spettrale di ogni classe e per effettuare la classificazione di ogni tessera.

2.2.1. *Rilevamenti di campo e definizione delle classi vegetazionali*

La base botanica su cui è stata costruita la Carta della Vegetazione è formata da oltre duecento rilevamenti fitosociologici di campo effettuati secondo il metodo Braun-Blanquet con scala di copertura Pignatti e raccolti nella Tenuta nel corso degli ultimi anni (nel 1998 ammontavano a 300) da numerosi ricercatori. La nomenclatura delle specie segue la «Flora d'Italia» del Pignatti (1982). La tabella di tali rilievi è stata dapprima sottoposta ad analisi multivariata per mezzo del package Wildi-Orloci e, successivamente, a una revisione per mezzo del programma Syntax (Wildi O. & Orloci L., 1983).

Osservazioni di campo sono state effettuate nelle varie stagioni e, parallelamente alla raccolta dei rilevamenti, è stata registrata sulla Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 della Tenuta la posizione dei singoli popolamenti o associazioni. Procedendo, dove necessario, alla aggregazione di osservazioni puntuali omogenee

si sono così delimitate sulla C.T.R. le aree su cui sono stati effettuati i rilevamenti di campo e che si riferivano praticamente a tutte le associazioni vegetali della Tenuta. I rilevamenti così elaborati e cartografati sono stati utilizzati per la selezione e la delimitazione delle training area ai fini della classificazione delle immagini, senza ulteriori adattamenti in quanto erano stati organizzati in modo ottimale per poter essere associati ad ogni singola tessera.

L'elaborazione dei rilevamenti fitosociologici ha evidenziato la presenza di 43 diverse associazioni vegetali sul territorio della Tenuta. Essendo impossibile mantenere un'adeguata leggibilità grafica su un supporto cartaceo che riproduca un numero così elevato di classi peraltro manifestanti su vaste zone un altissimo grado di parcellizzazione, i 43 tipi sono stati raggruppati in 13 classi principali, alle quali è stata aggiunta un'ulteriore categoria di copertura relativa al suolo non vegetato. Le 14 classi così definite sono elencate in Tab.1.

Tabella 1. *Tipologie di coperture al suolo (classi) e loro codice identificativo.*

Identif. classe	**Descrizione della copertura**	**Identif classe**	**Descrizione della copertura**
1	Echinopo-Quercetum frainetto	8	Praterie antropiche
2	Boschi igromesofili	9	Praterie aride
3	Viburno-Quercetum ilicis (a macchia)	10	Praterie mesoigrofile
4	Viburno-Quercetum ilicis (ad alto fusto)	11	Vegetazione delle piscine
5	Viburno-Quercetum ilicis (ericetosum)	12	Rubo-Ulmion
6	Viburno-Quercetum ilicis (suberetosum)	13	Piantumazioni
7	Garighe	14	Suolo non vegetato

In definitiva alla fine delle due azioni (rilevamenti di campo e scelta delle classi vegetazionali) è stata ottenuta sia la lista delle categorie vegetazionali da classificare, sia la delimitazione, almeno sulla C.T.R., delle aree su cui sono stati effettuati i rilevamenti di campo per ciascuna categoria. Tale delimitazione è stata propedeutica alla selezione e delimitazione delle training area che sarà descritta nel prossimo paragrafo.

2.2.2. *Estrazione delle firme spettrali e classificazione delle tessere*

Le attività descritte nel paragrafo precedente hanno permesso di raggiungere un duplice obiettivo: specificare la lista delle associazioni vegetazionali da riprodurre

sulla Carta della Vegetazione, nonché circoscrivere sulla C.T.R. le aree su cui sono stati effettuati i rilevamenti di campo per ciascuna di esse. A loro volta, le informazioni così acquisite hanno consentito di affrontare le azioni successive, cioè quelle relative al processo di classificazione automatica di ciascuna delle 14 tessere. Quanto svolto in tal senso sarà descritto di seguito facendo riferimento a una generica tessera, ma resta sottinteso che le medesime operazioni sono state svolte per tutte le altre.

Avendo precedentemente georiferito tutte le tessere, è risultato abbastanza agevole sovraimporvi graficamente le delimitazioni delle associazioni vegetali già registrate sulla C.T.R.. Questa prima operazione, quindi, ha permesso di tracciare accuratamente sulle tessere i confini delle Training Area (TA) di tutte le categorie di copertura al suolo elencate in Tab. 1. Nell'insieme sono state selezionate e delimitate 354 TA, ripartite tra le tessere e le strisciate così come è indicato nella terza colonna della Tab. 2. La quarta colonna riporta per ogni tessera il codice identificativo delle coperture al suolo per le quali sono state individuate e delimitate le rispettive TA. Inoltre è riportato tra parentesi il numero totale di classi identificate in ciascuna tessera. Si evidenzia come, ad esempio, la tessera 1 contenga TA per 12 categorie di copertura (in particolare 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14), mentre la tessera 3 ne contenga solo per 3 categorie (in particolare 1, 4, 6).

L'estensione territoriale complessiva delle TA selezionate è stata di 307 ha (pari all'incirca al 5% dell'estensione superficiale dell'intera Tenuta) con un valore medio di 1,02 ha, un minimo di 0,812 ha ed un massimo di 18 ha.

Tabella 2. *Training area e classi di copertura ripartite fra tessere e strisciate.*

Identif. Strisciata	Identif. Tessera	Numero di T.A.	Codice identificativo delle classi di copertura al suolo rilevate														
1	1	34	1	2	3	4	5	6	7	8	9	--	11	--	13	14	(tot.12)
2	2	20	1	--	--	4	5	6	--	--	9	--	--	12	13	--	(tot.6)
	3	5	1	--	--	4	--	6	--	--	--	--	--	--	--	--	(tot.3)
	4	39	1	2	3	4	--	--	--	--	9	--	11	--	13	14	(tot.8)
3	5	38	1	--	3	4	--	6	--	8	9	--	11	--	13	14	(tot.9)
	6	48	1	2	3	4	5	6	--	8	9	--	11	12	13	--	(tot.11)
	7	32	1	2	3	4	5	--	--	--	9	--	11	12	13	14	(tot.10)
4	8	32	1	2	--	4	5	6	--	8	9	10	11	12	13	14	(tot.12)
	9	23	1	2	3	--	5	--	--	8	9	--	11	12	13	14	(tot.10)
	10	19	1	2	3	4	5	--	--	--	--	--	11	12	13	14	(tot.9)
5	11	10	--	--	3	--	5	--	--	8	9	--	11	--	13	14	(tot.6)
	12	15	1	2	--	--	5	--	--	8	9	--	11	12	13	14	(tot.10)
	13	23	1	2	3	4	5	--	--	--	9	--	11	12	13	14	(tot.10)
6	14	16	1	--	--	--	--	--	--	--	9	--	--	--	13	14	(tot.4)

Tabella 3. *Firma Spettrale della Classe 1.*

	Min	Max	Med	Dv Std
Banda 1	18	39	29.066	2.919
Banda 2	60	90	74.400	5.871
Banda 3	47	78	62.239	5.949
Banda 4	26	48	35.326	3.445
Banda 5	36	76	51.034	5.220
Banda 6	39	128	86.933	14.875
Banda 7	55	196	135.172	22.992
Banda 8	61	255	173.180	31.944
Banda 9	23	172	76.144	17.341
Banda 10	19	98	34.898	5.502
Banda 11	46	164	79.113	6.472
Banda 12	63	217	106.046	8.518

A questo punto tutti i pixel facenti parte delle TA di una stessa classe di copertura al suolo sono stati riuniti nel computo statistico effettuato per stimare la Firma Spettrale (FS) della classe e tale operazione è stata ripetuta per tutte le 14 classi della Tab. 1. Per esemplificare i risultati così ottenuti, la Tab. 3 riassume la FS della sola Classe 1 (Echinopo-quercetum frainetto) calcolata sui pixel inclusi nelle TA ad essa afferenti.

Ogni riga della Tab. 3 corrisponde ad una delle 12 bande di rilevamento mentre le prime tre colonne riportano, nell'ordine, il valore di radianza minimo (Min), massimo (Max) e medio (Med) registrato per la Classe 1 nei vari canali. L'ultima colonna riporta la deviazione standard (Dv Std) manifestata dai valori citati ed è utile per avere un'idea di quanto densamente essi siano distribuiti intorno al valor medio.

Ricorrendo ad una figurazione di tipo geometrico, si potrebbe dire che nello spazio a 12 dimensioni idealmente definito dalle bande di rilevamento (spazio radiometrico), la colonna dei valori medi racchiude le 12 coordinate che fissano la posizione del «centro» della Classe 1. Intorno ad esso si raggruppano, in una sorta di aggregato di punti (cluster) via via meno denso, le risposte spettrali (12 valori di radianza) di tutti i pixel inclusi nella TA della Classe 1, cosicché tale centro rappresenta il prototipo dell'intera Classe. Naturalmente nello stesso spazio radiometrico trovano collocazione anche gli aggregati di punti relativi a tutte le rimanenti classi, ognuno caratterizzato da una differente posizione del suo centro (prototipo) e da una più o meno accentuata diminuzione della densità dei punti. Infine nello stesso spazio radiometrico si collocano, come punti singoli, anche le risposte spettrali dei

rimanenti pixel di una tessera, ovvero quelli che non appartengono a nessuna TA e che, pertanto, devono essere automaticamente attribuiti ad una delle 14 Classi.

In realtà la FS di una Classe include anche la matrice di Varianza-Covarianza che completa la descrizione morfologica del rispettivo cluster esprimendone l'orientamento nello spazio radiometrico, nonché fornendo una misura della sua estensione volumetrica.

Una volta ricavate le FS delle 14 Classi selezionate si è proceduto alla fase di vera e propria classificazione di ogni tessera utilizzando il criterio della «massima verosimiglianza». Tale criterio si basa sulla assunzione, rispettata nella gran parte delle effettive situazioni al suolo, che i punti che formano il cluster di una generica classe siano distribuiti intorno al loro centro secondo una legge Gaussiana, si addensino cioè seguendo la distribuzione normale. Il criterio è stato operativamente applicato mediante un complesso algoritmo che, per ogni pixel da classificare, dapprima ha stimato statisticamente la sua probabilità (verosimiglianza) di appartenere ad ognuna delle 14 classi; quindi lo ha assegnato effettivamente a quella classe per la quale tale probabilità è risultata massima; infine, lo ha etichettato con un predefinito codice alfanumerico associato alla classe.

A conclusione di questo articolato processo tutte le tessere sono state classificate. Il prodotto finale ottenuto consiste in 14 differenti immagini formate solo dai codici alfanumerici descrittivi delle 14 Classi di copertura al suolo selezionate.

2.3. Mosaicatura

Lo scopo principale delle attività descritte in questo paragrafo è stato quello di giustapporre tutte le tessere classificate, ovvero ottenute a valle del processo di classificazione descritto nel paragrafo precedente, in modo da riunirle in un unico quadro d'insieme della Tenuta.

Il processo di mosaicatura delle tessere di per sé non ha rappresentato un problema dal punto di vista tecnico-informatico in quanto è stato eseguito abbastanza agevolmente mediante l'algoritmo «mosaicking images» in dotazione al pacchetto software ERDAS/IMAGINE. A tal fine, tuttavia, è risultato essenziale il fatto che le singole tessere fossero già state georiferite, poiché la mosaicatura è stata messa in atto mediante un procedimento che le ha unite facendo combaciare punti aventi le medesime coordinate geografiche. In particolare come tessera iniziale è stata scelta la 1 e ad essa è stata affiancata la 2 ottenendo un'immagine più ampia. A quest'ultima è stata unita la tessera 3, e così via fino alla aggregazione di tutte le 14 tessere. In conclusione si è ottenuta un'unica immagine formata da 3723 x 2210 pixel in ognuno dei quali è registrato un codice alfanumerico che identifica la classe di copertura al suolo che ricopre l'area sottesa dal pixel (4m x 4m).

Tuttavia, è stato sufficiente associare ad ogni codice un differente colore e visualizzare su monitor il mosaico prodotto per rendersi conto che, nonostante si

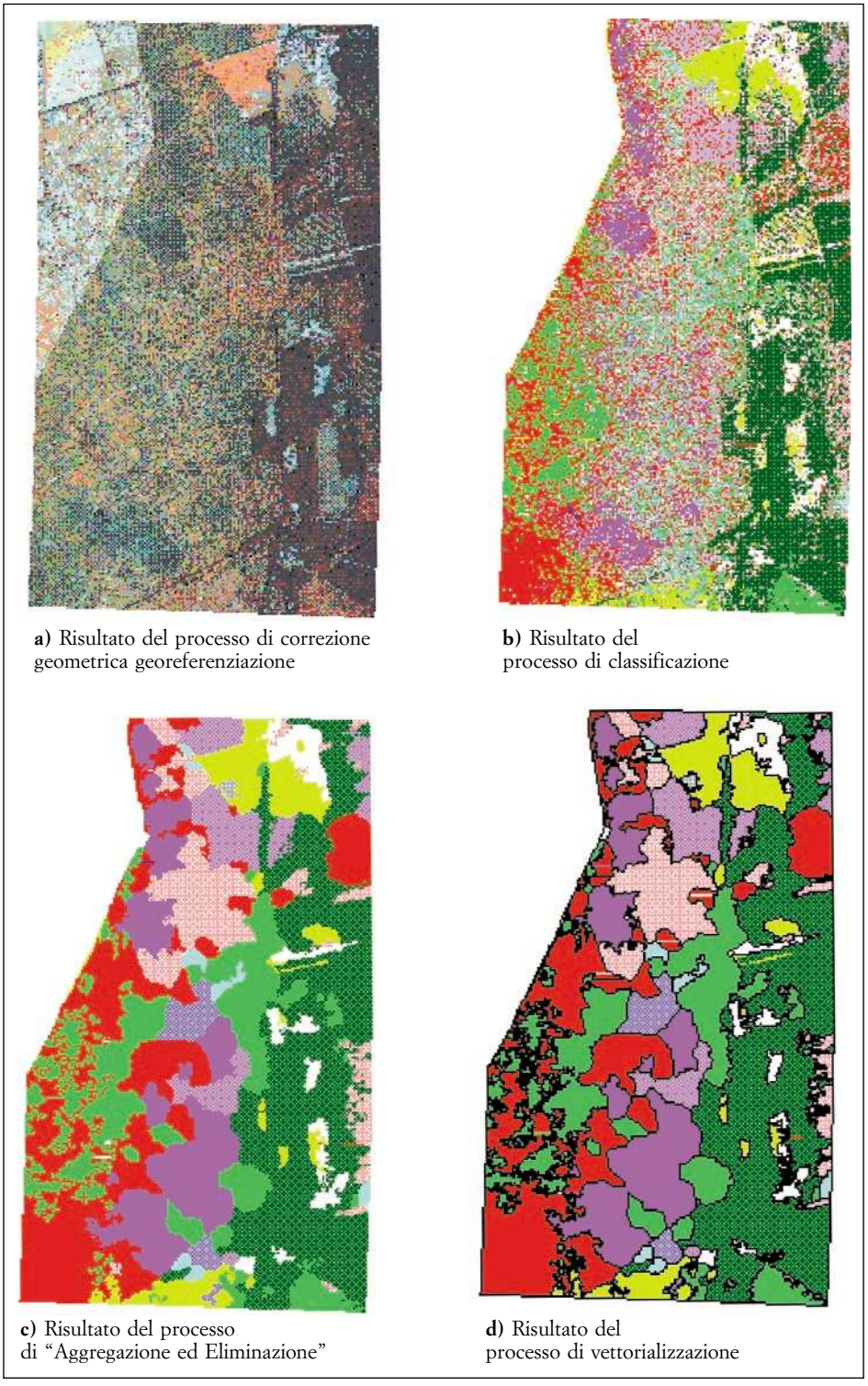
fossero accorpate le coperture al suolo in soli 14 tipi, persisteva una fortissima frammentazione dei colori in vaste porzioni di territorio «effetto sale e pepe». Infatti, essendo in tali zone le aree a copertura vegetazionale omogenea di dimensioni lineari e di estensioni superficiali molto piccole e vicine agli errori di graficismo tipici della rappresentazione a scala cartografica 1:10.000, ne derivava la scarsa leggibilità fruibilità di una Carta stampata su supporto cartaceo. Una dimostrazione di tale effetto si ha nella figura 2, dove l'immagine a) si riferisce alla tessera n. 6 georiferita ed a monte del processo di classificazione, mentre l'immagine b) mostra la stessa tessera a valle della classificazione. È evidente l'effetto «sale e pepe» di quest'ultima.

Per attenuare quest'effetto e per migliorare, quindi, la leggibilità della Carta si è stabilito, come è stato detto, di rappresentare graficamente solo quelle aree a copertura omogenea che avessero un'estensione superficiale di almeno $^1/_4$ di ha. Esse, infatti, alla scala 1:10.000 risultano ben distinguibili poiché corrispondono a superfici di 0,25 cm^2 (5 mm per 5 mm).

Per mettere in pratica tale criterio di selezione il mosaico è stato sottoposto ad un algoritmo di analisi di «contiguità», nel senso che è stato scandito punto per punto per individuare i gruppi di pixel che rispettavano la duplice condizione: omogeneità di classe e contiguità geografica. Sono stati così identificati tutti gli agglomerati di pixel che appartenevano ad una medesima copertura al suolo e che erano geograficamente a diretto contatto tra loro. In questo modo è risultato facile il calcolo automatico dell'estensione superficiale di ognuno degli agglomerati individuati e quindi l'eliminazione di quelli con superficie al di sotto della soglia prestabilita di $^1/_4$ di ha. In realtà l'eliminazione va intesa nel senso che i loro pixel sono stati sostituiti con quelli della classe di copertura che li inglobava. Il risultato di tale processo di «aggregazione ed eliminazione» è illustrato nella figura 2 c), il cui confronto con la figura 2 b) rende evidente la maggiore leggibilità.

Tutti i dati riguardanti la classificazione delle tessere a monte del processo di «aggregazione ed eliminazione» non sono comunque perduti poiché essendo immagazzinati nel sistema possono essere richiamati per elaborazioni diverse. Essi inoltre non devono essere trattati prima di poterli elaborare di nuovo in quanto assolutamente compatibili con tutti i prodotti ricavati.

Va tenuto presente, in conclusione, che nelle zone di giunzione delle tessere il mosaico presentava una serie di incongruità geografiche da imputare necessariamente all'accumularsi degli errori di georiferimento di cui erano affette le singole tessere, soprattutto nelle loro fasce periferiche. Nelle attività appena descritte non è stato fatto nulla di specifico per eliminare questi errori, tuttavia è evidente che, sia pure in modo indiretto, l'operazione di eliminazione degli agglomerati di pixel con area al di sotto di $^1/_4$ di ha ne ha ridotto il rateo di incidenza, almeno di quelli di minore entità. Questo effetto benefico complessivo sugli errori meno marcati, tuttavia non è stato certo sufficiente ad eliminare le incongruità più significative, a cui si è provveduto con quanto descritto nel paragrafo successivo.



a) Risultato del processo di correzione geometrica georeferenziazione

b) Risultato del processo di classificazione

c) Risultato del processo di "Aggregazione ed Eliminazione"

d) Risultato del processo di vettorializzazione

Fig. 2. I risultati delle fasi di elaborazione esemplificati per la tessera 6.

2.4. Vettorializzazione ed editing

Le informazioni numeriche che descrivono grandezze territoriali, quali ad esempio la distribuzione al suolo delle classi di vegetazione, possono essere registrate su supporto magnetico seguendo due differenti modalità, denominate rispettivamente *raster* e *vettoriale*. Nel primo caso, ben esemplificato dal mosaico descritto nel precedente paragrafo, il territorio è ripartito in un grigliato (*raster*) di punti (pixel) ad ognuno dei quali è associato un codice numerico descrittivo della specifica grandezza di interesse. Restando nell'esempio citato, pertanto, una zona di territorio ricoperta da una classe di vegetazione viene registrata memorizzando in un file il codice numerico della classe ripetuto per ciascun pixel che ricopre la zona, come illustrato nella figura 2c. Nella modalità vettoriale, invece, la stessa grandezza territoriale viene registrata memorizzando nel file solo la sequenza delle coppie di coordinate geografiche (vettore) definita dai vertici del poligono che circoscrive la zona, unitamente ad un unico attributo numerico che ne identifica la classe. Nella figura 2d viene esemplificato tale concetto mostrando il contorno dei poligoni che sono colorati secondo la classe che essi circoscrivono. I colori scelti sono gli stessi sia per il formato raster che per il vettoriale.

Nella maggior parte dei casi la modalità vettoriale presenta il vantaggio non trascurabile di generare file di dimensioni sensibilmente più ridotte per la memorizzazione. Attualmente, tuttavia, sono disponibili algoritmi che permettono di operare la trasformazione dall'una forma all'altra e viceversa con notevole affidabilità dei risultati, anche se la conversione raster vettoriale necessita di un maggior controllo su quanto ottenuto.

La necessità di convertire la Carta della Vegetazione di Castelporziano nella forma vettoriale, ha anche consentito di renderla uno dei numerosi strati informativi del SITAC già memorizzati in ambiente ARC/INFO e come tale di poterla gestire ed elaborare in modo incrociato con tutti gli altri strati informativi (ad es. quelli riguardanti tematiche sul suolo, sull'inquinamento etc.).

La conversione dalla forma raster a quella vettoriale è stata realizzata mediante l'algoritmo «Raster to Vector» del modulo vettoriale di ERDAS/IMAGINE che permette la conversione immediata di file tematici raster in coperture vettoriali mantenendo il codice numerico del pixel (che ne identifica la classe di copertura al suolo) come etichetta (label) del poligono creato. Le uniche richieste a monte dell'operazione di conversione si riferiscono a due aspetti: il primo riguarda il tipo di copertura da creare (puntuale, lineare o poligonale) ed il secondo è un valore che permette di creare dei segmenti che non seguano pedissequamente l'andamento geometrico dei pixel (dando così come risultato dei vettori «a dente di sega») ma che seguano solo il contorno del poligono totale; tale valore si indica col termine «weed tolerance». Nella fattispecie si è creata una copertura poligonale con un valore di weed tolerance pari a 10 (all'incirca 2,5 volte la dimensione del pixel).

Tra gli altri risultati ottenuti va notato che il file che contiene la Carta in for-

mato raster occupa ca. 8 Mbyte mentre quello relativo alla versione vettoriale ne occupa solo 1,5 Mbyte.

Lo strato informativo che memorizza la Carta in forma vettoriale è risultato essere formato da un totale 772 poligoni ripartiti per Classe come illustrato nella seconda colonna della Tab. 4. Nelle altre colonne della tabella si illustrano alcuni dati statistici dai quali si evince, ad esempio, che la classe più estesa è la n.1 (Cerreta) con 2049 ha, mentre quella con minore estensione è la n. 11 (Piscine) con 6,28 ha. I poligoni della classe 13 (Rimboschimenti) hanno la maggiore estensione media (15.6 ha) mentre quelli della classe n. 11 hanno la più piccola estensione media (0.63 ha).

Tabella 4. *Principali caratteristiche dello strato informativo vettoriale.*

Identif. della Classe	Numero di poligoni	Estensione Superficiale tot. (ha)	Estensione Minima (ha)	Estensione Massima (ha)	Estensione Media (ha)
1	138	2049	0.29	1156	14.84
2	45	142	0.30	42	3.16
3	103	464	0.25	140	4.50
4	65	503	0.27	122	7.74
5	40	367	0.25	133	9.18
6	24	230	0.31	134	9.59
7	7	32	0.31	21	4.57
8	33	262	0.29	70	7.96
9	86	486	0.25	67	5.66
10	2	20	0.36	20	10.18
11	10	6.28	0.28	1.7	0.63
12	40	62	0.35	6.2	1.50
13	79	1234	0.26	784	15.60
14	14	149	0.32	122	10.60

Va inoltre osservato che il processo di vettorializzazione ha attenuato ulteriormente le incongruenze geografiche alle giunzioni fra tessere, ma ha anche inserito errori dovuti a caratteristiche proprie delle immagini: ad esempio gli errori dovuti al sensore (effetto «stripe») che si traducono in linee dell'immagine in cui mancano completamente le informazioni territoriali. Tali linee, nel processo di vettorializzazione, generano poligoni autonomi che devono necessariamente essere eliminati poiché non rappresentano reali confini di classi di copertura al suolo.

Pertanto è stato necessario passare all'editing dello strato informativo vettoriale ottenuto. In questa fase la correzione dei poligoni, laddove esistevano delle incongruenze, è stata realizzata agendo puntualmente sui poligoni da correggere. Tali correzioni visive manuali sono state effettuate con il supporto del modulo di editing di ERDAS/IMAGINE, che permette di tagliare, unire, copiare, arrotondare i segmenti che delimitano i poligoni. Questo processo di aggregazione ed eliminazione ha permesso di operare su uno strato informativo vettoriale più facilmente gestibile anche per la correzione delle incongruenze. Se la vettorializzazione fosse stata effettuata sul mosaico risultato direttamente dal processo di classificazione, il numero dei poligoni ottenuti sarebbe stato talmente elevato (parecchie migliaia) che lo strato informativo sarebbe divenuto assolutamente ingestibile.

3. Stima dell'accuratezza della Carta

Con l'esecuzione dell'intera sequenza di macro attività descritte nel capitolo precedente, grazie alla distribuzione territoriale sull'intera Tenuta delle 14 classi di vegetazione, è stata ottenuta una Carta che, pur avendo le proprietà cartografiche della C.T.R. a scala 1:10.000, non ne è perfettamente sovrapponibile, essendo priva di una serie di elementi tipicamente cartografici e di composizione tipografica quali il reticolato geografico, la legenda, etc. Per comodità espositiva nel seguito di questo capitolo tale prodotto sarà sinteticamente denominato «Strato Informativo della Vegetazione» e ad esso si riferisce la figura 3a.

Tuttavia prima di procedere alle azioni necessarie per la stampa conclusiva della Carta su supporto cartaceo, che saranno descritte dettagliatamente nel capitolo 4, è stata affrontata la problematica di calcolare l'accuratezza del suddetto Strato Informativo dal punto di vista dei 14 tematismi in esso registrati, nel senso di verificare la loro rispondenza rispetto alla reale distribuzione delle classi di vegetazione presenti sul territorio della Tenuta (Verità al suolo). Infatti corredare la Carta della Vegetazione con questo ulteriore parametro è importante per fornire ai suoi utilizzatori una misura che li aiuti a quantificare l'affidabilità delle informazioni in essa riportate o da essa desunte.

È evidente che la valutazione numerica di tale accuratezza deve derivare da un confronto condotto necessariamente su basi statistiche (stima campionaria), fra lo Strato Informativo della Vegetazione e la Verità al suolo. Pertanto nel prossimo paragrafo saranno descritte sia le attività svolte per ottenere quest'ultima, sia le metodologie attuate per il computo statistico, sia i risultati conseguiti.

3.1. Metodologia e risultati

L'accuratezza della Carta della Vegetazione può essere efficacemente espressa dalla probabilità che, scelto un suo qualsiasi punto, la classe di copertura vegetale ad esso attribuita coincida con quella che effettivamente è presente sul territorio.

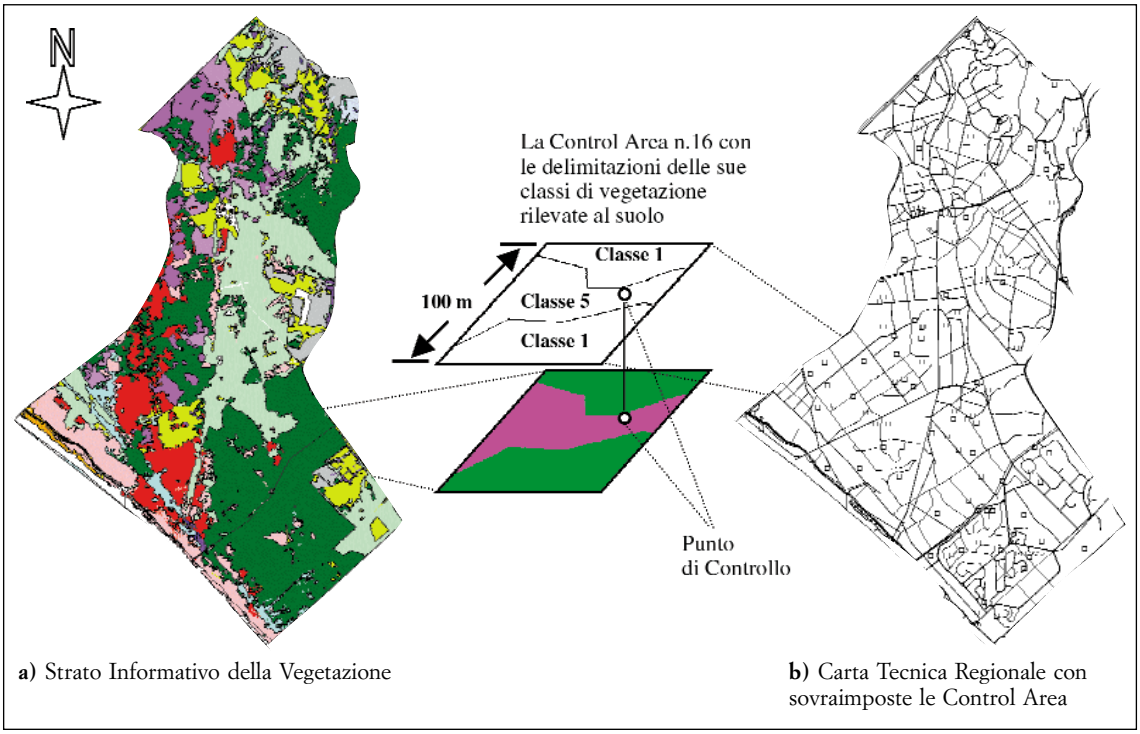


Fig. 3. Strato Informativo della Vegetazione e Verità al suolo.

D'altra parte questa evenienza favorevole ricorrerà tanto più frequentemente quanto minori saranno stati gli errori commessi nel processo globale che ha condotto alla realizzazione dello Strato Informativo della Vegetazione, cominciando dallo stesso rilevamento aereo per finire alle operazioni di editing manuale (vedi par. 2.4.) e passando attraverso le fasi elaborative di correzione geometrica (vedi par. 2.1.), classificazione (vedi par. 2.2.) e aggregazione ed eliminazione (vedi par. 2.3.). Inoltre è ragionevole supporre che la suddetta probabilità possa variare col variare della copertura vegetale stessa poiché alcune classi, più di altre, possono aver sofferto gli errori insiti nel processo di produzione. Pertanto è necessario appurare sia l'accuratezza globale dello Strato Informativo della Vegetazione sia quella relativa a ciascuno dei 14 tematismi in essa riportati.

La procedura seguita per stimare tali differenti probabilità si è articolata nella seguente serie di passi, avendo una privilezione privilegiando dei contenuti concettuali rispetto agli aspetti operativi:

1) Innanzitutto sono state selezionate 100 aree di un ettaro di superficie ciascuna, denominate Control Area (CA), distribuite sul territorio della Tenuta in

modo casuale. Tali CA sono state delimitate sulla C.T.R. come illustrato dai piccoli quadrati nella figura 3b);

2) Con l'ausilio del supporto cartografico così preparato, le singole CA sono state localizzate direttamente sul territorio della Tenuta e per 57 di esse sono state identificate le classi di copertura vegetale, delimitandone i rispettivi confini e riportandoli sulla cartografia come esemplificato per la CA n.16 nel particolare posto nel centro della figura 3. Le CA in cui sono stati effettuati i rilevamenti di campo si possono così considerare dei veri e propri «tasselli» di verità al suolo e ne sono stati ottenuti solo 57 poiché sono state scartate preliminarmente le CA che coincidevano, in tutto o in parte, con le TA utilizzate per il processo di classificazione (vedi par. 2.2.) nonché le CA che presentavano delle zone di reciproca sovrapposizione. Inoltre l'inaccessibilità della vegetazione di alcune zone della Tenuta ha causato un'ulteriore riduzione delle aree rilevate. La superficie totale dei 57 tasselli risulta comunque significativa poiché equivale a circa l'1% dell'estensione dell'intera Tenuta.

3) Successivamente i 57 tasselli sono stati cartograficamente sovrapposti allo Strato Informativo della Vegetazione, e per ogni tassello sono stati estratti 100 punti distribuiti spazialmente in maniera casuale. Tale sovrapposizione è schematizzata nel centro della fig. 3 che esemplifica uno di tali punti di controllo estratti. In ognuno di essi è stata infine confrontata la classe di vegetazione rilevata in campo con quella registrata nello Strato Informativo della Vegetazione, ottenendo così il campione statistico di 5700 confronti necessario per la stima numerica delle accuratezze e degli errori. Le informazioni riportate sullo Strato Informativo della Vegetazione erano corrette in tutti quei punti in cui si è accertata la coincidenza delle classi. Al contrario, si è riscontrato un errore ogniqualvolta non sussisteva tale coincidenza. I risultati di questo computo statistico sono riepilogati nella matrice degli errori riportata in Tab. 5 costituita da tante righe e colonne quante sono le classi di copertura vegetazionale.

Nella matrice la riga i-ma si riferisce ad una generica classe di vegetazione registrata nello Strato Informativo della Vegetazione, mentre la colonna j-ma si riferisce ad una generica classe di vegetazione riportata sui tasselli di verità al suolo. La quantità all'incrocio fra la riga i-ma e la colonna j-ma esprime il numero di punti di controllo in cui è accaduto che la i-ma classe sullo Strato Informativo della Vegetazione è risultata associata alla j-ma classe di Verità al suolo. Ad esempio, il numero 8 posto all'incrocio fra la terza riga e la nona colonna indica il numero di volte in cui alla classe dello Strato Informativo n. 3 ha corrisposto la classe al suolo n. 9. In linea di principio qualora non si fosse introdotto alcun errore dovrebbero risultare diversi da zero solo i termini della matrice posti lungo la sua diagonale principale. Essi infatti riportano la numerosità degli accoppiamenti risultati corretti per ciascuna delle 14 classi.

La penultima colonna della tabella contiene la frequenza di comparizione, sui 5700 punti estratti, di ciascuna delle classi sullo Strato Informativo. Da essa si evince, ad esempio, che la classe 1 vi è stata estratta un totale di 3026 volte, delle quali in

Tabella 5. *La matrice degli errori.*

		Verità al suolo														Tot.	Accuratezze %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
Strato Informativo della Vegetazione	1	2698	66	17	0	110	0	0	13	41	0	0	0	81	0	3026	89,16
	2	2	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	127	93,70
	3	41	0	144	0	7	0	0	0	8	0	0	0	16	11	227	63,44
	4	5	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	505	99,01
	5	33	0	0	0	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	87,21
	6	58	1	0	0	0	117	0	0	0	0	0	0	0	0	176	66,48
	7	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	92	100
	8	0	0	0	0	0	0	0	176	0	0	0	0	0	0	176	100
	9	0	0	0	0	0	0	0	11	291	0	0	0	5	0	307	94,79
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/
	13	25	23	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	663	0	720	92,08
	14	0	0	0	0	0	0	8	0	35	0	0	0	0	43	86	50,00
																5700	88,91

2698 occasioni associata alla medesima classe di Verità al suolo, dimostrando un'accuratezza pari a circa l'89% (2698/3026). Considerazioni del tutto analoghe possono essere fatte anche per le rimanenti 13 classi le cui rispettive accuratezze sono riportate nell'ultima colonna della tabella. La somma di tutti i termini della diagonale principale della matrice ammonta a 5068 e costituisce il numero totale di punti di controllo in cui lo Strato Informativo della Vegetazione è risultato corretto. Se ne desume pertanto che la sua accuratezza complessiva ammonta all'88,91%.

4. Rappresentazione grafica e legenda della Carta

Per concludere le attività preliminari alla stampa della Carta è stato necessario adottare alcune scelte di carattere tipografico nonché definire e realizzare alcuni autonomi elementi di natura cartografica che, nel loro insieme, corredano la Carta stessa di tutte le informazioni indispensabili per una sua corretta ed esauriente lettura ed utilizzazione.

La prima decisione ha riguardato i colori da associare ai poligoni che descrivono le classi dello Strato Informativo della Vegetazione, nel senso che essi non sono solo una rappresentazione grafica ma diventano anche dei veri e propri descrittori delle caratteristiche ecologiche della rispettiva classe di vegetazione che essi rappresentano. Di conseguenza la scelta dei colori è stata effettuata sia rispetto

alle caratteristiche ecologiche delle classi, sia rispetto alle tonalità utilizzate in analoghi lavori. Si sono perciò utilizzate le variazioni di azzurro per i tipi vegetazionali più igrofili, le tonalità di rosso per i querceti a predominanza di leccio e di verde per la cerreta. I rimboschimenti sono associati ad un colore verde più tenue. Per quanto riguarda la vegetazione delle piscine si è deciso di rappresentare anche le zone al di sotto di $^1/_4$ ha per indicare specificamente l'ubicazione di queste zone di notevole importanza ecologica. Oltre ai colori la legenda della Carta riporta le informazioni sui codici identificativi delle classi e sull'estensione superficiale in ha di ciascuna di esse. Tali parametri sono di indubbia utilità in quanto i primi facilitano i riferimenti fra la Carta e il presente lavoro, mentre i secondi, danno delle indicazioni fondamentali per la gestione della Tenuta. Inoltre è stata adottata una terminologia delle varie classi non strettamente scientifica per renderla comprensibile anche agli utilizzatori della Carta non esperti in discipline riguardanti la vegetazione.

Per identificare i vari tipi di rimboschimento presenti sono stati utilizzati degli acronimi e una specifica simbologia per le associazioni vegetali, chiamate «emergenze», che per le dimensioni puntiformi non erano state identificate nel rilevamento aereo, nonostante siano estremamente significative per rarità e importanza ecologica. Si è ritenuto opportuno anche fornire dei riferimenti territoriali contingenti: viabilità, idrografia, confini amministrativi, linea di costa, edifici, etc.

Infine, come per ogni lavoro cartografico, anche la della Carta della Vegetazione di Castelporziano è stata corredata di un sistema di riferimento geografico universale o comunque convenzionale, che potesse univocamente associare ad ogni elemento territoriale rappresentato un sistema di coordinate geografiche. Per tale motivo la Carta contiene il reticolato UTM con il valore delle coordinate ed un quadro di unione per localizzare la Tenuta rispetto al territorio nazionale e regionale. In figura 4 è illustrata la versione definitiva della nuova Carta della Vegetazione di Castelporziano, la descrizione della quale può essere sintetizzata come segue.

Sullo Strato Informativo della Vegetazione sono stati sovrapposti le informazioni riguardanti gli elementi territoriali e le piscine, utilizzando gli specifici Strati Informativi. La legenda comprende rettangoli colorati che identificano le classi, le loro denominazioni e la loro rispettiva estensione in ha. Per i rimboschimenti è presente una «sottolegenda» che specifica rispetto agli acronimi utilizzati i tipi di rimboschimento presenti.

La legenda contiene anche dei riferimenti alla viabilità, all'idrografia, agli edifici e ai confini amministrativi della Tenuta stessa, e nell'angolo inferiore sinistro, un quadro d'unione permette la localizzazione della Tenuta rispetto al territorio nazionale e regionale, con delle indicazioni anche della cartografia C.T.R. che copre l'intero territorio di Castelporziano.

La Carta si avvale inoltre di un reticolato formato da quadrati di 1 Km di lato che rappresentano il sistema di coordinate UTM. Ai lati dei quadrati più esterni, a destra ed in basso, si possono leggere le coordinate metriche latitudine e longitudine. La legenda delle caratteristiche cartografiche è posta in un riquadro a destra della

Carta; in questo è presente una barra a colori bianca e nera che indica la scala della Carta (1:10.000) e un indicatore della direzione Sud-Nord. In questo riquadro si specificano anche le caratteristiche del sistema di coordinate cartografiche utilizzato.

Nell'angolo inferiore destro è presente il logo dell'ENEA, con l'acronimo del dipartimento del CR CASACCIA dove la Carta è stata materialmente realizzata e la data di realizzazione.

5. Guida alle fito-associazioni della Carta

Di seguito si descrivono per ogni classe fitosociologica le rispettive caratteristiche floristiche, vegetazionali ed ecologiche.

Il nome delle associazioni, alleanze e ordini descritti si basano sulle più recenti revisioni e liste sintassonomiche (AA.VV., 1997; Mucina, Pignatti, Rodwell, Schaminèe, 1996; IAVS, 1998); poiché non vi è ancora assoluto accordo tra gli ecologi vegetali italiani ed europei sulla delicata questione della sintassonomia è probabile che alcuni nomi possano cambiare, tuttavia la caratterizzazione delle formazioni descritte è piuttosto evidente.

1 - ECHINOPO-QUERCETUM FRAINETTO (Blasi, 97)

Querceto tirrenico caducifoglio a cerro e farnetto.

Si tratta di un bosco che può essere inserito nella fascia di transizione tra il bioclima mesomediterraneo e quello supramediterraneo ed è probabilmente a Castel Porziano la vegetazione potenzialmente dominante così come in buona parte della Campagna Romana (Abbate, Blasi, Spada, Scoppola, 1987; Blasi, Dowgiallo, Follieri, Lucchese, Magri, Pignatti, Sadori, 1995, Pignatti, 1998).

Le ricerche hanno evidenziato questa dominanza distinguendo tre comprensori principali, evidentemente sottoposti nel passato a differenti forme gestionali:

— Comprensorio Tellinaro-Piscina Colonna-Capocotta: in questa zona la farneta si mostra ben sviluppata e caratterizzata dalla silvofacies a Carpinus orientalis. Si tratta di cerrete relativamente mesofile legate a elevato livello di falda che si rivela con numerose piscine ove sono rilevanti gli addensamenti a Quercus robur;

— Comprensorio Poggio dei Corsi-Camilletto-Piscina Chiara: qui la farneta è frammentata ed il sottobosco è dominato dalle specie del Viburno-Quercetum ilicis: in particolare si possono osservare silvofacies che sfumano verso l'ericeto e silvofacies che tendono verso la sughereta a testimoniare passate attività silvoculturali e pastorali a pesante impatto;

— Comprensorio Valle Carbonara-Grotta Romagnola-Santo Quercio: in questa zona, caratterizata da profonde forre e da terreni sia di orgine tufacea che sabbiosa, la farneta è relativamente continua e le facies sembrano influenzate principalmente dal tipo di substrato, dall'inclinazione e dall'esposizione. Sono presenti nuclei con

sottobosco ricco in specie del *Viburno-Quercetum ilicis* e facies più mesofile a *Carpinus orientalis* e *Quercus robur* che nel fondo delle forre e nei pressi delle piscine sfumano verso il *Querco-Carpinetum* e il *Lauro-Carpinetum*.

Altri nuclei a *Quercus cerris* e *Q.frainetto* sono osservabili presso le Piscine della Dogana, nella parcella 259, nelle zone di Figano e Spagnoletta. Si tratta di formazioni a diretto contatto con sugherete ed ericeti che sembrano quindi essere anche in questo caso conseguenti all'attività umana.

L'aspetto localmente frammentario e degradato e la scarsità nel rinnovo delle specie del querceto caducifoglio, osservata da noi e da altri ricercatori, sembrano essere invece sia il risultato dell'attività antropica continuata per secoli attraverso incendi, pascolo, disboscamento e bonifiche, sia del sovrapopolamento animale attuale.

È ormai del resto noto che le attività umane impoveriscono i terreni favorendo le specie dei Quercetea ilicis che, nel clima locale, sarebbero completamente dominanti solo verso il mare mentre altrove si intercalerebbero evidentemente tra le specie dei *Querco-Fagetea* determinando facies legate al diverso grado di aridità e ph (e mostrando comunque situazioni di transizione tra le due associazioni). L'abbondanza locale di specie quali *Erica arborea* e *Quercus suber*, in particolare, potrebbe essere riferita a una facies termo-acidofila che è stata allargata dall'incendio e dalla selezione umana che, soprattutto in passato, utilizzava largamente le due specie a fini silvoculturali.

Questi fattori determinano dal punto di vista sintassonomico due aspetti principali, evidenziati dall'analisi multivariata, che in parte corrispondono ai comprensori sopra descritti, e quindi a diverse condizioni di evoluzione o di degradazione, ed in parte sono riferibili a silvofacies potenziali determinate dalle variazioni dell'acidità dei substrati e dell'umidità.

A livello cartografico le due subassociazioni non possono essere distinti dettagliatamente per l'impossibilità di analizzare lo strato dominato che li caratterizza ma le due situazioni corrispondono con buona approssimazione ai comprensori sopra delineati ed evidenziati dalla carta:

— un gruppo di farneti è caratterizzato dall'alta copertura percentuale di *Carpinus orientalis* e dalla ricchezza in specie dei *Querco-Fagetea*;

— un gruppo di farneti è caratterizzato dall'alta copertura percentuale di *Erica arborea* e dalla frequenza di specie dei *Quercetea ilicis*.

Le specie che caratterizzano entrambe le facies (senza considerare chiaramente le varie forme che può assumere una singola specie durante la crescita) sono:

— nello strato arboreo > 10: *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*

— nello strato arboreo 5-10 mt: *Carpinus orientalis*

— nello strato arbustivo 3-5 metri: *Phillyrea latifolia*, *Cratageus monogyna*, *Erica arborea*

— nello strato arbustivo < 3 metri: *Ruscus aculeatus*, *Rubus ssp.*

— nello strato lianoso *Smilax aspera*, *Hedera helix*, *Rubia peregrina*, *Clematis flammula*, *Lonicera etrusca*, *Tamus communis*, *Asparagus acutifolius*.

— nello strato erbaceo *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Melica uniflora*, *Cyclamen repandum*, *C. hederifolium*, *Aristolochia rotunda*, *Asparagus tenuifolius*, *Allium triquetrum*, *Juncus depauperatus*. Queste due ultime specie determinano due silvofacies: l'*Allium triquetrum* aumenta notevolmente la sua copertura su suoli relativamente ricchi mentre *Juncus depauperatus* è connesso a situazioni di inondamento stagionale su suoli molto impoveriti.

Nella facies a *Carpinus orientalis* troviamo localmente popolamenti mesofili a Quercus robur dove assumono rilevanza locale nello strato erbaceo *Stachys officinalis*, *Lathyrus ssp.* e *Viola* ssp.

Nella facies ad *Erica arborea*, su substrati più poveri e acidi, diventano rilevanti *Quercus suber* e specie del *Viburno-Quercetum ilicis* quali *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Carex distachya* e *C.heterophylla*.

Le specie che caratterizzano queste formazioni possono considerarsi abbastanza esemplificative delle condizioni bioclimatiche locali cosicché troviamo affiancate specie balcaniche, eurasiatiche e mediterranee che in parte sono da riferire alle caratteristiche ecotonali del territorio considerato ed in parte sono riferibili alla residualità di forme vegetazionali mesofile maggiormente sviluppate nei periodi oceanici e suboceanici o semplicemente impattate dalle attività umane.

C'è da notare che generalmente le specie del sottobosco hanno scarsa copertura per la continua azione principalmente dei cinghiali e degli altri erbivori che limitano fortemente gli strati inferiori della vegetazione.

2 - BOSCHI IGROFILI

Populetalia albae Br.-Bl. 1930 (boschi inondati), *Carpinion* Oberd. 1953 (boschi mesofili su falda elevata), *Lauro-Carpinetum betuli* Lucch.&Pign. 1990 (bosco relittuale laurifillo).

Negli ambienti ripariali presso le piscine o periodicamente inondati del retroduna trovano sviluppo formazioni ascrivibili al Carici-Fraxinetum. Si tratta di formazioni il cui strato arboreo può raggiungere i 20 metri e la cui copertura è quasi totale. La specie dominante è *Fraxinus oxycarpa* accompagnato da *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Ficus carica* e *Fraxinus ornus*. Lo strato erbaceo è composto principalmente da *Carex elata*, *Carex pendula*, *Carex hirta*, *Iris pseudoacorus*, *Pteridium aquilinum*, *Samolus valerandi* e *Mentha aquatica* ed è spesso caratterizzato da pozze effimere dominate da *Callitriche ssp.* e *Ranunculus ophioglossifolius*. Tra le specie rare presenti in questi ambienti ricordiamo *Alisma plantago-aquatica*, *Baldellia ranuncoloides*, *Veronica scutellata* e *Oenanthe fistulosa*. In funzione dell'interramento si possono inoltre osservare popolamenti a *Populus canescens* e *P. tremula* che rappresentano fasi di transizione verso il *Populetum albae* e rimboschimenti in

via di rinaturalizzazione a *Populus nigra* che sono stati inseriti in questa categoria quando caratterizzati da analogo sottobosco.

Presso lo stradone dei canali, attorno a Piscina dei materiali, nelle zone del Tellinaro e Scoponcino troviamo popolamenti a dominanza di Quercus robur, *Ulmus minor*, *Fraxinus oxycarpa* e *Populus alba* che rimandano al *Querco-Ulmetum*, associazione forestale planiziaria mesofila forse maggiormente sviluppata in passato.

Nelle zone di Piscinale, presso l'Acquedotto Romano e nella Valle dei Pontoni sono inoltre state rilevate formazioni a *Quercus robur* e *Carpinus betulus*, accompagnati da *Acer campestre*, *Ulmus minor* ed *Euonymus europeus* riferibili all'*Ornithogalo-Carpinetum betuli*. Si tratta anche in questo caso di boschi mesofili legati solitamente alle forre più fresche.

Nelle forre più riparate dai venti freddi e da quelli caldi e secchi e meno alterate dall'intervento antropico che possiamo osservare nelle zone Grotta Romagnola e Valle Renaro si sviluppano nuclei residuali a Laurus nobilis e Carpinus betulus riferibili al Lauro-Carpinetum. Si tratta di formazioni legate a condizioni di elevata umidità e a fenomeni di condensazione notturna particolarmente rilevanti che determinano la formazione di un tipo di bosco con caratteristiche di laurisilva. Le specie edificatrici principali nello strato arboreo sono *Carpinus betulus*, *Laurus nobilis*, *Acer campestre*, *Ulmus minor* e *Carpinus orientalis* mentre nell'arbustivo troviamo *Cornus mas*, *Cratageus monogyna*, *Prunus spinosa*, *Ligustrum vulgare* ed *Euonymus europaeus*. Lo sviluppo dello strato erbaceo è molto irregolare e dipende principalmente dal disturbo più o meno accentuato da parte dei cinghiali: le coperture dello strato erbaceo variano dal 10 al 95% e sono determinate principalmente da Ranunculus lanuginosus, *Brachypodium sylvaticum*, *Ajuga reptans*, *Cyclamen repandum*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana*, *Anemone apennina*, *Mercurialis perennis*, *Melica uniflora*, *Euphorbia amygdaloides* e *Luzula forsteri*.

3 - VIBURNO-QUERCETUM ILICIS [(Br.-Bl. 36) Rivas Martinez, 1975 II]

Macchia mediterranea bassa (con frammenti di *Juniperetum macrocarpae*).

Comprende le leccete meno evolute, di altezza inferiore ai cinque metri, e le macchie delle prime dune.

I nuclei più rilevanti sono osservabili a Grotta di Piastra, Tor Paterno e Capocotta nelle zone prossime alla via Litoranea e alla spiaggia.

Le specie che aumentano la propria frequenza rispetto alle formazioni ad alto fusto sono soprattutto *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Juniperus macrocarpa*, *Phillyrea angustifolia* e *Juniperus phoenicea*. Localmente questa macchia sui terreni più calcofili sfuma, probabilmente in seguito ad eventi distruttivi storici, verso garighe mediterranee basofile a *Cistus incanus*, *Erica multiflora* e *Rosmarinus officinalis*, riferibili all'*Erico-Rosmarinetum*, mentre sulle sabbie più silicee verso garighe mediterranee acidofile a *Cistus salvifolius* e verso l'ericeto. L'arricchimento localizzato di calcare è collegato alla presenza di cordoni dunali recenti

ancora molto ricchi in corpi fossiliferi e ghiaiosi che conferiscono una notevole basicità ai terreni. Sui primi cordoni dunali e negli spazi interposti troviamo piccoli popolamenti a *Juniperus phoenicea* e *Juniperus oxycedrus* che rimandano al *Junipe-retum macrocarpae* Pedrotti e Cortini Pedrotti 76 presente a Castel Porziano solo in frammenti ma forse suscettibile di ricostituzione.

4 - VIBURNO-QUERCETUM ILICIS [(Br.-Bl. 36) Rivas Martinez, 1975 I]

Macchia alta e bosco mediterraneo a dominanza di Quercus ilex.

È la vegetazione boschiva delle zone mesomediterranee e presenta una certa uniformità specifica nel suo areale. Questa associazione può presentarsi come ceppaia alta dai 5 ai 7 metri o come bosco di alto fusto alto più di 10 metri ma la composizione floristica è relativamente costante e nella regione mediotirrenica è da considerasi espressione di un climax fino a qualche centinaio di metri dal mare (Pedrotti F., 1990).

In molte zone tirreniche la lecceta sembrerebbe derivare dalla degradazione dei suoli in condizioni climaticamente connesse al querceto misto o a situazioni di transizione tra le due associazioni ma in altre, soprattutto verso il mare, i suoli sono sufficientemente maturi da indicarla come vegetazione climax.

A Castelporziano nuclei molto evoluti si possono osservare nelle zone di Grotta di Piastra, Scoponcino, Camilletto di sotto, Pozzo Napoliello, Pignocco e Valle dei Pontoni, presso lo Chalet e lo Stradone del telefono.

In alcune zone quali Ponte del Camilletto, Piscina Chiara e Ponte dei Corsi la lecceta sembrerebbe in espansione a spese della farneta che rimane residuale con alcuni esemplari secolari di *Quercus cerris* e *Quercus frainetto*. Altri nuclei a dominanza di Quercus ilex arboreo sono inoltre presenti nella parte superiore delle forre tufacee nella parte settentrionale della Tenuta dove la frequenza di *Asplenium onopteris*, *Fraxinus ornus* e *Quercus pubescens* segnala la transizione verso l'*Asplenio-Quercetum ilicis*.

Particolare interesse rivestono le leccete delle zone archeologiche di Grotta di Piastra e Capocotta che hanno colonizzato i ruderi romani con esemplari anche secolari. Il *Viburno-Quercetum ilicis* sembra essere anche la formazione arborea naturale maggiormente connessa all'abbandono o alla riduzione delle attività nelle pinete.

Le leccete di Castelporziano comprendono nel corteggio floristico dello strato arboreo o alto arbustivo, oltre a *Quercus ilex*, anche *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Myrtus communis*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Rubus ulmifolius* e *Cratageus monogyna*; nello strato basso arbustivo troviamo, oltre alle giovani piante delle specie precedenti, anche *Asparagus acutifolius* e *Ruscus aculeatus* mentre lo strato erbaceo ha solitamente scarsa copertura e comprende principalmente *Cyclamen repandum*, *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*, *Carex distachya*, *Brachypodium sylvaticum*, *Daphne gnidium*, *Carex hallerana* e *Festuca hete-*

rophylla. Notevole lo sviluppo dello strato lianoso che riflette le caratteristiche subtropicali di queste formazioni ed è caratterizzato da *Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Rubia peregrina*, *Rosa sempervirens*, *Lonicera implexa*, *Asparagus acutifolius*, *Tamus communis* e *Rubus ulmifolius*. Le facies più acidofile comprendono popolamenti ad *Erica arborea* e a *Quercus suber*, quelli più marittimi ad *Arbutus unedo* e *Juniperus ssp.*

5 - VIBURNO-QUERCETUM ILICIS ERICETOSUM [(Br.-Bl. 36) Rivas Martinez, 1975]

Macchia mediterranea alta acidofila ad Erica arborea.

Questo tipo di macchia alta, che può superare i 5 metri, è diffusa prevalentemente sui terreni della duna antica e le formazioni più compatte si possono osservare nella zone Spagnola, Piscina Barcaccia, Camilletto e Grotta Romagnola.

Tra le facies del *Viburno-Quercetum ilicis* è quella che raggiunge la massima paucispecificità a livello vascolare. I suoli poveri e acidi e la copertura molto fitta della specie dominante permettono solo a poche altre piante di raggiungere una copertura rilevante. Lo strato arbustivo, derivante spesso da vecchie ceppaie, può superare i 5 metri ed è essenzialmente composto da *Erica arborea* e subordinatamente da *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia* e *Pistacia lentiscus*. Poche le specie del sottobosco tra le quali solo *Ruscus aculeatus* e *Cyclamen repandum* raggiungono una rilevante frequenza. Tra di esse troviamo spesso anche specie provenienti dalle praterie e dalle garighe circostanti quali *Cistus salvifolius*, *Asphodelus microcarpus* e *Pyrus amygdaliformis.*

Si tratta come la precedente di una formazione influenzata dal fuoco che, oltre che come variante acidofila della lecceta (parte meridionale della Tenuta), si è sviluppata su suoli impoveriti dall'attività antropica all'interno del querceto misto originario (parte settentrionale della Tenuta) ove caratterizzava, probabilmente facies aride a substrato acido. Dinamicamente sembra connessa alle garighe a *Cistus salvifolius* dove, nelle facies più mature, notiamo una grande capacità riproduttiva di *Erica arborea.*

6 - VIBURNO-QUERCETUM ILICIS [(Br.-Bl. 36) Rivas Martinez, 1975] SUBERETOSUM (incl. Cytiso-Quercetum suberis)

Boschi e cespuglieti mediterranei acidofili a *Q. suber.*

Caratterizzato dalla dominanza di *Q. suber* comprende formazioni a macchia alta e boschi di sughero a varie condizioni di copertura e naturalità. I nuclei principali di *Quercus* suber possono essere osservati nelle zone di Sughereta, Spagnoletta, Scopone e Fonte Guidone e presso l'eliporto; nuclei minori sono presenti nei dintorni di Castel Porziano mentre alcuni rimboschimenti sono stati effettuati nella zona della Santola.

Lo strato arboreo di queste formazioni può raggiungere i 25 metri e compren-

dere, oltre alla sughera, anche *Quercus ilex* mentre la copertura è quanto mai varia oscillando tra il 40 e il 90%. Lo strato alto arbustivo può raggiungere i 7 metri ed includere *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus* e giovani piante delle due specie precedenti. Nello strato lianoso incontriamo soprattutto *Smilax aspera* e *Rubia peregrina*.

Oltre all'elevata copertura di *Q. suber* e la presenza di specie indicatrici di acidità provvenienti dai pratelli dei *Tuberarietea* e di specie pirofile quali *Cistus salvifolius* le sugherete di Castelporziano non sono particolarmente caratterizzabili dal punto di vista fitosociologico. Le specie del «*Cytiso-Quercetum suberis*» quali *Pulicaria odora*, *Cytisus scoparius* e *Cytisus villosus* sono poco frequenti (soprattutto nelle sugherete settentrionali!!) e il corteggio floristico rimanda generalmente agli aspetti meno evoluti del *Viburno-Quercetum ilicis* di cui le sugherete, nel nostro caso, rappresentano una subassociazione acidofila probabilmente ascrivibile a un paraclimax influenzato dall'uomo. Oltre a *Quercus suber* buone differenziali della subassociazione rispetto al *Viburno-Quercetum ilicis* più tipico sono le elevate coperture (nelle zone meno disturbate) di *Rubus ulmifolius* e *Cratageus monogyna* che sembrano connettere dinamicamente alcune di queste formazioni alla farneta.

Anche ove si può presumere una loro derivazione da boschi misti a caducifoglie originari le condizioni del suolo sembrano comunque generalmente favorire le specie dei *Quercetea ilicis* e, in funzione del diverso grado di apertura dello strato arboreo e di disturbo umano e animale, *Cistus salvifolius* e le specie dei *Tuberarietea*.

7 - GARIGHE

Rosmarinetea officinalis Riv. Mart. *et al.*, 1991 (garighe mediterranee basofile) e *Cisto-Lavanduletea* Br.-Bl., Molinier et Wagner, 1940 (garighe mediterranee acidofile).

Comprendiamo in questa categoria le garighe a *Cistus incanus*, *Erica multiflora* e *Rosmarinus officinalis* diffuse sulla duna recente, su terreni a pH elevato, e i popolamenti a *Cistus salvifolius*, diffusi sulla duna antica e in presenza di substrati a pH basso. Si tratta in entrambi i casi di formazioni ricche in specie pirofile e connesse a situazioni di forte impoverimento dei terreni (Mazzoleni S., 1989; De Lillis M., Testi A., 1990).

Le formazioni a *Cistus incanus* presentano un elevata frequenza di *Erica multiflora*, *Rosmarinus officinalis* e *Fumana ericoides*, si sviluppano su suoli calcarei poco profondi periodicamente visitati dal fuoco e sono riferibili agli *Ononido-Rosmarinetea*, che comprendono le garighe mediterranee su terreni calcarei. Le zone ove queste garighe raggiungono una particolare rilevanza sono principalmente quelli antistanti la zona di Grotta di Piastra al di là della litoranea fin quasi allo chalet. Lo strato arbustivo di queste formazioni raggiunge raramente il metro ed è costituito in prevalenza da *Cistus incanus*, *C. salvifolius*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Erica multiflora* e *Dorycnium hirsutum*.

Lo strato lianoso è localmente piuttosto sviluppato e comprende *Smilax*

aspera, *Lonicera implexa*, *Asparagus acutifolius*, *Clematis flammula* e *Rubia peregrina*. Lo strato erbaceo raramente supera il 10% di copertura ma è relativamente ricco in specie quali *Teucrium flavum*, *Linum strictum*, *Daphne gnidium*, *Helichrysum stoechas*, *Lagurus ovatus*, *Fumana ericoides*, *F. thymifolia*, *Centaurium erythraea.*

Alcuni rilievi a dominanza di *Cistus incanus* sembrano collegarsi evolutivamente al *Juniperetum macrocarpae* rappresentato da esemplari sporadici di *Juniperus macrocarpae* e *J. phoeniceae* mentre altre rimandano all'Erico-Rosmarinetum. C'è tuttavia da notare come già a circa cento metri dalla spiaggia, nei primi piani interdunali, il rinnovamento della vegetazione sembra far evolvere queste vegetazioni verso la lecceta che, del resto, presso lo Chalet si spinge a poche decine di metri dalla costa.

Altri tipi garighe comuni a Castel Porziano sono quelle a *Cistus salvifolius*, che non hanno una florula costante (vi entrano specie sia dei *Tuberarietea* che dei *Thero-Brachypodietea* e delle formazioni forestali circostanti) e sono particolarmente frequenti lungo le strade, gli stradelli e i sentieri che attraversano le sugherete e gli ericeti. Il loro sviluppo è normalmente condizionato dalla manutenzione delle strade e dei bordi strada. Le cistete a *Cistus salvifolius* più sviluppate sembrano evolvere verso la lecceta; per quanto riguarda le prime specie del *Viburno-Quercetum ilicis* che entrano in questi popolamenti si nota in particolare una grande capacità riproduttiva di *Erica arborea*, *Myrtus communis* e *Smilax aspera*. Tra le specie erbacee che li caratterizzano possiamo distinguere principalmente un contingente riferibile al *Moenchio-Tuberarietum guttatae*, specie provenienti dal *Vulpio-Dasypyretum* e la frequenza di plantule del *Viburno-Quercetum ilicis*. Tra le specie maggiormente costanti ricordiamo *Aira caryophyllea*, *Briza maxima*, *Rumex bucephalophorus*, *Asparagus acutifolius*, *Coleostephus myconis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Carex flacca*, *Avena sterilis*, *Hypochaeris achyrophorus* e giovani piante e plantule di *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia* e *Myrtus communis.*

8 - VEGETAZIONE COLTURALE (dei coltivi ed ex coltivi).

Stellarietea mediae Tx., Lhm. et Prsg., 1951 (vegetazione nitrofila e vegetazione infestante dei coltivi).

Le pratiche colturali, che prevedono rotazione e riposo, favoriscono due contingenti di specie principali: l'uno riferibile all'*Anacyclo-Hordeetum leporini* comprende la vegetazione dei sentieri, delle aiuole e dei pascoli settentrionali della Tenuta (zone Ortaccio, Malpasso. Valle dell'Oro, Ponte Ruffo) ed è caratterizzato dall'elevata copertura di *Hordeum leporinum* e dalla frequenza di *Carduus pycnocephalus*, *Capsella rubella*, *Euphorbia peplus*, *Veronica persica*, *Sysymbrium officinalis*, *Malva sylvestris*, *Medicago arabica* e *Anacyclus radiatus*; si tratta di un tipo di vegetazione antropica legata alla compattazione del suolo e a una certa ricchezza in nutrienti, soprattutto nitrati, provvenienti dalla concimazione naturale, dal pulviscolo atmosferico e dalle attività agricole.

Le attività colturali favoriscono invece le specie dei *Secalietalia* quali *Papaver rhoeas*, *Raphanus raphanistrum*, *Anthemis arvensis*, *Avena sterilis*, *Anchusa hybrida*, *Sherardia arvensis* e *Tordylium apulum* che formano una serie di facies legate, oltre che alle condizioni microclimatiche, anche al tipo di pratica agricola e all'uso di determinati fitofarmaci e fertilizzanti.

9 - PRATERIE ARIDE

Vulpio-Dasypyretum Fanelli, 1998 (praterie aride mediotirreniche a *Dasypyrum villosum*) e *Moenchio-Tuberarietum guttatae* Lucchese e Pignatti, 1987 (pratelli a *Tuberaria guttata* su sabbie silicee).

La maggior parte dei pascoli di Castel Porziano può essere riferita al *Vulpio-Dasypyretum*, caratterizzata dalla frequenza di *Dasypyrum villosum* e *Vulpia ligustica* accompagnate da un corteggio estremamente variabile di specie la cui copertura risente di molteplici fattori quali l'umidità, il disturbo dei pascolanti e dell'uomo, le caratteristiche di acidità e di ricchezza in humus dei terreni. Tra le specie costantemente presenti, oltre alle specie caratteristiche, ricordiamo *Hypochaeris achyrophorus*, *Medicago hispida*, *Calamintha nepeta*, *Vicia sativa*, *Hypericum perforatum*, *Verbascum sinuatum*, *Linum bienne*, *Avena barbata*, *Gaudinia fragilis*, *Bromus madritensis*, *Sideritis romana*, *Sherardia arvensis*, *Lagurus ovatus*, *Trifolium campestre*. Possono inoltre essere distinte varie facies caratterizzate dalla relativa abbondanza di *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (aspetti più calpestati), *Avena sterilis*, *Bromus ssp.*, *Anthemis ssp.*, *Raphanus raphanistrum* (aspetti post-colturali), *Poa trivialis*, *Holcus lanatus*, *Carex ssp.* (aspetti più umidi), *Briza maxima*, *Cynosurus echinatus*, *Rumex bucephalophorus* (aspetti acidofili), *Geranium molle* e *Hordeum leporinum* (transizioni verso l'*Hordeetum leporini*). In alcune zone (praterie presso Grascete e Dogana, bordi degli stradoni) il *Vulpio-Dasypyretum* si presenta in una facies ad *Asphodelus microcarpus* mentre in altre mostra un evidente transizione verso i *Tuberarietea*.

Particolarmente numerosi i trifogli e le erbe mediche che partecipano alla differenziazione delle varie facies: tra le erbe mediche ricordiamo *Medicago arabica*, *M. hispida*, *M. orbicularis*, *M. truncatula* e *M. minima*; tra i trifogli *Trifolium campestre*, *T. glomeratum*, *T. nigrescens*, *T. scabrum*, *T. arvense*, *T. pallidum*, *T. subterraneum* e *T. pratense*.

In riferimento alle pratiche colturali possiamo identificare degli aspetti ad *Anthemis arvensis*, di transizione verso i *Secalietea*, (vegetazione dei coltivi) alle quali partecipano principalmente *Ranunculus bulbosus*, *Tordylium apulum*, *Raphanus raphanistrum* e *Papaver rhoeas*; altri postcoltivi e rilievi di prati a riposo si distinguono per una maggiore frequenza di *Gaudinia fragilis* che rende conto di una loro relativa aridità.

Localmente, a lato e al centro dei sentieri e delle sterrate nelle sugherete e negli ericeti, sulla duna antica, tra i cespi di *Cistus salvifolius* e *Asphodelus micro-*

carpus e, più in generale, sulle sabbie acide, si sviluppano i pratelli a terofite caratterizzati dalla frequenza di *Tuberaria guttata* e *Moenchia mantica* accompagnate da un corteggio di specie acidofile e di terofite mediterranee tra le quali ricordiamo *Trifolium cherleri*, che caratterizza le facies con suolo più compattato, *Ornithopus compressus*, *Rumex bucephalophorus*, *Silene gallica*, *Plantago bellardi*, *Hypochaeris glabra*, *Gallium divaricatum*, *Cerastium ssp.* Localmente si possono osservare popolamenti ad elevata copertura con *Trifolium nigrescens*, *Sherardia arvensis*, *Anthemis arvensis* e *Poa bulbosa* che indicano una maggiore ricchezza del substrato rispetto alle facies più tipiche. Si tratta di una vegetazione inquadrabile nei *Moenchio-Tuberarietum guttatae* (Lucchese e Pignatti, 87), associazione tirrenica dei pratelli poveri in nutrienti su sabbia silicea, che si sviluppa su substrati con ph 4,5-5,5 in condizioni di relativa umidità primaverili ma su terreni a scarsa ritenzione idrica e completamente asciutti d'estate. Questi pratelli si sviluppano rapidamente nel periodo aprile-maggio per scomparire completamente in poche settimane.

10 - PRATERIE UMIDE

Molinio-Arrhenetheretea Tx. et Prsg., 1951. Praterie umide su terreni ricchi.

Abbiamo compreso in questa definizione le praterie umide circostanti Ortaccio e Ponte Ruffo. In queste zone la falda elevata anche d'estate e la presenza di sorgenti quasi perenni permettono lo svilupparsi di praterie mesofile caratterizzate principalmente dalla presenza di *Carex riparia*, *Carex otrubae*, *Carex acutiformis* e *Cyperus longus* e dall'elevata copertura di *Holcus lanatus*, *Alopecurus mysuroides*, *Ranunculus repens*, *Ranunculus bulbosus*, *Cynodon dactylon*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, che sfumano rapidamente verso il *Dasypyretum* o si interrompono bruscamente in corrispondenza dei prati a rotazione. Si tratta di formazioni con elevata copertura delle specie dei *Magno-Caricion* e dei *Molinio-Arrhenatheretea* e possiamo considerarli frammenti extrazonali di vegetazioni prative di tipo centro europeo ed oceanico.

Altre praterie umide, dall'estensione estremamente limitata, si sviluppano lungo e ai bordi dei sentieri che attraversano le aree più umide della tenuta: sono caratterizzate dall'elevata copertura di *Carex divisa* e caratterizzate dalla frequenza di Trifolium resupinatum, *Cynodon dactylon*, *Juncus bufonius* e *Petrorhagia velutina*. Si tratta di tipi vegetazionali extrazonali che rimandano ai *Trifolio-Hordeetalia* balcanici. In funzione dell'umidità il *Caricetum divisae* sfuma nelle zone più aride verso il *Vulpio-Dasypiretum* mentre in quelle più umide e con suoli oligotrofi verso gli *Isoeto-Nanojuncetea*.

11 - VEGETAZIONE DELLE PISCINE (e delle aree periodicamente inondate)

Bidentetea tripartitae Tx., Lhm. & Prsg., 50 (associazioni effimere dei terreni ricchi in composti azotati periodicamente inondati), *Lemnetea* R.Tx.55 (vegetazione a idrofite natanti delle acque dolci), *Phragmiti-Magnocaricetea* Klika in Klika et

Novak, 1941 (vegetazione a Graminae e Cyperaceae in acque poco profonde, stagnanti o alento corso), *Holoschoenion* Br. Bl., 1947 (vegetazione a giunchi delle aree periodicamente inondate), *Potamogetonetea pectinati* Tx. et Prsg. (fitocenosi di idrofite radicanti in acque stagnanti o a lento corso), *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tx., 1943 (vegetazione delle pozze effimere su suoli oligotrofi).

Le aree umide di Castel Porziano costituiscono un interessantissimo residuo dell'habitat palustre che caratterizzava un tempo buona parte delle piane retrodunali tirreniche. La maggior parte delle zone umide della Tenuta sono tipicamente caratterizzate da forti variazioni del livello delle acque che determinano la presenza di zone periodicamente inondate, fangose o asciutte che vengono occupate da vegetazione effimera dei *Bidentetea* o degli *Isoeto-Nanojuncetea* oppure da formazioni più stabili riferibili all'*Holoschenion* o ai *Phragmitetea* in funzione del grado di permanenza delle acque.

In questo particolare ambiente rivestono particolare rilievo le formazioni a nanoterofite degli *Isoeto-Nanojuncetea* caratterizzate dall'abbondanza di *Mentha pulegium*, *Juncus capitatus*, *Isolepis cernua*, *Juns* sviluppati nella tenuta attorno alle piscine e nelle radure periodicamente inondate compresi molti stradelli. Dal punto di vista fitosociologico si nota localmente una particolare abbondanza di specie indicatrici del *Nanocyperion* quali *Isolepis cernua*, *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*, specie a distribuzione continentale degli ambienti umidi e ombrosi. In altre zone la relativa abbondanza di silice delle sabbie dei substrati permette una locale prevalenza di specie degli *Isoetion* quali *Lotus angustissimus*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis parviflora* e *Lythrum hyssopifolia* legate alle pozze periodiche acidofile in area mediterranea.

Un altro aspetto delle aree inondate comprende aspetti igronitrofili a specie annuali dei depositi sabbioso-limosi ricchi in sali ammoniacali caratterizzati principalmente dalla dominanza di *Polygonum hydropipern*, pianta dei terreni periodicamente inondati ricchi in composti azotati frequenti nei canali della zona centrale della Tenuta.

Rilevante anche il buon sviluppo in quasi tutte le piscine di giuncheti caratterizzati dall'abbondanza di *Holoschoenus romanus*, *Juncus inflexus*, *Juncus effusus* e *Juncus conglomeratus* e dalla presenza di *Carex pallescens*, *Beckmannia eruciformis*, *Cardamine parviflora*, *Veronica scutellata*. Si tratta di formazioni delle aree periodicamente inondate, sottoposte a stress idrico estivo, collegate a un disturbo moderato e a buone condizioni di naturalità riferibili all'*Holoschoenion.*

Le cenosi elofitiche sono ben sviluppate solo nelle piscine maggiori (Tor Paterno, Ortaccio, Ponte Ruffo, Piscina Chiara) e comprendono formazioni a *Phragmites australis* accompagnata da *Iris pseudoacorus*, *Veronica beccabunga*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus* e *Apium nodiflorum*. *Sparganium erectum* e *Typha latifolia*, più igrofile, sono frequenti solo nelle aree permanentemente inondate zona settentrionale del parco (Ortaccio, Ponte Ruffo, Malafede). Qui in alcuni canali, dove vi è una certa ossigenazione delle acque, troviamo anche specie del

Glycerio-Sparganion quali *Berula erecta* e *Nasturtium officinalis* sporadiche nelle altre aree umide osservate.

Le idrofite radicate risultano condizionate dalla trasparenza e ossigenazione delle acque: nelle piscine più torbide e eutrofizzate e nelle pozze fangose periodicamente inondate troviamo popolamenti a *Callitriche ssp.* e *Ranunculus aquatilis* mentre dove le acque sono più chiare (Ortaccio, Tor Paterno, Ponte Ruffo, Piscina chiara, Piscine della Dogana) almeno nel periodo primaverile la flora acquatica si arricchisce di specie dei *Potamogetonetea* quali *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton trichoides*, *Zannichellia palustris*. Rare le associazioni a *Lemna minor* e *Lemna gibba* registrate a Piscina Carbonara, Piscine della Dogana e Piscine del Quarticciolo.

12 – RUBO-ULMION [PRUNO-RUBION ULMIFOLII De Bolos 1954] (cespuglieti e preboschi submediterranei)

In questa categoria abbiamo incluso ed evidenziato nella cartografia le zone caratterizzate dal cespuglieto mesofilo, diffuse al bordo dei coltivi, nei campi abbandonati da parecchi anni e nei boschi meno evoluti. In pratica corrisponde, soprattutto nelle prime fasi, al famigerato «roveto» della tradizione popolare; combattuta per secoli come vegetazione infestante è, invece, un importante rifugio e luogo di alimentazione per la fauna e rappresenta il mantello del bosco caducifoglio.

I roveti maggiormente evoluti sono visibili a Grotta Romagnola, Tor Paterno, Valle Renaro, in corrispondenza delle strade e dei sentieri abbandonati di Capocotta e nel sottobosco dei rimboschimenti ad *Eucalyptus ssp* e *Pinus pinea*. Oltre a *Rubus ulmifolius*, che nei popolamenti pionieri si presenta in popolamenti pressochè monospecifici, nei roveti maggiormente evoluti troviamo *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius* e *Tamus communis*.

Delle associazioni di questa alleanza a Castel Porziano è presente principalmente il *Pruno-Crataegetum*, che rappresenta il mantello dell'*Echinopo-Quercetum* frainetto, ma presso Tor Paterno e nelle rupi tufacee della zona settentrionale del parco alcuni aspetti caratterizzati dall'elevata copertura di *Rubus caesius*, *Cornus mas* e *Clematis vitalba* rimandano al *Corno-Clematidetum*, associazione che vicaria la precedente negli ambiti più umidi. Le formazioni a *Rubus caesius*, che sostituisce *R. ulmifolius*, nelle aree maggiormente inondate, come nei pressi di Tor Paterno e lungo il fosso di Decima, sembrano altresì connesse al *Salicetum album*, vegetazione ripariale delle acque correnti.

13 - RIMBOSCHIMENTI

Rimboschimenti a Pinus pinea ed Eucalyptus ssp.

I due tipi fondamentali di rimboschimenti presenti a Castel Porziano comprendoso le Pinete a *Pinus pinea*, diffuse nella fascia centrale della tenuta, e i rim-

boschimenti ad Eucalyptus ssp, diffusi nelle parcelle settentrionali. In altre zone troviamo rimboschimenti con specie del querceto misto, della lecceta e della sughereta che gradualmente evolvono verso le formazioni naturali.

Essenzialmente possiamo distinguere nelle pinete delle serie evolutive connesse alle lavorazioni e agli interventi di sfalcio, piantumazione e pulizia. Nelle situazioni più impattate il corteggio floristico comprende poche specie erbacee che danno vita a popolamenti talora pressochè monospecifici quali *Oryzopsis miliacea* (pinete aride e luminose), *Inula viscosa* (zone più umide e nitrofile) e *Juncus depauperatus* (suoli poveri) accompagnate da specie provvenienti dai prati, quali *Aetheorhiza bulbosa*, *Calamintha nepeta*, *Cynosurus echinatus*, *Lagurus ovatus* e da plantule di specie dei boschi circostanti (principlamente della lecceta). Nelle stazioni più umide raggiunge una rilevante copertura anche *Pteridium aquilinum*, favorita dalla luce diffusa.

In assenza di disturbo si sviluppano direttamente le specie del *Viburno-Quercetum ilicis*, soprattuto *Quercus ilex* e *Phillyrea latifolia*, che gradualmente invadono la pineta. Nelle pinete più umide è osservabile anche una tendenza verso la formazione di roveti riferibili al *Pruno-Crataegeum* a rappresentare il prebosco della farneta.

Le piantaggioni ad *Eucalyptus*, diffuse a, sono invece caratterizzate unicamente dalla presenza di specie del roveto che formano una vegetazione arbustiva particolarmente intricata. Tra le specie arbustive edificatrici ricordiamo *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa*, *Ulmus minor*, *Cratageus monogyna*, *Euonymus europaeus* mentre diffuse nello strato lianoso sono *Tamus communis*, *Rubia peregrina*, *Smilax aspera*. Si tratta anche in questo caso di tipici *Pruno-Crataegeum*, che tendono gradualmente ad evolvere verso il bosco caducifoglio a cerro e farnetto.

Rimboschimenti con specie dei Querco-Fagetea e dei Quercetea ilicis

Si tratta di filari di diversa età e composizione che tendono ad essere sommersi dal roveto contenuto localmente da un forte pascolo di erbivori. Negli spazi tra i filari troviamo formazioni erbacee ascrivibili al *Vulpio-Dasypyretum*, al *Moenchio-Tuberarietum*, al *Caricetum divisae* e agli *Isoeto-Nanojuncetea* in funzione del tipo di suolo e della relativa umidità mentre rilevante è lo sviluppo di *Rubus ulmifolius*, *Prunus spinosa* e *Ulmus minor*. Si tratta di territori in cui l'evoluzione verso la vegetazione naturale è influenzata sia dal disturbo che dal tipo di essenza usata: le plantule presenti corrispondono infatti solo localmente a quelle delle specie piantate e si può presumere che queste non sempre corrispondano alle condizioni edafiche locali.

6. Conclusioni

Questo è il primo esempio in Italia di una carta della vegetazione realizzata tramite l'elaborazione di immagini aeree multispettrali. Ciò ha richiesto una complessa lavorazione che tuttavia ha portato a risultati interessanti di cui due, a nostro

avviso, sembrano di particolare rilievo: la competenza tecnico-scientifica maturata ed il prodotto finale ottenuto. La Carta che presenta in forma analitica una grande quantità d'informazione, infatti costituisce un efficace strumento di lavoro e di conoscenza tanto per chi studia la vegetazione quanto per chi gestisce la Tenuta e racchiude, al contempo, un notevole contenuto di innovazione tecnologica poiché è stata ottenuta con un procedimento tutto digitale sia nella fase del rilevamento aereo, sia nella successiva fase di elaborazione sia, infine, nel prodotto stesso che è di natura completamente numerica. Inoltre, il buon valore dell'indice di accuratezza stimato per la Carta costituisce una misura, sebbene indiretta e globale, anche dell'efficacia del procedimento stesso. D'altra parte, le problematiche che si sono dovute affrontare e le conseguenti soluzioni che sono state adottate hanno consentito di maturare un bagaglio di competenze tecnico-scientifiche di indubbio valore.

Va tenuto presente che i dati di partenza avrebbero permesso un grado di dettaglio molto superiore, ma è stato ricercato un livello ottimale che potesse permettere una visione sintetica senza perdere la percezione dei fenomeni elementari.

Diversi sono stati i fattori rivelatisi determinanti per la buona riuscita del lavoro, due dei quali meritano di essere evidenziati. Il primo si identifica con l'approccio interdisciplinare con cui sono state affrontate tutte le fasi di attività. Metodo che è stato perseguito attraverso una stretta e continua collaborazione tra le competenze dei vegetazionisti e quelle degli specialisti di telerilevamento in modo da complementarsi a vicenda. Il secondo fattore risiede nell'aver potuto disporre delle necessarie informazioni cartografiche di base già memorizzate in un ambiente informativo integrato e geograficamente omogeneo come il SITAC. Ad esempio, per un passo di fondamentale importanza come la georeferenziazione di ogni singola tessera sono state direttamente utilizzate le coordinate geografiche desunte dalla C.T.R. a scala 1:10.000 già registrata nel SITAC in formato raster, così come per la delimitazione delle training area sono stati utilizzate informazioni quali viabilità, idrografia e confini amministrativi della Tenuta che erano memorizzati in formato vettoriale nel database SITAC. Le medesime informazioni sono state infine utilizzate anche per la selezione e la successiva individuazione delle «Control Area» su cui effettuare i controlli di campagna ai fini della stima dell'accuratezza.

Castelporziano presenta un'eccezionale ricchezza di flora e di tipi vegetazionali, ed attraverso la Carta è possibile individuare i lineamenti della diversità ambientale e le conseguenze di una secolare utilizzazione pastorale e forestale.

In definitiva, molte conoscenze sono state acquisite su come si realizza una carta della vegetazione mediante telerilevamento aereo, sia per ciò che riguarda le problematiche, come quella della georeferenziazione, sia sul versante delle soluzioni, come quella risultata efficace di mosaicare le tessere solo dopo la loro classificazione. In futuro tali conoscenze potranno risultare molto utili per procedere più speditamente e con maggiore efficienza verso il risultato finale.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV., *Lista delle unità sintassonomiche della vegetazione italiana*, «Fitosoc.», *33*, ?? (1997).

ABBATE G., BLASI C., SPADA F., SCOPPOLA A., *Analisi fitogeografica e sintassonomica dei querceti a* Quercus *frainetto dell'Italia centrale e meridionale*, «Not. Fit.», *23*, 63-84 (1987).

BLASI C., DOWGIALLO G., FOLLIERI M., LUCCHESE F., MAGRI D., PIGNATTI S., SADORI L., *La vegetazione naturale potenziale dell'area romana*, in *XI Giornata dell'ambiente: congresso «la Vegetazione Italiana»*, «Atti dei Convegni Lincei», *115*, 423-457 (1995).

CONGALTON R., *A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data*, «Remote Sensing of Environment», *37*, 35-46 (1991).

DE LILLIS M., TESTI A., *Postfire dynamics in a disturbed mediterranean community in Central Italy*, in J.G. Goldammer, M.J. Jenkins, *Fire in Ecosystem dynamics*, SPB Academic Publ., The Hague, 1990, pp. 53-62.

DELLA ROCCA A.B., ROSSI L., *Il sistema EDI*, Enea: RT/INN/91/26, 1992.

Erdas-Field Guide (third edition), Erdas Inc., Atlanta, GA, 1995.

FITZPATRICK-LINS K., *Accuracy and consistency comparisons of land use and land cover maps made from high-altitude photographs and LANDSAT multispectral imagery*, «Jour. Research U.S. Geol. Survey», *6* (1), 23-40 (1978).

GISOLTI G., COLLAMARANI D., *Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano*, «Genio rurale», *45* (9), 35-36 (1982).

HAY A.M., *Sampling Designs to test land-use map accuracy*, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing», *45* (4), 529-533 (1979).

HORD R.M., BROONER W., *Land-use map accuracy criteria*, «Photogrammetric Engineering and Remote Sensing», *42* (5), 671-677 (1976).

LUCCHESE F., PIGNATTI S., *Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo - Ricerche ecologiche floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana*. II. *Problemi attuali di scienza e di cultura*. Sez. Missioni ed esplorazioni: XI, «Quad. Acc. Naz. Lincei», *264*, 5-48 (1990).

MAZZOLENI S., *Fire and Mediterranean plants: germination responses to heath exposure*, «Ann. Bot.», *47*, 227-232 (1989).

MUCINA L., PIGNATTI S., RODWELL J., SCHAMINÔE J., CHYTRY' M., *European vegetation survey: Case studies*, «Special features in vegetation science», *14*. Opulus press, Uppsala 1997.

PEDROTTI F., *Carta della vegetazione naturale potenziale dell'Italia*, Ministero dell'ambiente, Roma 1990.

PEDROTTI F., GAFTA D., *Ecologia delle foreste ripariali e paludosi dell'Italia*, «L'Uomo e l'Ambiente», *23*, Univ. degli studi di Camerino, 1996.

PIGNATTI S., *Flora d'Italia*, Edagricole, 1982.

PIGNATTI S., *Human impact in the vegetation of the Mediterranean basin*, in Holzner W., Werger M.J.A., Ikusima I. (eds.), *Man's impact on Vegetation the Hague*, 1983, pp. 151-161.

PIGNATTI S., *I Boschi d'Italia*, Utet, 1998.

Progetto di formazione TELSAT – Trattamento di immagini telerilevate: corso avanzato, *Classificazione delle immagini telerilevate e analisi dell'accuratezza*, a cura di Brivio P.A., Dispense per il ciclo telerilevamento. Progetto TELSAT, Monteporzio Catone (Roma), 1993-94.

ROSENFIELD G.H., *Analysis of variance of thematic mapping experiment data*, «Photogrammetric engineering and remote sensing», *47* (12), 1685-1692 (1981).

ROSENFIELD G.H., FITZPATRICK-LINS K., LING H.S., *Sampling for thematic map accuracy testing*, «Photogrammetric engineering and remote sensing», 48 (1), 131-137 (1982).

VAN GENDEREN J.L., LOOK B.F., *Testing land-use map accuracy*, «Photogrammetric engineering and remote sensing», *43* (9), 1135-1137 (1977).

WERGER M.J.A., IKUSIMA I., *Man's impact on vegetation*, Dr. W. Junk Publ., The Hague, pp. 151-161.

WILDI O., ORLOCI L., *Management and multivariate analysis of vegetation data*, Swiss Fed. Inst. of Forestry Research, Birmensdorf 1983.

FAUSTO MANES * – MONICA GIANNINI * – SILVIA ANSELMI *
SUSANNA MELINI * – ALESSIA ALLEGRINI *

Studio multitemporale dell'indice di area vegetale (PAI) nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Sommario – Studio multitemporale dell'indice di area vegetale (PAI) nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano. L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di caratterizzare l'indice di area vegetale (PAI) delle principali tipologie vegetazionali della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, un sito di elevato valore naturalistico situato a circa 20 km A Sud-Ovest di Roma (Italia). I dati medi di PAI rilevati in campo hanno permesso di distinguere le comunità di latifoglie caducifoglie (PAI medio 4,8) dalle comunità di conifere sempreverdi (PAI medio 3,0) e dalla macchia mediterranea (PAI medio 4,8). L'analisi della vegetazione è stata effettuata mediante telerilevamento (immagini LANDSAT 5 TM) per ottenere l'indice di vegetazione NDVI su una base multitemporale (1993-1994). Si è ricavata una relazione tra i valori di NDVI e le misure di PAI ($y = 9{,}3175x^{1{,}1928}$; $R^2 = 0{,}70$). L'approccio sperimentale applicato in questo studio, basato sull'integrazione di dati acquisiti a differente scala, sembra un utile strumento per la caratterizzazione e il monitoraggio della risposta della vegetazione agli stress ambientali.

Abstract – *Multitemporal study of the Plant Area Index (PAI) at the Castelporziano Estate (Rome).* The aim of this work was to characterize the Plant Area Index (PAI) of the main vegetation types of the Castelporziano Estate, a site of great naturalistic value about 20 Km SW of Rome (Italy). PAI average data from field measurements have enabled us to discriminate broadleaf deciduous communities (mean PAI 4,8) from coniferous evergreen communities (mean PAI 3,0) and Mediterranean maquis (mean PAI 4,8). Remote sensing vegetation analysis by LANDSAT 5 TM images was used to obtain NDVI vegetation index on a multitemporal basis (1993-1994). A relationship among NDVI values and PAI measurements was found ($y = 9{,}3175x^{1{,}1928}$; $R^2 = 0{,}70$). The multiscale integrated experimental approach applied in this study seems a useful tool to characterize and to monitor the ecological response of different vegetation types to environmental stress.

Parole chiave: Tenuta di Castelporziano; Indice di area vegetale (PAI); Monitoraggio ambientale.

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma «La Sapienza».

1. Introduzione

L'indice di area fogliare (LAI) è uno dei parametri quantitativi che meglio caratterizza la struttura di una copertura vegetale. La conoscenza di tale parametro costituisce, inoltre, la base per la quantificazione di processi ecosistemici quali il ciclo del carbonio e quello dell'acqua (Dufrêne & Bréda, 1995). Il LAI è quindi una variabile critica dei modelli che, per gli ecosistemi forestali, simulano i flussi di carbonio, dei nutrienti e dell'acqua; tali modelli necessitano di approcci sperimentali che consentano di fornire stime attendibili di LAI per vaste aree di studio.

Il LAI può essere misurato sia direttamente che indirettamente (Norman & Campbell, 1989).

Le tecniche di misura dirette richiedono analisi dimensionali della chioma ed implicano l'abbattimento degli alberi rappresentativi della comunità che deve essere studiata; di conseguenza queste tecniche necessitano di numerosi campionamenti distruttivi nel caso di analisi condotte su fitocenosi differenti per composizione floristica e per caratteri fisionomico-strutturali. Inoltre, le relazioni allometriche, essendo influenzate dai fattori ambientali del sito, non possono risultare sempre valide per consorzi forestali posti in altri territori (Deblonde *et al.*, 1994). Un altro metodo diretto utilizzato per la stima del LAI è quello della raccolta di lettiera mediante trappole opportunamente disposte all'interno di un popolamento forestale.

Le tecniche di misura indirette permettono la stima del LAI mediante la valutazione della luce trasmessa attraverso la chioma. Welles (1990) ha confrontato le diverse tecniche ottiche di misura del LAI, sottolineando l'esigenza di avvalersi di metodi di stima indiretti per le analisi di tale indice su vasti territori. Le maggiori difficoltà di applicazione dei metodi indiretti di misura negli ambienti forestali, specialmente per alcune specie, derivano sia dall'addensamento delle foglie, carattere questo contrario all'assunto teorico della distribuzione randomizzata su cui tali tecniche di analisi sono basate, sia dal fatto che i tronchi ed i rami non possono essere esclusi dalla stima dell'area totale della pianta (Deblonde *et al.*, 1994).

White *et al.* (2000) sottolineano come gli strumenti basati sulla trasmittanza della luce costituiscano l'approccio sperimentale migliore per l'analisi di dati su base multitemporale e tra questi il LAI-2000 Plant Canopy Analyzer sembra fornire le stime più attendibili, anche se da alcuni Autori viene sottolineata l'esigenza di applicare fattori di correzione per ottenere dati quantitativi di LAI (Chen, 1996; White *et al.*, 1997).

Nonostante i numerosi studi condotti attraverso metodi diretti ed indiretti (Fassnacht *et al.*, 1994; Dufrêne & Bréda, 1995), ad oggi risultano ancora carenti le conoscenze relative alla dinamica stagionale e annuale del LAI per molte cenosi forestali ed in particolare per quelle presenti nell'area mediterranea. Infatti, mentre la misura diretta si presenta alquanto laboriosa, le stime indirette ottenute con analizzatori portatili sono oggetto di dibattito tra ricercatori, come sopra discusso.

Recentemente, White *et al.* (2000) hanno meglio definito alcuni indici adi-

mensionali legati alla struttura della copertura vegetale: l'indice di area del fusto (SAI, Stem Area Index), definito come l'area di un lato del fusto per unità di superficie di suolo (m^2/m^2), dove con il termine fusto si intendono le foglie morte, i rami ed i tronchi; l'indice di area vegetale (PAI, Plant Area Index), definito come l'area vegetale per unità di superficie di suolo (m^2/m^2), che rappresenta la somma del SAI con il LAI (Leaf Area Index), definito, quest'ultimo, come l'area di una delle due superfici della foglia per unità di superficie di suolo (m^2/m^2).

Alcuni Autori hanno correlato dati di PAI acquisiti in campo con dati di indici calcolati mediante immagini telerilevate da satellite (White *et al.*, 1997; Manes *et al.*, 1997a; Manes *et al.*, 2001a). Tale tipo di approccio, oltre a fornire delle informazioni quantitative sullo sviluppo dell'area vegetale per unità di superficie di suolo (PAI), permette la rappresentazione spaziale di tale indice per le comunità vegetali presenti su un territorio realizzando, così, dei documenti cartografici tematici (Manes *et al.*, 1997a; Manes *et al.*, in stampa). Inoltre, la relazione Indice Telerilevato-PAI permette di stimare per anni differenti l'andamento dei valori di PAI e quindi di effettuare degli studi di monitoraggio sulla vegetazione. In particolare, l'analisi multitemporale può essere posta in relazione alla variabilità annuale delle condizioni climatiche di un determinato comprensorio territoriale o in relazione a specifici fattori di stress che possono influenzare i processi di crescita e di sviluppo della vegetazione.

Obiettivo principale del presente lavoro è quello di analizzare, mediante tecniche di misura indirette di campo, il PAI delle principali tipologie vegetazionali presenti nella Tenuta di Castelporziano e di sviluppare la relazione tra l'indice telerilevato NDVI e PAI ottenendo così delle carte tematiche del PAI per il comprensorio della Tenuta su base multitemporale.

2. Materiali e metodi

Area di studio

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano, situata a circa 20 km a sud-ovest di Roma, si estende su una superficie di circa 6100 ha.

La Tenuta è caratterizzata da un'elevata eterogeneità di tipi vegetazionali a partire dalla linea di costa verso l'interno. Si rinvengono infatti formazioni psammofile, cenosi a macchia, complessi forestali a dominanza di *Quercus ilex* L. e boschi a prevalenza di querce caducifoglie. Completano la caratterizzazione fisionomica i rimboschimenti a *Pinus pinea* L. e le formazioni erbacee di tipo pseudosteppico.

Il clima della Tenuta di Castelporziano è di tipo mediterraneo, con valori di precipitazioni medi annuali di 740 mm, temperature estive medie mensili di 22°C ed invernali di 8°C. La distribuzione delle piogge e l'andamento delle temperature durante l'anno determinano un periodo di aridità estiva.

Misurazioni di campo mediante LAI-2000 (Plant Canopy Analyzer)

Un metodo indiretto di calcolo del LAI si basa sulla probabilità di non intercettazione di un raggio da parte della chioma in un dato volume: questo metodo è definito come «analisi della frazione *gap*» (Welles & Norman, 1991).

Gli strumenti che misurano la trasmittanza della radiazione possono essere utilizzati per calcolare il PAI. Idealmente, essi dovrebbero misurare il LAI, la più importante variabile ecologica, ma è spesso difficile separare la porzione verde da quella non-verde (White *et al*., 2000).

Per le misure di PAI che vengono presentate in tale lavoro è stato utilizzato lo strumento LAI-2000 Plant Canopy Analyzer (LI-COR, inc. Nebraska, USA). Esso consiste in un computer portatile per l'elaborazione delle misure a cui è collegato un sensore ottico.

Il sensore contiene delle lenti ottiche con un campo di vista emisferico che proiettano l'immagine in cinque detector disposti in cerchi concentrici per rilevare le misure contemporaneamente a cinque diversi angoli zenitali; contiene inoltre un filtro ottico per registrare solo la radiazione al di sotto dei 490 nm per minimizzare la porzione di energia diffusa dal fogliame. La stima del PAI è ottenuta misurando la radiazione solare al di sopra e al di sotto della chioma: il rapporto tra queste due misure, che lo strumento calcola per tutti i cinque detector, rappresenta la frazione *gap* che è poi convertita in PAI applicando una formula di inversione.

Le misure sono state eseguite nelle prime ore del mattino e nel tardo pomeriggio per attenuare l'influenza della radiazione solare diretta sul fogliame che, come riportato da Welles & Norman (1991), causa una sottostima anche del 56% nelle cenosi forestali.

I dati di PAI analizzati si riferiscono alle campagne di misura condotte all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano nel periodo 15 luglio-10 agosto degli anni 1994, 1998 e 1999. Sono stati scelti i mesi di luglio ed agosto in quanto lo sviluppo vegetativo sia delle specie sempreverdi che di quelle caducifoglie in tali mesi raggiunge il suo massimo (De Lillis *et al.,* 1997).

Le misure di PAI sono state effettuate mediante rilevamenti lineari lungo transetti di 10-15 metri. Per ogni transetto è stata elaborata una scheda fisionomico-strutturale al fine di registrare, per ciascuno strato (arboreo dominante, arboreo dominato, arbustivo alto, arbustivo basso), la percentuale di copertura, l'altezza e le principali specie dominanti.

Le comunità vegetali nelle quali sono state condotte le misure di PAI sono state selezionate in base alla loro estensione ed alla loro omogeneità floristica e fisionomico-strutturale.

Analisi di dati telerilevati

L'elaborazione dei dati telerilevati è stata effettuata su immagini Landsat 5 TM (sensore Thematic Mapper), acquisite il 5 agosto 1993, il 23 luglio 1994, il 3 agosto

1998 e il 21 luglio 1999 (frame 191-31) (Telespazio s.p.a.), mediante il software ILWIS 2.2 for WINDOWS (ITC - ILWIS Group, Enschede, The Netherlands).

Sull'immagine Landsat 5 TM del 23 luglio 1994 è stata condotta una classificazione *supervised* mediante il metodo della massima verosimiglianza considerando le bande TM 2-3-4-5-7; per verificare il grado di accuratezza della classificazione è stata calcolata la matrice di errore (Manes *et al.*, 2001b).

Le principali tipologie di uso del territorio della Tenuta di Castelporziano, già oggetto di precedenti ricerche (Grignetti *et al.*, 1997; Pignatti *et al.,* 1998), sono state inquadrate secondo il sistema di classificazione di tipo gerarchico CORINE Land Cover (CORINE, 1993, Land Cover):

2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE
  2.1. Seminativi e incolti
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI
  3.1. Boschi e foreste
    3.1.1. Boschi di latifoglie
      3.1.1.1. Boschi a prevalenza di leccio e/o sughera
        3.1.1.1.1. Boschi di leccio e macchia con leccio prevalente
        3.1.1.1.2. Boschi a prevalenza di sughera
      3.1.1.2. Boschi a prevalenza di querce caducifoglie (cerro e/o farnetto e/o farnia)
        3.1.1.2.1. Boschi con carpino orientale
        3.1.1.2.2. Boschi con sottobosco di sclerofille
      3.1.1.6. Boschi a prevalenza di specie igrofile
    3.1.2. Boschi di conifere
      3.1.2.1. Rimboschimenti a pino domestico
    3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
  3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
    3.2.1. Prati-pascoli naturali e praterie
    3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla
      3.2.3.1. Macchia alta
      3.2.3.2. Macchia bassa e garighe
  3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente

Utilizzando le bande Landsat TM 3 e TM 4 è stato calcolato l'indice di vegetazione della differenza normalizzata NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), mediante la seguente formula: (TM 4 - TM 3)/(TM 4 + TM 3) (Rouse *et al.,* 1974), che consente di analizzare le variazioni della biomassa fogliare fotosinteticamente attiva (Casacchia *et al.*, 1996).

È stata esaminata la relazione tra i valori di NDVI e le misure di PAI condotte in campo, ottenendo una funzione non lineare del tipo $y = ax^b$. Al fine di valutare tale funzione è stata analizzata la relazione lineare tra i dati di PAI misurati e quelli stimati per via indiretta tramite i valori di NDVI. Sulla base della relazione NDVI-PAI è stato possibile stimare i valori di PAI per tutta l'area di studio e ottenere la «Carta dell'indice di area vegetale» che rappresenta il risultato dell'integrazione di scala tra i dati telerilevati e i dati acquisiti in campo (Manes *et al.,* 1997a; Manes *et al.*, in stampa).

Analisi dei dati climatici

I dati climatici della stazione termo-pluviometrica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano della serie storica 1983-1995 e degli anni 1993 e 1994 sono stati rappresentati mediante i diagrammi di Bagnouls-Gaussen ed elaborati per il calcolo dell'indice di stress da aridità di Mitrakos (1980): Monthly Drought Stress (M.D.S.) = 2 (50-P).

Analisi statistica

I dati sono stati elaborati mediante il programma statistico SPSS (Corp. USA).

3. Risultati e Discussione

In accordo con Deblonde *et al.* (1994) e White *et al.* (2000) l'analizzatore da campo LAI-2000 si è mostrato un valido strumento per misurare variazioni relative, temporali e spaziali, di PAI.

In tabella I sono riportati i valori medi di PAI misurati in campo mediante il LAI-2000 nel periodo estivo dei tre anni di studio.

I valori di PAI risultano compresi tra 1,98 per le pinete a *Pinus pinea* L. (pineta giovane), in località I Muraccioli, e 5,41 per i boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con carpino orientale, in località Il Tellinaretto (tab. I).

I boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie mostrano valori di PAI in accordo con quanto riportato da altri Autori per le foreste decidue poste a medie latitudini (Walter, 1973; Whittaker & Likens, 1973; Fassnacht *et al.*, 1997; Gower *et al.*, 1999).

Per le conifere i dati di indice di area fogliare (LAI) disponibili in bibliografia si riferiscono per la maggior parte a foreste poste a latitudini elevate e quindi non confrontabili con quelli ottenuti per le conifere mediterranee. Inoltre, i rimboschimenti a pino domestico, dalle ricerche sino ad ora da noi condotte, hanno mostrato valori di LAI più bassi rispetto ai consorzi di latifoglie a parità di grado di copertura, a causa della diversa architettura della chioma e della differente morfologia fogliare (Manes *et al.*, 1997a).

Per il bosco di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con sottobosco di sclerofille si può notare come i valori medi di PAI risultino più bassi rispetto a quelli relativi al querceto caducifoglio con carpino orientale, a conferma di quanto riportato da altri Autori. Analizzando, infatti, i dati per due località caratterizzate da queste due differenti cenosi forestali, Giordano *et al.* (1996) hanno osservato valori medi inferiori per il bosco di querce caducifoglie con sottobosco di sclerofille.

Il bosco di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con carpino orientale e la macchia mediterranea alta presentano i valori più elevati di PAI rispetto alle altre fitocenosi considerate (tab. I).

In fig. 1 è riportata la classificazione *supervised* dell'immagine Landsat 5 TM

Tab. I - *Valori medi di indice di area vegetale (PAI) misurati nel periodo estivo degli anni 1994, 1998 e 1999 nelle principali tipologie fisionomico-strutturali della vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ogni valore riportato in tabella rappresenta la media di 5 misure di PAI.*

Tipologie Vegetazionali Fisionomico-Strutturali	Località	(PAI) 1994	(PAI) 1998	(PAI) 1999
Leccete	Lo Scopone	3,14 3,30 3,02 2,87 4,24 3,67 4,04 4,46 3,54 2,97	3,92 3,93 4,55 4,77 4,28 4,12 3,93	4,80 4,30 4,29 3,89
	Grotta di Piastra		4,50 4,61 4,29	4,46 3,97 4,25
Boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con carpino orientale	Il Pignocco	4,89 4,61 4,62 4,61 4,80	4,42 5,41 4,62	4,83 4,51
	Il Tellinaretto	3,99 4,43 4,96 5,33 4,70 4,90 4,84 5,41	4,61 5,21 5,20	5,01 4,63
	Il Quarticciolo	4,53 4,88 5,18 5,10 5,00	5,19 4,75 4,49	4,94 4,78
Boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con sottobosco di sclerofille (*segue*)	Il Pizzuto (*segue*)	4,10 4,33 2,92 3,04 3,48	3,24 3,00 2,95 3,65 4,24	3,41 2,87 4,41

Tab. I - *Continuazione*

Tipologie Vegetazionali Fisionomico-Strutturali	Località	(PAI) 1994	(PAI) 1998	(PAI) 1999
(*continuazione*)	(*continuazione*)			
Boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con sottobosco di sclerofille	Il Pizzuto	4,03 3,83 4,29 4,27 4,04 4,12	4,40 4,10 4,52 2,99	
	I Cioccati	3,14 2,72 2,86 3,90 3,49 3,40		
Rimboschimenti a pino domestico (pineta matura)	I Muraccioli	2,59	2,66	2,69
	Dogana	3,16 2,63 2,73	3,07 3,56 3,35 2,96	2,94 3,12
	Finocchiella	2,55 2,19 2,70 2,18		
Rimboschimenti a pino domestico (pineta giovane)	I Muraccioli	1,98 2,37 2,14	3,11 3,10	3,24
Boschi misti di latifoglie e conifere	Santo Quercio		3,62 3,64 3,21	4,28 4,34 3,61 3,20
Macchia alta	Grotta di Piastra	5,27 4,52 4,23 4,28 4,73 4,57	4,87 4,50	5,22
	Tor Paterno	5,22 5,07 4,91 3,76	3,41 4,59 5,26 5,39	

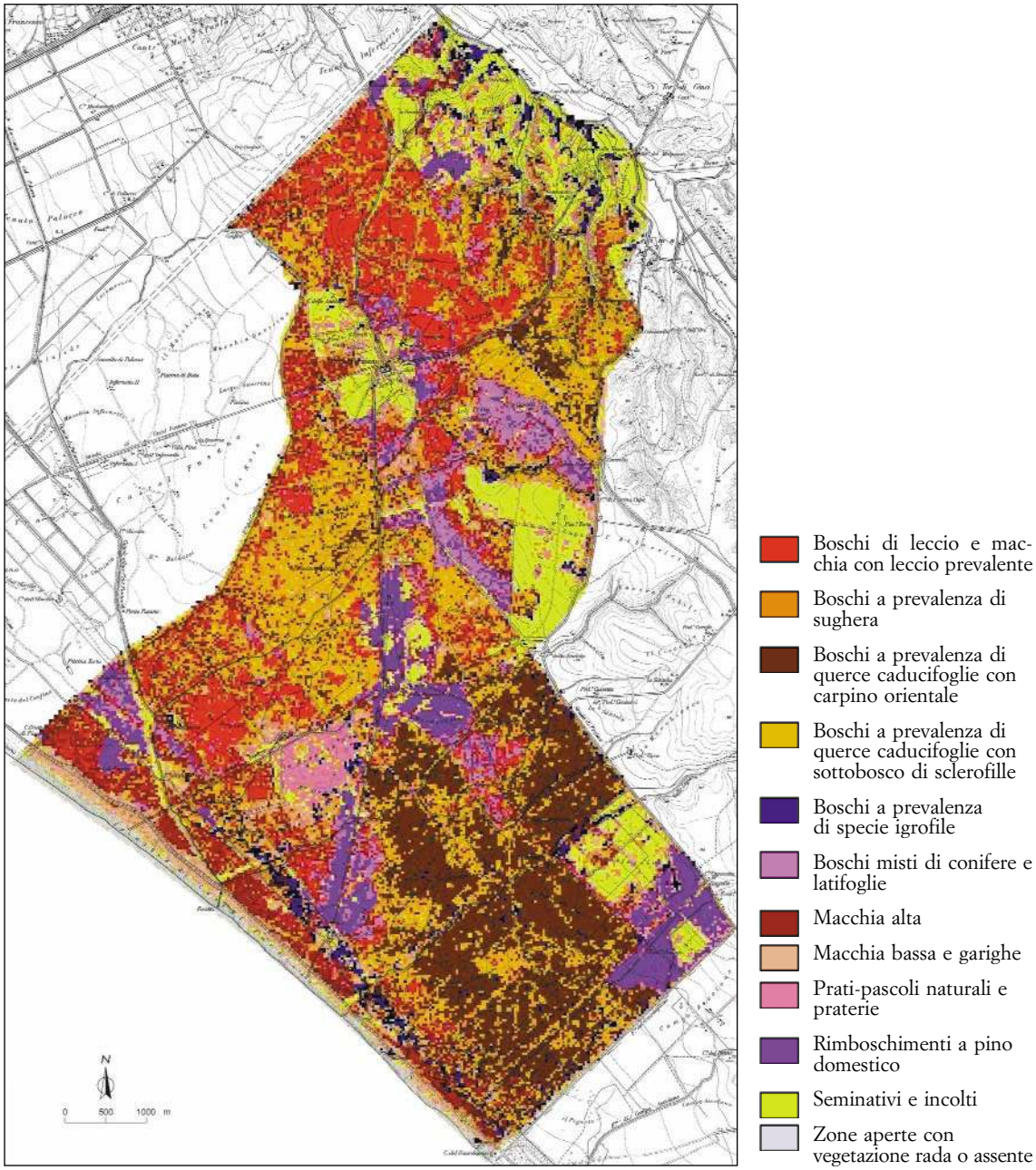


Fig. 1. Classificazione *supervised* ottenuta mediante l'elaborazione di dati del satellite Landsat 5 TM (bande 2-3-4-5-7 del 23 luglio 1994).

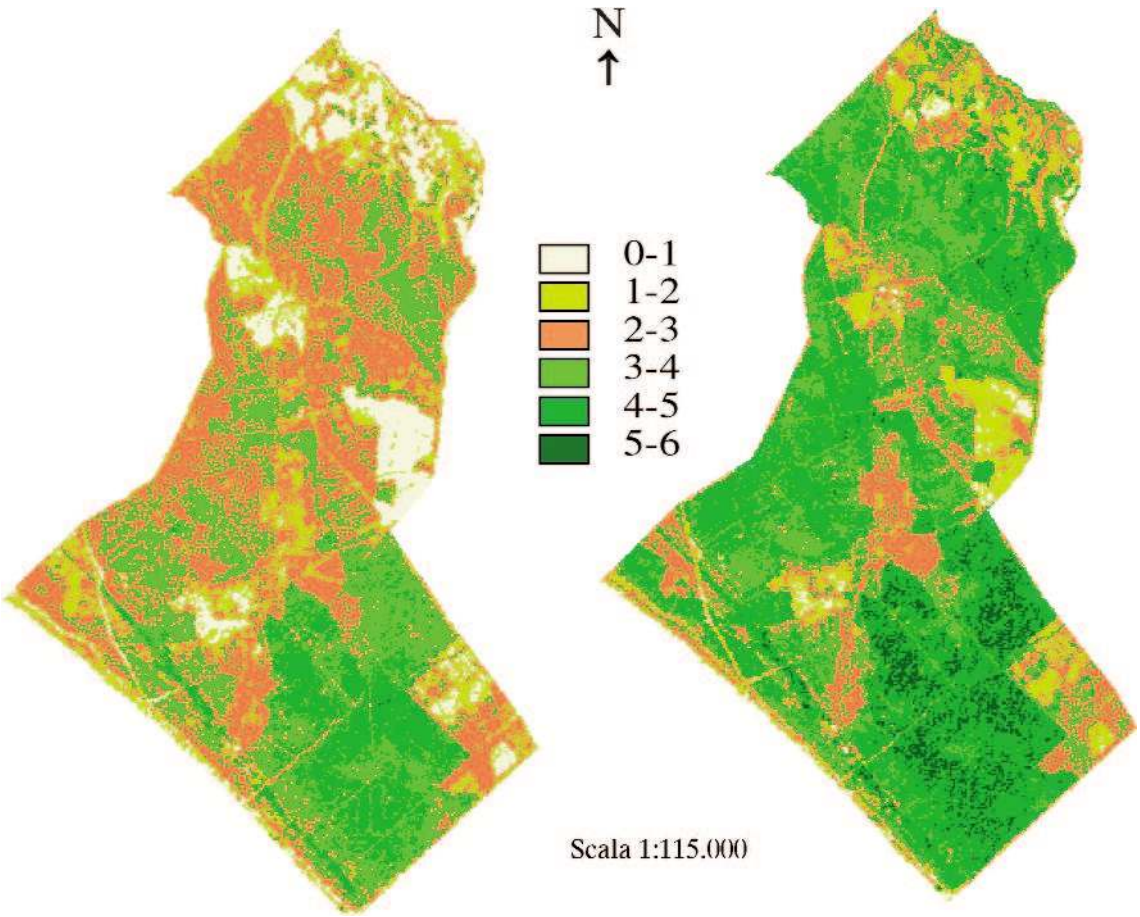


Fig. 2. Carta dell'indice di area vegetale (PAI) della Tenuta Presidenziale di Castelporziano relativa all'immagine Landsat 5 TM del 5 agosto 1993.

Fig. 3. Carta dell'indice di area vegetale (PAI) della Tenuta Presidenziale di Castelporziano relativa all'immagine Landsat 5 TM del 23 luglio 1994.

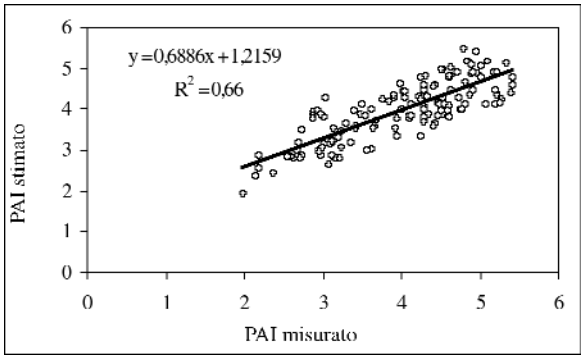


Fig 4. Relazione tra i valori di PAI misurati in campo e quelli di PAI stimati mediante i valori di NDVI.

del 1994 (accuratezza dell'87%) che mostra la distribuzione delle principali tipologie fisionomico-strutturali della vegetazione descritte sulla base dello schema gerarchico CORINE Land Cover.

Emerge l'elevato valore naturalistico che tale sito presenta nell'ambito del territorio costiero laziale in base alla diversità di habitat e alla ricchezza di specie (Lucchese & Pignatti, 1990).

Le fig. 2 e 3 illustrano la rappresentazione cartografica dei valori di PAI per l'intero comprensorio della Tenuta, per gli anni 1993 e 1994, ottenuta mediante la correlazione tra i valori di NDVI telerilevati da satellite e quelli di PAI misurati in campo ($R^2 = 0,70$) (tab. II). Al fine di validare la relazione sopra indicata è stata analizzata la relazione lineare tra PAI misurato in campo e PAI stimato mediante la relazione con l'NDVI; il coefficiente di determinazione ottenuto è risultato pari a 0,66 (tab. II; fig. 4).

Questo risultato oltre a consentire la realizzazione di cartografie tematiche del PAI evidenzia quali-quantitativamente le differenze dei valori di tale indice tra le cenosi, come sopra specificato, e le differenze multitemporali tra gli anni considerati.

Tab. II - *Coefficienti di regressione (a, b), coefficienti di determinazione (R^2), significatività (P) e numero di campioni (N) per le relazioni tra NDVI e PAI misurato e tra PAI misurato e PAI stimato.*

	a	b	R^2	P	N
NDVI/PAI misurato[1]	9,3175	1,1928	0,70	0,000	135
PAI misurato/PAI stimato[2]	0,6886	1,2159	0,66	0,000	135

[1] regressione del tipo $y = ax^b$
[2] regressione del tipo $y = ax+b$

Dalle immagini Landsat sono stati stimati gli ettari relativi alle diverse classi di PAI per il 1993 e 1994 (tab. III).

Tab. III - *Estensione in ettari (ha) delle diverse classi di indice di area vegetale (PAI).*

Classe	1993 (ha)	1994 (ha)
0 - 1	493	83
1 - 2	864	533
2 - 3	2245	938
3 - 4	1806	1652
4 - 5	600	2572
5 - 6	0	230

Tali dati consentono di rilevare per il 1994 un considerevole aumento, rispetto al 1993, degli ettari per le classi 4-5 e 5-6 dell'indice di area vegetale (PAI). Tale variazione è correlabile alle differenti condizioni climatiche che hanno caratterizzato questi due anni. Infatti, il confronto dei dati termopluviometrici (fig. 5) relativi al periodo 1983-1995 con quelli dell'anno 1993 evidenzia, per quest'ultimo anno, un intenso periodo di aridità estiva che si prolunga dal mese di maggio a quello di agosto. Si può osservare, inoltre, per tale anno l'assenza di precipitazioni nel mese di gennaio.

Nell'anno 1994 le precipitazioni sono risultate variabili nella loro intensità anche per i mesi generalmente caratterizzati, nel climogramma della serie storica, da un grado costante ed elevato di piovosità. Tuttavia, a differenza del 1993, il periodo di aridità estiva nel 1994 non è risultato così intenso. Ne consegue che le variazioni di PAI osservate possono essere interpretate in relazione alle differenti condizioni climatiche dei due anni analizzati, che hanno visto in particolare per il 1993 una elevata condizione di aridità proprio nel periodo stagionale di massimo sviluppo vegetativo per la vegetazione mediterranea (Manes *et al.*, 1997b; Manes *et al.*, 1997c; Manes *et al.*, 1997d).

4. Conclusioni

L'analisi dell'indice di area vegetale (PAI) per le diverse tipologie vegetazionali esaminate all'interno della Tenuta di Castelporziano ha permesso di caratterizzare, per la prima volta in comunità mediterranee, le variazioni annuali, evidenziando la diversa risposta dell'accrescimento vegetativo alle condizioni climatiche.

La relazione sviluppata tra l'indice di vegetazione telerilevato e l'indice di area

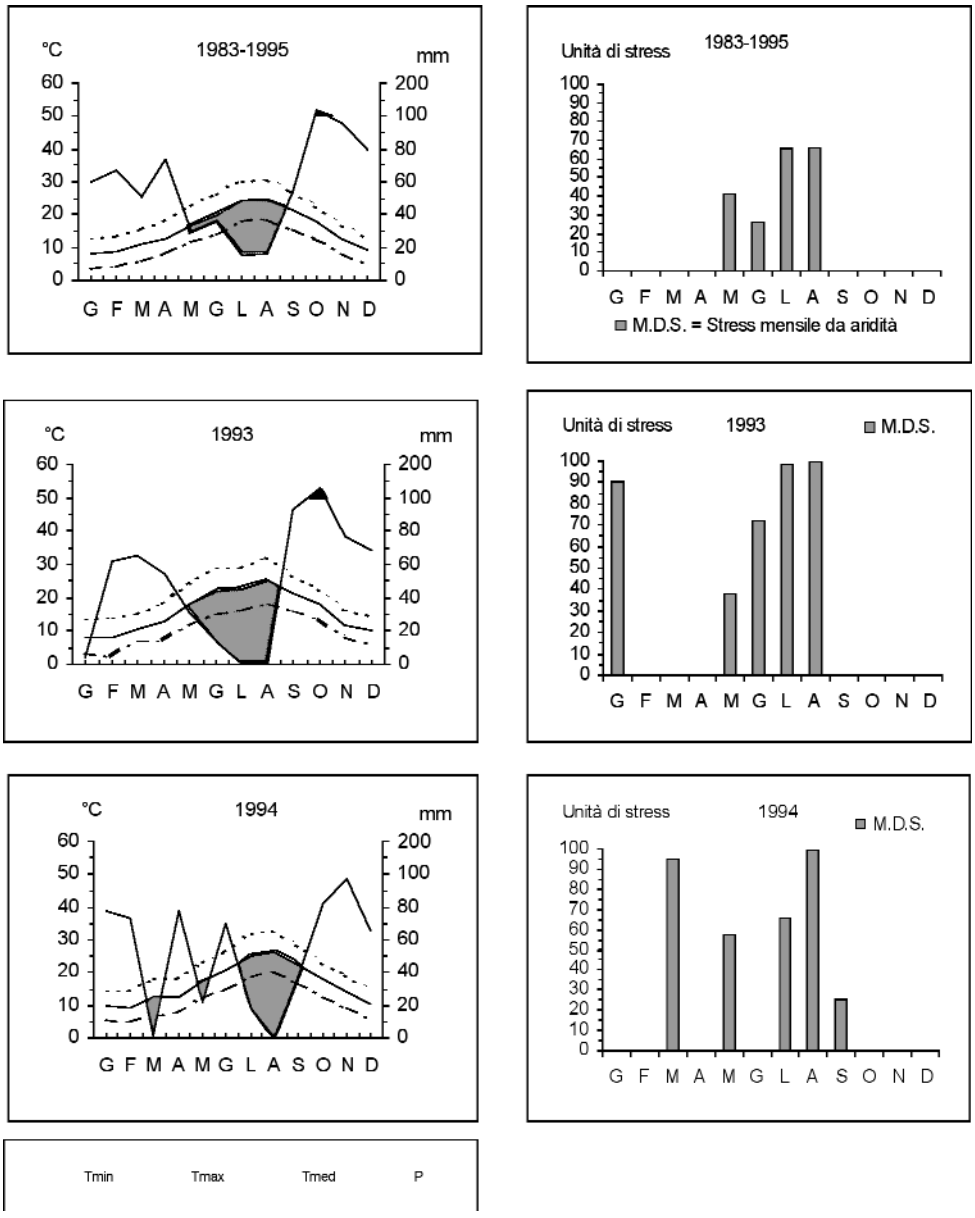


Fig. 5. Diagrammi di Bagnouls-Gaussen e di Mitrakos relativi ai dati climatici della stazione termo-pluviometrica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano per la serie storica 1983-1995 e per gli anni 1993 e 1994.

vegetale ha consentito l'analisi e la rappresentazione multitemporale della variabilità di caratteri strutturali e funzionali in ecosistemi mediterranei.

Il leccio, che rappresenta l'elemento fondamentale della foresta sclerofilla sempreverde, vegetazione climax della regione mediterranea, si mostra bene adattato alle condizioni di aridità che caratterizzano l'area di studio durante il periodo estivo. I valori di PAI da noi misurati risultano in accordo con quanto riportato recentemente da Damesin *et al.* (1998) in siti posti nel sud della Francia.

Oltre alla lecceta la formazione che, come atteso, è meglio adattata alle condizioni ambientali del sito è costituita dalla macchia mediterranea. Tale risposta può essere posta in relazione alle potenzialità di ricostituzione del *Quercetum ilicis* (Lucchese & Pignatti, 1990) nel settore più costiero del territorio studiato.

L'approccio sperimentale utilizzato in questo studio di integrazione di dati acquisiti a differente scala spaziale e temporale è risultato un valido strumento per caratterizzare dal punto di vista ecologico le diverse tipologie vegetazionali e per monitorare la risposta di tali fitocenosi a differenti condizioni climatiche.

Ringraziamenti

Questa ricerca, finanziata nell'ambito del «programma di monitoraggio ambientale di Castelporziano», è stata condotta anche con contributi del MURST e del CNR.

BIBLIOGRAFIA

CASACCHIA R., GUERRINI A., PETRANGELI A., SALVATORI R., IPPOLITI M., MATINO A., POLI U., ROCCHI V., CALISI A., CANFORA E., MANES F., *Analisi delle immagini telerilevate, indagini di campo e studi di bioindicazione: ricerche di base e dati di monitoraggio*. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC), 50-60 (1996).

CHEN J.M., *Optically-based methods for measuring seasonal variation of leaf area index in boreal conifer stands*, «Agricultural and Forest Meteorology», *80*, 135-163 (1996).

CORINE, *Land cover. Guide Tecniche*, CECA-CEE-CEEA, Bruxelles (1993).

DAMESIN C., RAMBAL S., JOFFRE R., *Co-occurce of trees with different leaf habit: a functional approach on Mediterranean oaks*, «Acta Oecologica», *19* (3), 195-204 (1998).

DEBLONDE G., PENNER M., ROYER A., *Measuring Leaf Area Index with the LI-COR LAI-2000 in pine stands*, «Ecology», *75* (5), 1507-1511 (1994).

DE LILLIS M., COSTANZO L., MENEGONI P., PIGNATTI S., MANES F., *La rigenerazione del bosco sempreverde e caducifoglio nell'area di Castelporziano: studio demografico*. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC), 237-244 (1997).

DUFRÊNE E., BRÈDA N., *Estimation of deciduous forest leaf area index using direct and indirect methods*, «Oecologia», *104*, 156-162 (1995).

FASSNACHT K.S., GOWER S.T., MACKENZIE M.D., NORDHEIM E.V., LILLESAND T.M., *Estimating the Leaf Area Index of North Central Wisconsin forests using the Landsat Thematic Mapper*, «Remote Sens. Environ.», *61*, 229-245 (1997).

FASSNACHT K.S., GOWER S.T., NORMAN J.M., MCMURTRIE R.E., *A comparison of optical and direct methods for estimating foliage area index in forests*, «Agricultural and Forest Meteorology», *71*, 183-207 (1994).

GIORDANO E., MACUZ A., SCARASCIA MUGNOZZA G.T., TINELLI A., *Effetto dei fattori ambientali sulla rinnovazione naturale dei querceti caducifogli.* Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC), 189-196 (1996).

GOWER S.T., KUCHARIK C.J., NORMAN J.M., *Direct and indirect estimation of Leaf Area Index, f_{APAR}, and Net Primary Production of terrestial ecosystems*, «Remote Sens. Environ.», *70*, 29-51 (1999).

GRIGNETTI A., SALVATORI R., CASACCHIA R., MANES F., *Mediterranean vegetation analysis by multitemporal satellite sensor data*, «International Journal of Remote Sensing», *18* (6), 1307-1318 (1997).

LUCCHESE F., PIGNATTI S., *Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo*, «Quad. Acc. Naz. Lincei», *264*, 4-48 (1990).

MANES F., ANSELMI S., CANFORA E., GIANNINI M., *Remote sensing analysis of mediterranean ecosystem canopies and upscaling studies*, in *Earth Surface Remote Sensing*, London 22-25 September 1997, EUROPTO Series, Proceedings of SPIE, *3222*, 246-252 (1997a).

MANES F., ANSELMI S., GIANNINI M., MELINI S., *Relationships between Leaf Area Index (LAI) and Vegetation Indices to analyze and monitor Mediterranean ecosystems*, in *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology* II. Barcelona, September 25-29, 2000, EUROPTO Series, Proceedings of SPIE, *4171*, 328-335 (2001a).

MANES F., ANSELMI S., GIANNINI M., MELINI S., *Remote sensing and field analysis of urban green in Rome*, in *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology* II. Barcelona, September 25-29, 2000, EUROPTO Series, Proceedings of SPIE, *4171*, 320-327 (2001b).

MANES F., ASTORINO G., VITALE M., LORETO F., *Morpho-functional characteristics of Quercus ilex L. leaves of different age and their ecophysiological behaviour during different seasons*, «Plant Biosystems», *131* (2), 149-158 (1997b).

MANES F., BLASI C., ANSELMI S., GIANNINI M., *A multiscale study to analyze the response of vegetation to climatic conditions*, International Symposium *Global Change and Protected Areas*, L'Aquila, 8-13 settembre 1999, pubblicato dalla Kluwer, in stampa.

MANES F., GRIGNETTI A., TINELLI A., LENZ R., CICCIOLI P., *General features of the Castelporziano test site*, «Atmos. Environ.», *31* (S1), 19SI-25SI (1997c).

MANES F., SEUFERT G., VITALE M., *Ecophysiological studies of Mediterranean plant species at the Castelporziano Estate*, «Atmos. Environ.», *31* (S1), 51SI-60SI (1997d).

MITRAKOS K., *A theory for Mediterranean plant life*, «Acta Oecologica, Oecol. Plant.», *1* (15), 245-252 (1980).

NORMAN J.M., CAMPBELL G.S., *Canopy structure*, in *Plant Physiological Ecology*, Pearcy *et al.*, Chapman and Hall (ed.), (1989).

PIGNATTI A., BIANCO P.M., TESCAROLLO P., *Lista dei Sintaxa Presenti a Castelporziano.* Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC), 270-280 (1998).

ROUSE J.W., HAAS R.H., SCHELL J.A., DEERING D.W., *Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS*, in Proceedings, *Third Earth resources Technology satellite-1*, Symposium, Greenbelt: NASA SP-351, 310-317 (1974).

WALTER H., *Vegetation of the Earth*, English Universities Press Ltd, London (1973).

WELLES, J.M., *Some indirect methods of estimating canopy structure*, «Remote Sensing Reviews», *5* (1), 31-43 (1990).

WELLES J.M., NORMAN J.M., *Instrument for indirect measurement of canopy architecture*, «Agronomy Journal», *83* (5), 818-825 (1991).

WHITE J.D., RUNNING S.W., NEMANI R., KEANE R.E., RYAN K.C., *Measurement and remote sensing of LAI in Rocky Mountain montane ecosystems*, «Canadian Journal of Forest Research», *27*, 1714-1727 (1997).

WHITE M.A., ASNER G.P., NEMANI R.R., PRIVETTE J.L., RUNNING S.W., *Measuring fractional cover and leaf area index in arid ecosystems: digital camera, radiation trasmittance, and laser altimetry methods*, «Remote Sensing of Environment», *74*, 45-57 (2000).

WHITTAKER R.H., LIKENS G.E., *Primary production: the biosphere and man*, «Human Ecology», *1*, 357-369 (1973).

LORETTA GRATANI* – PAOLA PESOLI*
MARIA FIORE CRESCENTE* – ALEANDRO TINELLI**

Analisi della struttura di *Pinus pinea* L. in funzione dell'età: variazione dell'indice di area fogliare (LAI) e della morfologia degli aghi

Sommario - Sono stati esaminati i rimboschimenti a *Pinus pinea* L. presenti all'interno della Tenuta di Castelporziano. È stata valutata l'influenza della densità e dell'età sull'indice di area fogliare (LAI). Le pratiche colturali riducono la densità della popolazione consentendo il naturale sviluppo della struttura arborea. Mediamente fra i 15 ed i 34 anni di età si determina un incremento del volume della chioma del 95% e l'area basimetrica complessiva passa da 7.1 a 13.5 m^2 ha^{-1}. Il LAI varia in funzione della densità e dell'età, raggiungendo il valore più elevato (3.1) a 34 anni. I caratteri morfologici analizzati variano significativamente fra gli aghi dell'anno corrente e quelli dell'anno precedente. Il peso per unità di lunghezza degli aghi (SNW) risulta essere il parametro più rappresentativo della morfologia fogliare.

Abstract - *Analysis of* Pinus pinea *L. structure at different age: leaf area index (LAI) and needle morphology variations.* Reafforestations of *Pinus pinea* L. inside the Presidential Estate of Castelporziano were examined. The influence of stand density and stand age on leaf area index (LAI) was analysed. Silvicultural practices reduce plant density favouring the natural evolutive pattern of Pine. The largest structural changes are observed between 15 and 34 year old stands, by stem elongation and the increased canopy volume. LAI is in relationship with stand density and tree age. The highest LAI is reached at 34 year old stands. Needle morphology varies significantly between current and one-year-old-needles. Specific needle weight (SNW) is the most representative trait of needle morphology.

Key Words: *Pinus pinea* L. reafforestations; stand structure; LAI; needle morphology.

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma «La Sapienza».
** Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma.

1. Introduzione

L'ecosistema forestale, nel corso della sua evoluzione, subisce numerosi cambiamenti strutturali a causa delle interazioni competitive che si determinano fra gli individui dei diversi strati (Jack e Long, 1991).

In particolare, le caratteristiche strutturali delle foglie dello strato dominante influenzano la trasmissione della luce agli strati sottostanti; di conseguenza, strutture forestali diverse rappresentano modi diversi di utilizzazione della luce (Yamamura, 1984; 1986), con implicazioni sugli scambi gassosi (Konings, 1989; Ellsworth e Reich, 1992), sul tasso di accrescimento (Poorter e Remkes, 1990), sulla capacità di rigenerazione (Maranon e Grubb, 1993) e quindi sulla produttività. Le caratteristiche strutturali delle foglie, che sono specie-specifiche, possono essere utilizzate per definire il gruppo funzionale di appartenenza e per ipotizzare la risposta delle specie alle variazioni dei fattori ambientali (Westoby, 1998). L'elevato valore della consistenza fogliare che, ad esempio, si riscontra nelle specie sempreverdi, è indice di una notevole presenza di fibre e composti del metabolismo secondario (Kikuzawa, 1995; Larcher, 1995; Gratani e Bombelli, 1999) e la sua variazione stagionale è indicativa della dinamica delle riserve fogliari (Yamamura, 1984; 1986; Koizumi, 1985). Le caratteristiche strutturali delle foglie hanno un'influenza notevole sulla funzionalità dell'ecosistema (Garnier *et al.*, 1999) e sull'indice di area fogliare (LAI); il LAI è ampiamente utilizzato per descrivere la struttura dell'ecosistema e valutarne lo stato funzionale (Waring, 1983; 1985; Sampson e Allen, 1995; Gratani e Frattaroli, 1996; Gratani e Foti, 1998).

Stime accurate di LAI possono essere utilizzate per lo sviluppo di modelli di produttività (Gholz, 1982; Schroeder *et al.*, 1982; Sampson e Allen, 1995), poiché forniscono informazioni sulla distribuzione degli organi vegetali nello spazio (Parker *et al.*, 1989; Welles e Norman, 1991). In particolare, per i boschi di conifere, sono state identificate relazioni significative fra il LAI e l'aumento in volume del fusto (McLeod e Running, 1988) e fra il LAI e l'area basale dell'alburno (Schroeder *et al.*, 1982; Marshall e Waring, 1986; Hungerford, 1987; McLeod e Running, 1988).

In tale ottica lo scopo del presente lavoro è stato quello di analizzare le formazioni a *Pinus pinea* L. presenti all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (S-SW di Roma, Lazio), valutare le variazioni che si determinano nel corso dell'evoluzione della struttura e le variazioni morfologiche degli aghi in funzione dell'età.

2. Materiali e metodi

I rimboschimenti a *Pinus pinea* L. presenti nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano ricoprono 678 ha (Fig. 1); il 18% sono di età compresa fra 1 e 30 anni, il 41% fra 31 e 60 anni, il 40% fra 61 e 120 anni e l'1% sono di età superiore a 120 anni (Fig. 2). La densità della popolazione varia da 1600 individui ha^{-1} nelle

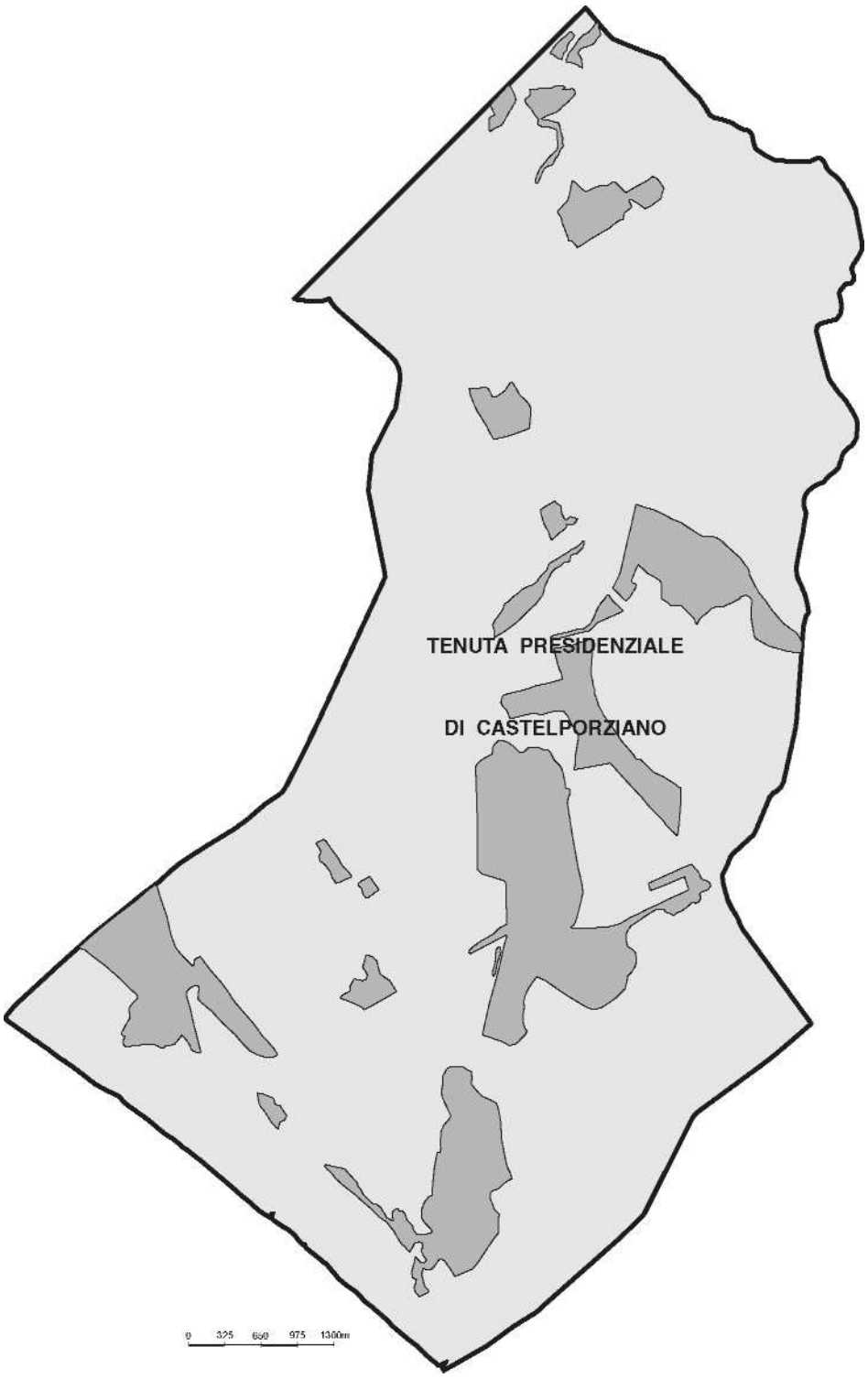


Fig. 1. Distribuzione dei rimboschimenti a *Pinus pinea* all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

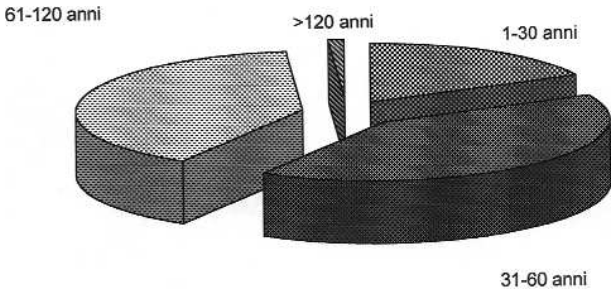


Fig. 2. Distribuzione dei rimboschimenti a *Pinus pinea* in base all'età.

formazioni più giovani a 74 individui ha^{-1} nelle più vecchie (Fig. 3). Sono state analizzate pinete di 15, 27, 34 e 104 anni di età, nell'ambito del Piano di Gestione dei boschi e dei pascoli della Tenuta di Castelporziano 1988-1997.

Nel mese di Luglio 1999 è stata condotta l'analisi strutturale in tre pinete per ciascuna età considerata, omogenee e sottoposte agli stessi trattamenti selvicolturali, utilizzando aree di saggio di 400 m^2 ciascuna (4 per ciascuna pineta considerata) in accordo a Newbould (1967) e Aber (1979). In ciascuna area è stato misurato il diametro a 1.30 m e l'area di insidenza della chioma per tutti gli individui presenti e sono state calcolate inoltre la densità e l'area basimetrica totale. In ogni area sono

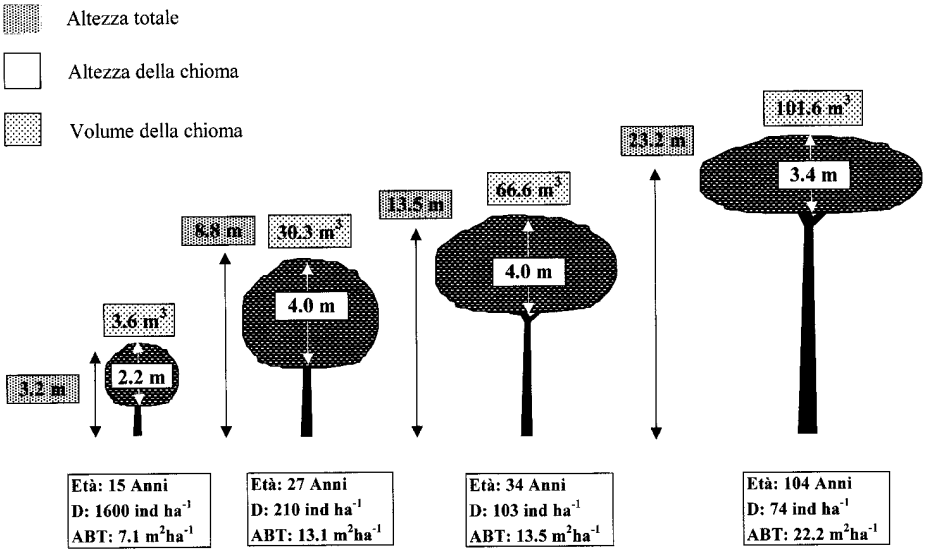


Fig. 3. Variazioni strutturali di *Pinus pinea* in relazione all'età e alla densità (D) delle aree di saggio. (ABT = area basimetrica totale).

stati tagliati tre individui rappresentativi e misurate: l'altezza totale e l'altezza di inserzione della chioma. È stato calcolato lo spessore della chioma (altezza totale – altezza di inserzione della chioma) ed il volume della chioma (area di insidenza x spessore) (Calamini *et al.*, 1988).

L'indice di area fogliare è stato misurato mediante il LAI-2000 Plant Canopy Analyser (Li-cor, Inc., Lincoln, Nebrasca, USA, in accordo a Welles e Norman (1991), Brenner *et al.* (1995), Welles e Cohen (1996). È stato applicato il fattore di correzione proposto da Stenberg *et al.* (1994) per i boschi di conifere.

In ciascuna area sono stati prelevati gli aghi (5 per ogni campione) dell'anno corrente e dell'anno precedente (Kimura, 1992) dalla porzione media esterna della chioma di 4 individui rappresentativi della popolazione. Sono stati determinati: il peso fresco, il peso secco (dopo permanenza in stufa a 80°C fino a peso costante), la lunghezza e la proiezione della superficie degli aghi, mediante il sistema Image Analysis System, Delta-T Devices, England in accordo a Troeng e Linder (1982). È stato misurato lo spessore fogliare mediante un calibro digitale. Sono stati quindi ricavati i seguenti indici: lo SLW (rapporto fra il peso secco e la proiezione della superficie degli aghi) e lo SNW (rapporto fra il peso secco e la lunghezza degli aghi; Kimura, 1992).

L'analisi statistica è stata effettuata utilizzando il software «Statistica» (StatSoft, USA). In particolare, i dati relativi alla caratterizzazione morfologica fogliare sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA), al Tukey test per comparazioni multiple ed al test F. È stata effettuala l'analisi di regressione fra tutti i parametri morfologici analizzati.

3. Risultati

Le variazioni strutturali più rilevanti legate all'età si osservano intorno ai 34 anni (Fig. 3), poichè cambia sostanzialmente il rapporto altezza totale/altezza della chioma: l'altezza della chioma a 15 anni rappresenta il 69% dell'altezza totale, a 34 anni il 30% ed a 104 anni il 15%. Il controllo della densità delle particelle viene effettuato con tagli periodici; mediamente dai 15 ai 34 anni il numero di individui per ettaro si riduce del 94%, consentendo uno sviluppo individuale equilibrato ed un incremento del 95% del volume della chioma; l'area basimetrica complessiva passa da 7.1 a 13.5 m^2 ha^{-1} con un incremento del 47%. A 104 anni il volume della chioma raggiunge 101.6 m^3.

Il LAI varia in relazione alla densità ed all'età (Fig. 4), ovvero in relazione alle variazioni strutturali del sistema: valori elevati (2.2) si osservano nelle giovani pinete (15 anni) caratterizzate da una elevata densità (1600 individui ha^{-1}), valori più bassi nelle pinete di 27 anni (0.9) in relazione ad una notevole riduzione della densità (87%). Il LAI raggiunge il valore più elevato (3.1) nelle pinete di 34 anni in relazione all'aumento del volume della chioma, per subire una riduzione del 52% nelle pinete di 104 anni a causa di una ulteriore riduzione della densità (28%).

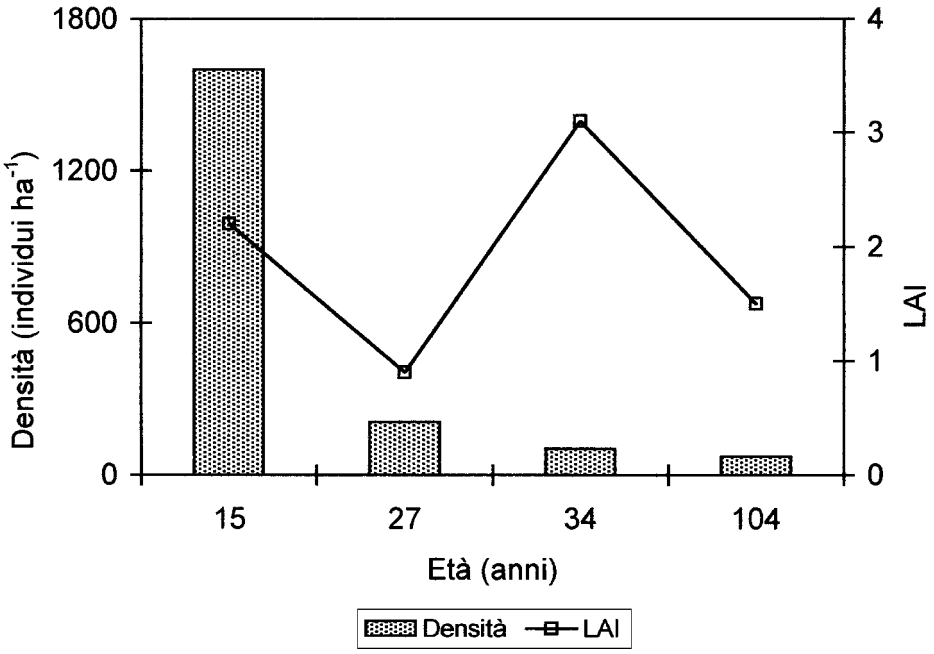


Fig. 4. Andamento dell'indice di area fogliare (LAI) in relazione alla densità e all'età.

L'analisi morfologica condotta sugli aghi mostra differenze significative ($p < 0.001$) tra gli aghi dell'anno corrente (1) e quelli dell'anno precedente (2) per tutti i caratteri esaminati (Tab. 1). La superficie, la lunghezza e lo spessore degli aghi più vecchi risultano rispettivamente più elevati del 56%, del 47% e del 15% rispetto a quelli degli aghi dell'anno corrente. Le differenze maggiori si riscontrano nello SNW; il valore del test F è risultato particolarmente elevato (1831), a conferma del fatto che le medie dei due gruppi (1 e 2) sono notevolmente differenti. I valori di SNW più elevati si riferiscono agli aghi più vecchi (> del 33% rispetto a quelli dell'anno corrente). Lo SLW mostra i valori più elevati (mediamente del 18%) nelle foglie più vecchie.

L'analisi di regressione ha evidenziato relazioni significative ($p < 0.001$) fra i parametri esaminati (Fig. 5); in particolare la lunghezza degli aghi è strettamente correlata alla superficie ($r = 0.82$), lo spessore della lamina alla lunghezza ($r = 0.84$), al peso secco ($r = 0.83$), allo SLW ($r = 0.80$) ed allo SNW ($r = 0.84$). Lo spessore della lamina risulta essere il parametro più rappresentativo della struttura fogliare.

Tab. 1. *Caratteristiche morfologiche degli aghi di* Pinus pinea *dell'anno corrente (1) e dell'anno precedente (2).* S = proiezione della superficie; PS = peso secco; L = lunghezza; SNW = rapporto fra il peso secco e la lunghezza; SLW = rapporto fra il peso secco e la proiezione delle superficie; Sp = Spessore.

Aree di		15 anni	27 anni	34 anni	104 anni	Media	F
S (cm^2)	1	1.3±0.2	1.1±0.2	1.2±0.2	1.2±0.1	1.2±0.2	1309,7
	2	2.7±0.1	2.3±0.4	2.8±0.4	2.9±0.3	2.8±0.4	
PS (mg)	1	41.8±4.2	36.7±2.2	41.6±5.2	41.4±3.9	40.8±4.2	1741,4
	2	111.9±5.6	96.4±16.1	119.6±12.9	118.7±12.4	114.7±17.2	
L (mm)	1	7.0±0.5	5.8±0.3	6.9±0.6	6.5±0.4	6.6±0.6	1533,5
	2	11.7±0.4	10.9±1.1	12.5±0.9	12.9±0.8	12.4±1.4	
SNW ($mg\ cm^{-1}$)	1	6.0±0.3	6.3±0.1	6.0±0.4	6.3±0.3	6.2±0.3	1831,2
	2	9.6±0.4	8.8±0.6	9.5±0.4	9.2±0.4	9.2±0.6	
SLW ($mg\ cm^{-2}$)	1	32.8±1.6	33.7±3.9	35.7±1.8	35.3±1.7	33.9±2.0	707,6
	2	41.5±0.9	41.3±1.4	42.4±1.7	40.5±1.1	41.2±1.9	
Sp (mm)	1	1.17±0.04	1.16±0.04	1.19±0.04	1.20±0.05	1.18±0.50	639,6
	2	1.35±0.03	1.35±0.06	1.40±0.04	1.37±0.06	1.38±0.58	

4. Discussione

La struttura di un rimboschimento di conifere differisce da quella di un bosco naturale di latifoglie, che è controllata dall'interazione delle diverse specie coinvolte, dalle loro caratteristiche dimensionali e dalla morfologia fogliare.

Nel caso di sistemi artificiali sono gli interventi selvicolturali a determinare le maggiori variazioni strutturali: la frequenza e l'intensità degli interventi hanno lo scopo di favorire lo sviluppo armonico delle chiome per incrementare la produttività ed assicurare la rinnovazione (Calamini *et al.*, 1988). La chioma costituisce la sede principale o esclusiva di alcuni processi biologici fondamentali come la fotosintesi, che determina l'accumulo della biomassa.

Nelle pinete in esame sono state osservate variazioni strutturali significative in relazione alla densità ed all'età. Tali variazioni si riflettono sull'indice di area fogliare (LAI) che, di conseguenza, esprime il cambiamento nella geometria delle forme, che si osserva sostanzialmente fra i 15 ed i 34 anni, con un rilevante allungamento del fusto ed un sostanziale incremento del volume della chioma.

La longevità degli aghi di pino è di circa due anni e mezzo (Cabanettes e Rapp,

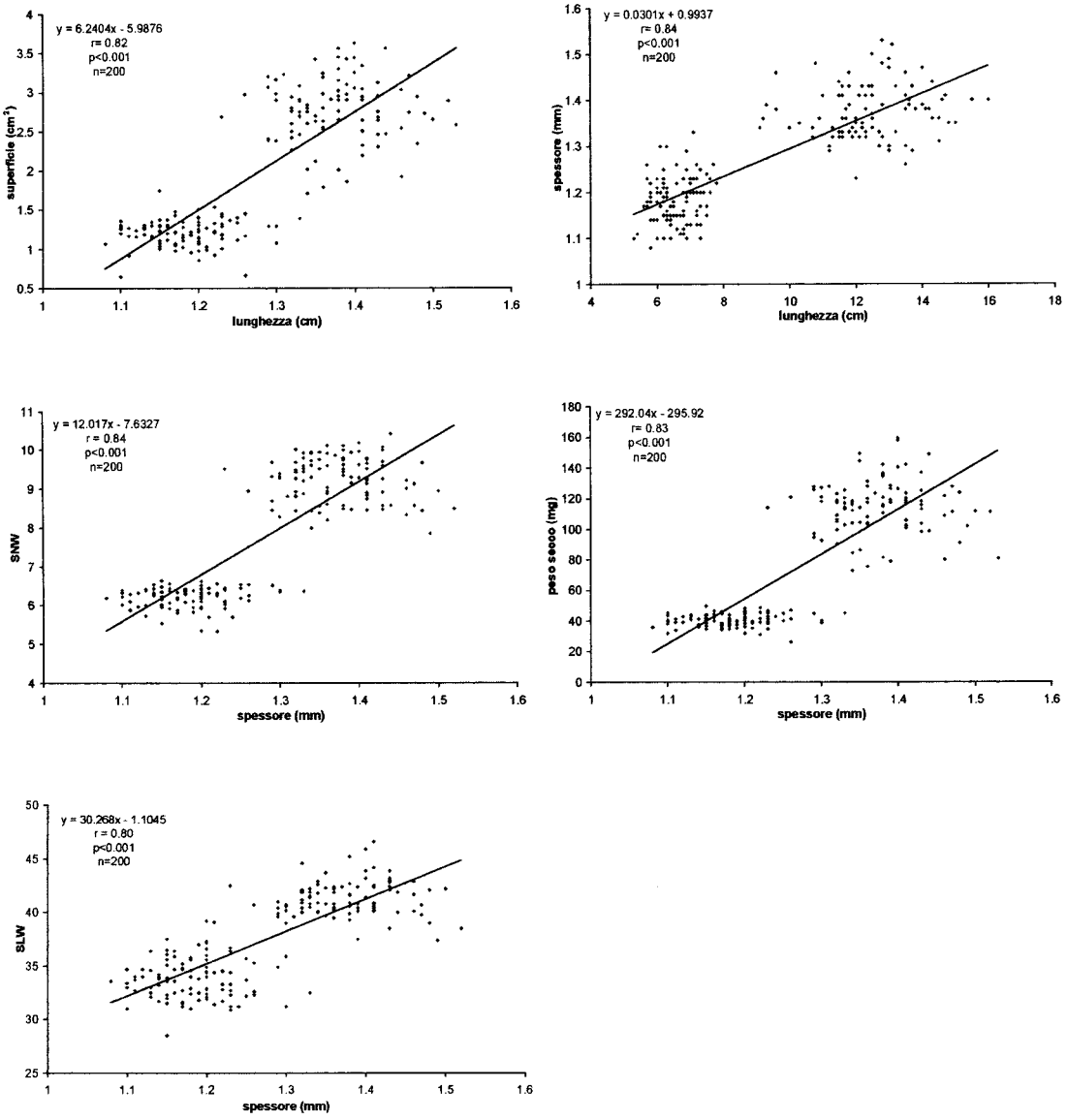


Fig. 5. Analisi di regressione fra i parametri morfologici deli aghi.

1981); sono state osservate variazioni morfologiche significative fra gli aghi dell'anno corrente e quelli dell'anno precedente per quanto riguarda la lunghezza, il peso e la consistenza fogliare. I valori, in assoluto più elevati di SLW, per entrambe le categorie di aghi esaminati, si riferiscono alle pinete di 34 anni, probabilmente in relazione alla capacità di accumulo della biomassa fogliare che risulta massima nelle strutture forestali di circa 40 anni di età (Cabanettes e Rapp, 1981).

È noto che le foglie delle specie sempreverdi nelle Regioni temperate accumulano riserve in autunno ed in inverno per trasportarle alle nuove gemme prima del periodo di attività vegetativa (Ericsson, 1978; 1979; Moore, 1980; Yamamura, 1986; Gratani e Crescente, 1997).

Lo SNW (peso secco per unità di lunghezza degli aghi), che è generalmente utilizzato per indicare l'accumulo e il trasporto delle riserve nelle conifere (Yamamura, 1984; Koizumi, 1985), è risultato più idoneo, rispetto allo SLW, a sottolineare differenze negli aghi di diversa età. I valori più elevati di SNW si riferiscono agli aghi più vecchi, che rappresentano una fonte di fotosintati utilizzabile al momento della formazione dei nuovi germogli (Kimura, 1992) o nei momenti di stress (Gratani e Frattaroli, 1995). In *Pinus sylvestris*, ad esempio, la traslocazione degli assimilati dalle foglie vecchie alle nuove cessa soltanto quando queste ultime hanno raggiunto circa il 50% della loro lunghezza definitiva (Ericsson, 1978; 1979; Troeng e Linder, 1982).

La disponibilità delle risorse fogliari influenza l'accumulo di biomassa fogliare e quindi il LAI (Stenberg *et al.*, 1999). Carenze nutrizionali o variazioni delle condizioni climatiche (ad esempio l'aumento dell'aridità) possono determinare variazioni nell'accumulo di massa legnosa del fusto e delle radici piuttosto che di massa fogliare, con ripercussioni negative sul LAI (De Lucia *et al.*, 1988; Korner e Arnone III, 1992).

Poiché la valutazione delle caratteristiche strutturali delle chiome rappresenta un criterio guida di particolare importanza nella programmazione degli interventi selvicoltorali (Calamini *et al.*, 1988), il LAI, esprimendo in modo sintetico tali caratteristiche, può essere agevolmente utilizzato per il monitoraggio. La variazione delle caratteristiche morfologiche fogliari, in particolare dello SNW, può essere utilizzata per verificare lo stato funzionale in boschi di conifere.

BIBLIOGRAFIA

ABER J.D., *A method for estimating foliage-height profiles in broad-leaved forests*, «J. Ecol.», *67*, 35-40 (1979).

BRENNER A.J., CUETO ROMERO M., GARCIA HARO J., GILABERT M.A., INCOLL L.D., MARTINEZ FERNANDEZ J., PORTER E., PUGNAIRE F.I., YOUNIS M.T., *A comparison of direct and indirect methods for measuring leaf and surface areas of individual bushes*, «Plant Cell Environ.», *18*, 1332-1340 (1995).

CABANETTES A., RAPP M., *Biomasse, minéralomasse et productivité d'un écosystème à pinus pignons* Pinus pinea *L. du littoral méditerranéen*, «Acta Oecol.», *2*, 381-394 (1981).

CALAMINI G., GREGORI E., HERMANIN L., LOPRESTI R., *Studio di una faggeta dell'Appennino pistoiese. Ulteriori indagini su biomassa e produzione primaria netta: distribuzione nelle componenti delle chiome*, «Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali», 37, 373-399 (1988).

DE LUCIA E.H., SCHLESINGER W.H., BILLINGS W.D., *Water relations and the maintenance of Sierran conifers on hydrothermally altered rock*, «Ecology», *69*, 303-311 (1988).

ELLSWORTH D.S., REICH P.B., *Leaf mass per area, nitrogen content and photosynthetic carbon gain in* Acer saccharum *seedlings in contrasting forest light environments*, «Funct. Ecol.», *6*, 423-435 (1992).

ERICSSON A., *Seasonal changes in translocation of ^{14}C from different age-classes of needles on 20-year-old scots pine trees* (Pinus sylvestris), «Physiol. Plant.», *43*, 351-358 (1978).

ERICSSON A., *Effect of fertilization and irrigation on the seasonal change of carbohydrate reserves in different age-classes of needles on 20 year old scots pine tree* (Pinus sylvestris), «Physiol. Plant.», *45*, 270-280 (1979).

GARNIER E., FARRAR J., POORTER H., DALE, J., *Editorial*, «New. Phytol.», *143*, 1-2 (1999).

GHOLZ H.L., *Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area, and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest*, «Ecology», *63*, 469-481 (1982).

GRATANI L., FRATTAROLI A.R., *Analisi strutturale e morfologica fogliare di alcune aree rimboschite a* Pinus nigra *Arn. nell'Appennino Abruzzese*, «Arch. Geobot.», *1*, 143-152 (1995).

GRATANI L., FRATTAROLI A.R., *Il rimboschimento nell'Alta Valle dell'Aterno. Metodologie di valutazione*. In: B. Cicolani (ed.), *Monitoraggio Biologico del Gran Sasso*, Andromeda Editrice, 1996, pp. 322-325.

GRATANI L., FOTI I., *Estimating forest structure and shade tolerance of the species in a mixed deciduous broad-leaved forest in Abruzzo, Italy*, «Ann. Bot. Fennici», *35*, 75-83 (1998).

GRATANI L., CRESCENTE M.F., *Phenology and leaf adaptive strategies of Mediterranean maquis plants*, «Ecol. Medit.», *23*, 11-19 (1997).

GRATANI L., BOMBELLI A., *Correlation between leaf age and other leaf traits in three Mediterranean maquis shrub species:* Quercus ilex, Phillyrea latifolia *and* Cistus incanus, «Environ. Exp. Bot.», *43*, 141-153 (1999).

HUNGERFORD R.D., *Estimation of foliage area in dense Montana lodgepole pine stands*, «Can. J. For. Res.», *17*, 320-324 (1987).

JACK S.B., LONG J.N., *Structure, production and leaf area dynamics: a comparison of lodgepole pine and sunflower*, «Ann. Bot.», *68*, 247-252 (1991).

KIKUZAWA K., *The basis for variation in leaf longevity of plants*, «Vegetatio», *121*, 89-100 (1995).

KIMURA M., *Seasonal change in specific needle weight of* Pinus thunbergii, «Ecol. Res.», *7*, 199-202 (1992).

KOIZUMI H., *Studies on the life history of an evergreen herb,* Pyrola japonica*, population on a forest floor in a warm temperate region.* I. *Growth, net production and matter economy*, «Bot. Mag. Tokjo», *98*, 383-392 (1985).

KONINGS H., *Physiological and morphological differences between plants with a high NAR or a high LAR as related to environmental conditions.* In: H. Lambers, M.L. Cambridge, H. Konings, T.L. Pons (eds.), *Causes and Consequences of Variations in Growth Rate and Productivity of Higher Plants*, Academic Publishing, The Hague, 1989, pp. 101-123.

KORNER C., ARNONE III J.A., *Responses to elevated carbon dioxide in artificial tropical ecosystems*, «Science», *257*, 1672-1675 (1992).

LARCHER W., *Physiological Plant Ecology*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.

MARANON T., GRUBB P.J., *Physiological basis and ecological significance of the seed size-relative growth rate relationship in Mediterranean annuals*, «Funct. Ecol.», *7*, 591-599 (1993).

MARSHALL J.D., WARING R.H., *Comparison of methods of estimating leaf-area index in old-growth douglas-fir*, «Ecology», *67*, 975-979 (1986).

McLeod S.D., Running S.W., *Comparing site quality indices and productivity in ponderosa pine stands of western Montana*, «Can. J. For. Res.», *18*, 346-352 (1988).

Moore P., *The advantages of being evergreen*, «Nature», *285*, 535 (1980).

Newbould, P.J., *Primary Production of Forests*, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh, 1967.

Parker G.G., O'Neill J.P., Higman J.P., *Vertical profile and canopy organization in a mixed deciduous forest*, «Vegetatio», *85*, 1-11 (1989).

Poorter H., Remkes C., *Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate*, «Oecologia», *83*, 553-559 (1990).

Sampson D.A., Allen H.L., *Direct and indirect estimates of leaf area index (LAI) for lodgepole and loblolly pine stands*, «Trees», *9*, 119-122 (1995).

Schroeder P.E., McCandish B., Waring R.H., Perry D.A., *The relationship of maximum canopy leaf area to forest growth in eastern Washington*, «Northwest Science», *56*, 121-130 (1982).

Stenberg P., Linder S., Smolander H., Flower-Ellis J., *Performance of the LAI-2000 plant canopy analyzer in estimating leaf area index of some scots pine stands*, «Tree Physiol.», *14*, 981-995 (1994).

Stenberg P., Kangas T., Smolander H., Linder S., *Shoot structure, canopy openness, and light interception in norway spruce*, «Plant Cell Environ.», *22*, 1133-1142 (1999).

Troeng E., Linder S., *Gas exchange in a 20-year-old stand of scots pine*, «Physiol. Plant.», *54*, 15-23 (1982).

Waring R.H., *Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area*, «Adv. Ecol Res.», *13*, 327-354 (1983).

Waring R.H., *Imbalanced forest ecosystems: assessments and consequences*, «Forest Ecol Manag.», *12*, 93-112 (1985).

Welles J.M., Norman J.M., *Instrument for indirect measurement of canopy architecture*, «Agron. J.», *83*, 818-825 (1991).

Welles J.M., Cohen S., *Canopy structure measurement by gap fraction analysis using commercial instrumentation*, «J. Exp. Bot.», *302*, 1335-1342 (1996).

Westoby M., A *leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme*, «Plant Soil», *199*, 213-227 (1998).

Yamamura Y., *Matter production processis of* Reineckia carnea *Kunth, an evergreen forest floor herb in the warm-temperate region of Japan*, «Bot. Mag. Tokjo», *97*, 179-191 (1984).

Yamamura Y., *Matter-economical roles of the evergreen foliage of* Aucuba japonica*, an understory shrub in the warm-temperate region of Japan*. I. *Leaf demography, production and dry matter economy*, «Bot. Mag. Tokyo», 99, 323-332 (1986).

MANUELA DE LILLIS ** – LAURA COSTANZO * – PATRIZIA MENEGONI *
SANDRO PIGNATTI * – FAUSTO MANES *

La rigenerazione del bosco sempreverde e caducifoglio nell'area di Castelporziano

Sommario – In questo studio vengono confrontati due tipi di bosco, quello sempreverde di *Quercus ilex* e quello caducifoglio di *Quercus cerris*. Dal dicembre 1994 al novembre 1996 sono state studiate le variazioni demografiche che le diverse popolazioni presentano nel corso del tempo ed il loro comportamento fenologico. In ciascun tipo di bosco, all'interno di un'area di circa 200 mq, recintata nel novembre 1994, sono stati realizzati otto quadrati permanenti di quattro mq ciascuno. All'interno di ogni quadrato le plantule sono state contrassegnate e con scadenza mensile è stata rilevata la densità, la natalità, la mortalità e per ciascuna plantula è stata rilevata la fenologia relativa all'altezza, al numero delle foglie e allo stadio vegetativo. Nel dicembre 1995 venti ghiande di ciascuna delle due querce sono state piantate in un'area nuda, precedentemente arata ed è stata osservata la percentuale di germinazione e l'attività di crescita. I risultati evidenziano un diverso comportamento demografico delle due specie studiate. Nella popolazione di *Q. ilex* la natalità è zero e la mortalità è molto contenuta; la densità diminuisce del 30% da agosto a novembre; in quella di *Q. cerris* la natalità è molto elevata, la mortalità è ridotta, e la densità aumenta nel corso dell'anno del 50%. Nel sottobosco l'attività vegetativa delle plantule di *Q. cerris* è più precoce: inizia a febbraio e raggiunge il massimo ad aprile. Il leccio è più tardivo: inizia ad aprile e raggiunge il massimo in giugno. In piena luce il tasso di germinazione e la sopravvivenza delle plantule è elevato in entrambe le specie, ma l'attività di crescita è diversa: l'altezza di *Q. ilex* supera del 50% quella di *Q. cerris*.

Abstract – *Evergreen and deciduous forest renewal in the area of Castelporziano*. In this study two forest types have been compared i.e. evergreen forest of *Quercus ilex* and deciduous forest of *Quercus cerris*. Demographic changes and phenology of different population, from december 1994 to november 1996, have been studied. Eight permanent plots, four mq each, have been established in a 200 mq area, free from grazing from 1994. In each plot seedlings were labeled and data on their density, natality and mortality were taken monthly;

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma «La Sapienza».
** Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise (Isernia).

height of seedlings, number of leaves and growth rate were also measured. Twenty acorns of each oak species were sown up in december 1995 on bare soil; seedlings germination and growth activity were observed. Changes in demography of the two seedlings population were different i .e. natality was lacking in *Q.ilex* population and mortality was very low; a 30% decrease of density from august to november was evidentiated; by contrast natality was very high in *Q.cerris* population while mortality was low so that a 50% increase of density.

Growth activity of *Q.cerris* seedlings measured in the understorey, began on February, earlier than *Q.ilex*, and peaked in April; *Q.ilex* grew later on, from April, and peaked in June.

Germination rate and survival in open habitat was high in both species while growth rate was different i.e. height of *Q.ilex* overcame 50% that of *Q.cerris* seedlings.

Introduzione

La rigenerazione del bosco costituisce un problema ecologico di notevole importanza dal momento che da essa dipende la stabilità del sistema forestale. Il rinnovo di una comunità forestale può essere seguito attraverso studi della demografia delle popolazioni di specie presenti. Studi demografici di una popolazione, infatti, forniscono utili informazioni sulla dinamica di una comunità e indicano quali stadi del ciclo vitale siano responsabili del tasso di rigenerazione (Harvey, 1985).

I fattori che determinano la rigenerazione del sistema forestale sono la presenza di siti adatti alla germinazione (Naylor, 1985) e la sopravvivenza delle giovani plantule. Queste ultime per sopravvivere, devono svilupppare strategie adattive, che consentano loro di tollerare gli stress ambientali eventualmente presenti, oltre che superare la competizione intra ed interspecifica (Allier *et al.*, 1981; Matsuda *et al.*, 1989). Generalmente il fattore maggiormente limitante la sopravvivenza delle giovani plantule, nel sistema forestale, è la luce, che a causa del notevole sviluppo della chioma degli individui adulti, risulta essere fortemente ridotta. Per questo motivo la rigenerazione del sistema forestale è generalmente attribuita alla formazione di aree aperte, che si rendono disponibili per nuove comunità vegetali in successione, in seguito alla caduta degli alberi o dei rami più vecchi (Sarhukan *et al.*, 1985).

Le caratteristiche ecologiche delle giovani plantule di *Quercus* sono alla base della dinamica delle quercete. Qualora le condizioni ambientali rimangano inalterate, il rinnovo di una lecceta o di un querceto misto è affidato alla sostituzione degli stadi maturi e senescenti con quelli giovanili, in modo tale che il bosco abbia esemplari della stessa specie con classi di età differenti. I diversi stadi si alternano così nello stesso sito con un turnover successionale tale da garantire la continuità del bosco e mantenere l'identità floristica della comunità, seppure con contrazioni ed espansioni della copertura.

Le querce caducifoglie e sempreverdi presentano caratteristiche ecologiche differenti che sono alla base della diversa distribuzione sul territorio e hanno suggerito modelli di gestione dei boschi mediterranei attraverso l'uso del fuoco

(Blumer, 1990). Tuttavia le differenze ecologiche esistenti tra l'individuo adulto e la plantula non sono state investigate nella maggior parte delle specie forestali.

Il bosco sempreverde e quello caducifoglio, nella Tenuta di Castelporziano, sono caratterizzati da una marcata senescenza: la comunità è costituita da individui di circa 150 anni, mancano individui di età intermedia. Le giovani plantule infatti non sopravvivono a lungo. Recenti studi sul querceto caducifoglio di quest'area (Giordano, 1992) indicano come probabili cause della moria delle plantule lo stress idrico dovuto all'abbassamento della falda, la pressione degli ungulati e la scarsa luminosità del sottobosco. In questo studio sono stati presi in considerazione due tipi di bosco, quello sempreverde a *Quercus ilex* e quello misto caducifoglio a *Quercus cerris*.

Lo scopo è quello di valutare attraverso la dinamica di popolazione delle giovani plantule e il comportamento fenologico la rigenerazione del bosco nelle due comunità considerate.

Le differenti caratteristiche ecologiche delle due specie possono suggerire adeguati modelli di gestione di queste formazioni forestali.

Per le notevoli differenze edafiche esistenti all'interno della Tenuta è possibile la coesistenza in un'area relativamente ristretta di due formazioni forestali che abitualmente occupano due fasce di vegetazione ben distinte lungo il gradiente altitudinale del vicino Appenino. Il bosco sempreverde di leccio si sviluppa più vicino alla costa, sui suoli superficiali della duna giovane, mentre nell'entroterra sui suoli profondi della duna antica si sviluppa il querceto caducifoglio.

Area di studio e metodi

Le aree prescelte per lo studio sono state recintate nel luglio del 1994, allo scopo di evitare l'eventuale danneggiamento delle giovani plantule da parte della fauna presente. L'area a *Quercus ilex*, caratterizzata da uno strato arboreo di circa 25 m ed una copertura del 90%, si estende per circa 176 mq ed è situata nella località «Tellinari». Nell'area a *Quercus cerris*, che copre circa 280 mq e si trova nella località «Figurone», lo strato arboreo raggiunge circa 20 m ed ha una copertura del 90%.

In ciascuna delle due aree sono state considerate otto quadrati di 2m x 2 all'interno dei quali ciascuna plantula è stata contrassegnata. Oltre ai dati demografici, riguardanti il numero di plantule presenti, quello delle plantule germinate e quello delle plantule morte, sono stati rilevati con scadenza mensile, per ciascuna plantula marcata, dati fenologici (Schirone *et al.*, 1989) relativi all'altezza, al numero delle foglie e allo stadio vegetativo secondo la chiave di Puppi *et al.* (1985).

È stata inoltre realizzata un'area sperimentale nella località «il Canile» dove, in pieno sole, su terreno nudo e precedentemente arato, ad una distanza di 40 cm l'una dall'altra e ad una profondità inferiore a 10 cm, sono state piantate, nel

dicembre 1994, 20 ghiande di ciascuna specie. Successivamente è stato rilevato il periodo e la percentuale di germinazione, la variazione mensile del numero di plantule delle due popolazioni ed il loro sviluppo fenologico.

Risultati

Il numero totale delle plantule di *Quercus ilex* nell'area di studio è molto elevato sin dalle prime osservazioni: 518 plantule nel novembre 1994 che progressivamente diminuiscono a 488 l'anno successivo. Nella popolazione di *Quercus cerris* il numero totale di plantule è sempre più basso, nonostante il notevole incremento che porta il valore iniziale di 268 a 393 dopo un anno; il valore massimo di 448 viene raggiunto nel mese di maggio.

Le due popolazioni mostrano un diverso comportamento demografico durante l'anno di osservazione.

La densità della popolazione di *Q. ilex* è di 16 plantule per mq a dicembre e tende a decrescere fino a 14.5 durante il periodo arido, con una perdita di due plantule al mq., dalla primavera all'autunno (fig. 1).

La densità media delle plantule di *Q. cerris* è più bassa e varia tra 8 e 14 plantule per mq tra dicembre e maggio (fig. 2); raggiunge il valore massimo nel mese di maggio, successivamente diminuisce a 12 mq, senza mostrare variazioni consistenti durante il periodo di aridità estiva. Si riscontrano notevoli differenze anche nella natalità.

Nell'area a *Quercus ilex* germina una sola plantula nel corso dell'anno, mentre in quella a *Quercus cerris* ne germinano ben 274.

Le prime plantule di *Q. cerris* germinano nel mese di marzo, quando la natalità è pari a 2,5 individui al mq, mentre nel mese di maggio la natalità raggiunge il valore massimo di 3,5 plantule al mq (fig. 3). Nella popolazione di *Q. ilex* la nata-

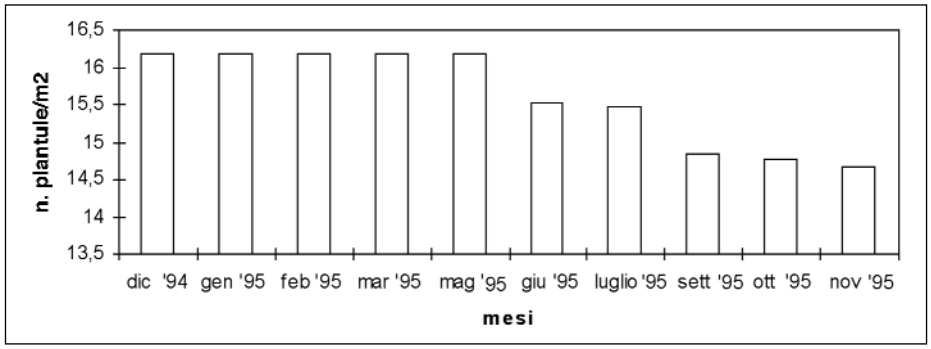


Fig. 1. Densità *Quercus ilex*.

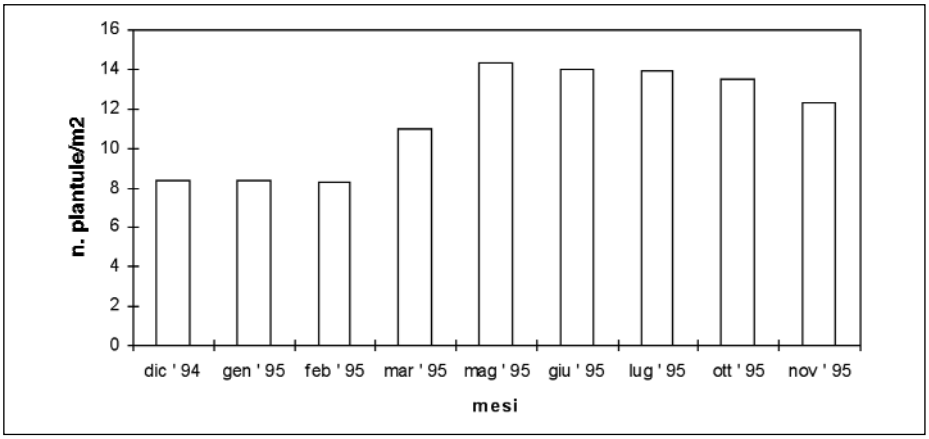


Fig. 2. Densità *Quercus cerris*.

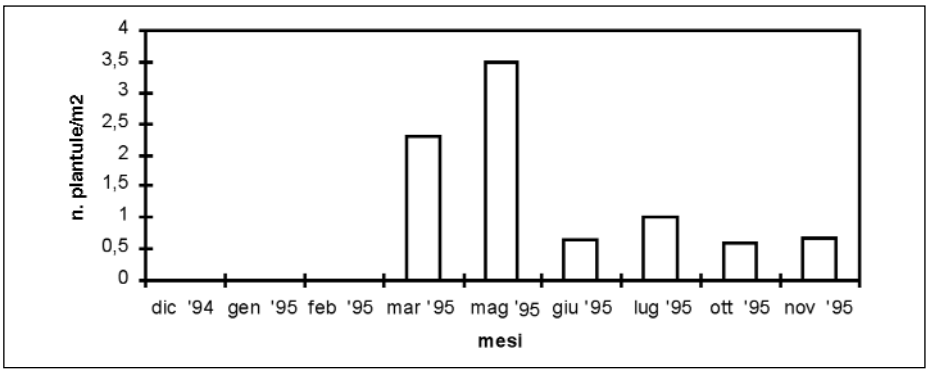


Fig. 3. Natalità *Quercus cerris*.

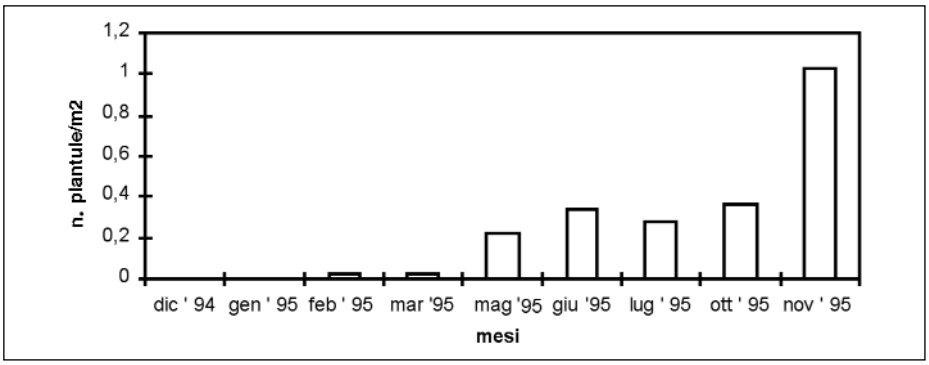


Fig. 4. Mortalità *Quercus cerris*.

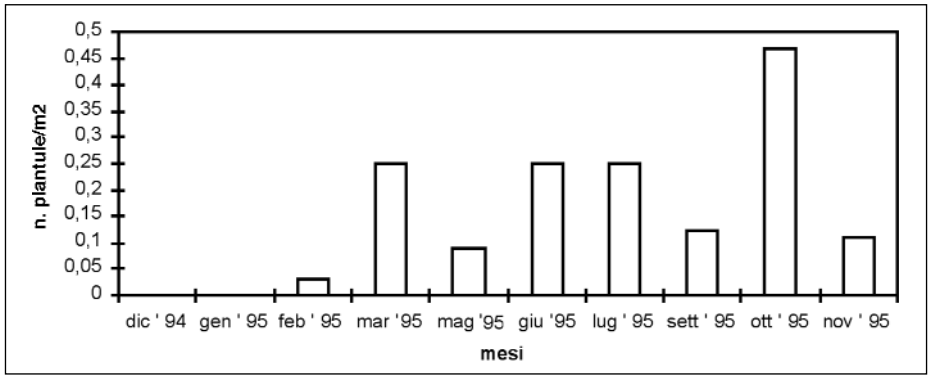


Fig. 5. Mortalità *Quercus ilex*.

lità durante il periodo di osservazione è trascurabile, infatti interessa una sola plantula in tutta l'area.

Per quanto riguarda la mortalità non si riscontrano notevoli differenze: in *Q. ilex* (fig. 5) soccombono 50 individui nel corso dell'anno, mentre in *Q. cerris* (fig. 4) ne muoiono 74. In *Q. cerris* la mortalità non supera 0.03 plantule per mq, nei mesi di febbraio e marzo, poi aumenta lievemente da maggio fino a ottobre e raggiunge il massimo a novembre con una media di 1,03 plantule per mq. In *Q. ilex* la mortalità presenta valori compresi tra 0,03 plantule/mq in febbraio e 0,45/mq nel mese di ottobre; il valore massimo viene raggiunto in autunno.

La fase di emissione e sviluppo delle foglioline è più precoce nelle plantule di *Q. cerris* (fig. 6a): nel mese di marzo inizia una attività molto rapida che raggiunge il massimo (0,62) in aprile, per poi declinare in maggio altrettanto rapidamente come era iniziata ed arrestarsi in luglio. Nel leccio le nuove foglioline compaiono in aprile e raggiungono il numero massimo (0,58) in giugno per poi declinare fino ad arrestarsi in settembre; nel mese di ottobre, c'è una lieve ripresa del numero di giovani foglioline in corrispondenza di una ripresa dell'attività vegetativa.

Nel cerro l'incremento di foglie verdi (fig. 6b) inizia nel mese di aprile e raggiunge il valore massimo di 4 foglie per plantula nel mese di luglio, mentre *Q. ilex* presenta un numero pressoché costante (2,5) di foglie verdi per plantula durante tutto il periodo di studio.

Tra dicembre e giugno nel cerro avviene la scomparsa pressoché totale di foglie secche (fig. 6c); dopo l'estate la presenza di foglie secche sulla plantula aumenta di nuovo, per raggiungere il picco in ottobre.

L'incremento in altezza delle due specie è paragonabile: dal dicembre '94 al novembre '95 l'altezza media delle plantule di cerro nel sottobosco mostra lievi variazioni comprese tra 10 e 11,8 cm mentre l'altezza media del leccio è compresa tra 7,8 e 9 cm (fig. 7, 8).

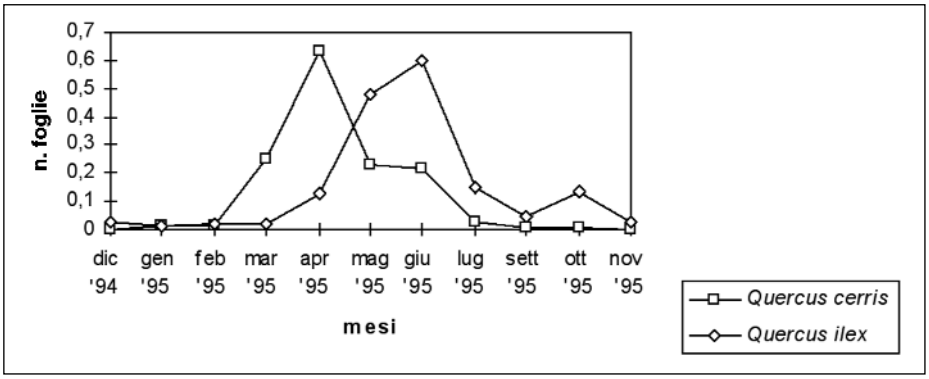


Fig. 6a. Numero foglie giovani per plantula.

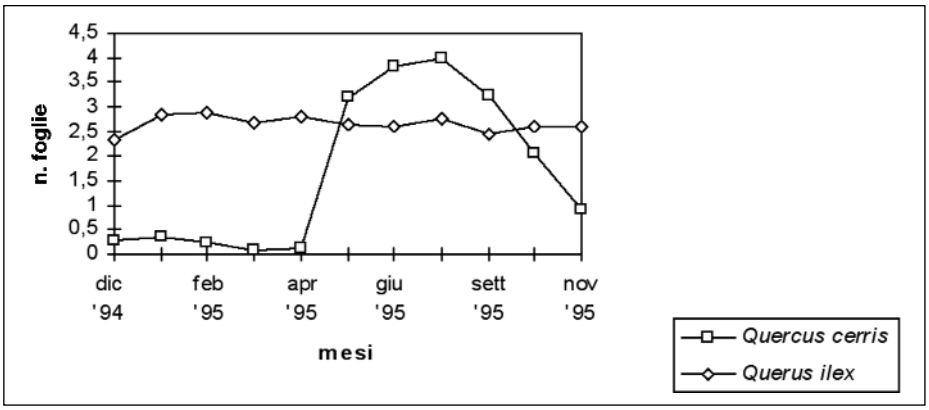


Fig. 6b. Numero foglie verdi per plantula.

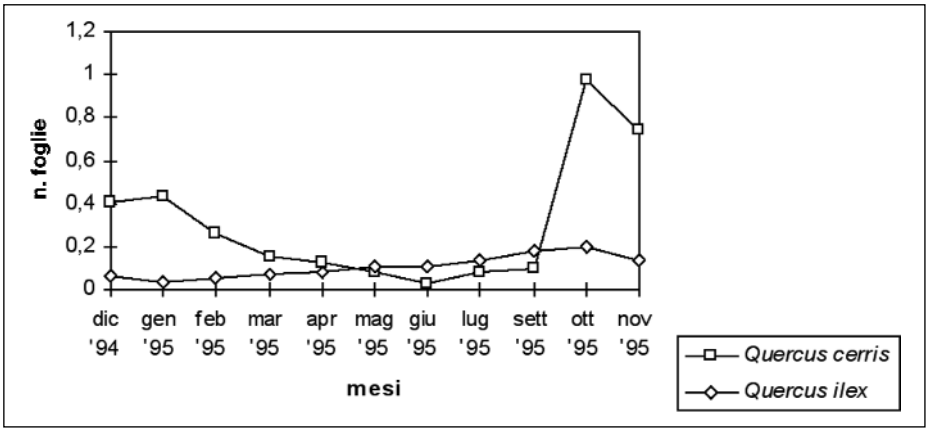


Fig. 6c. Numero foglie secche per plantula.

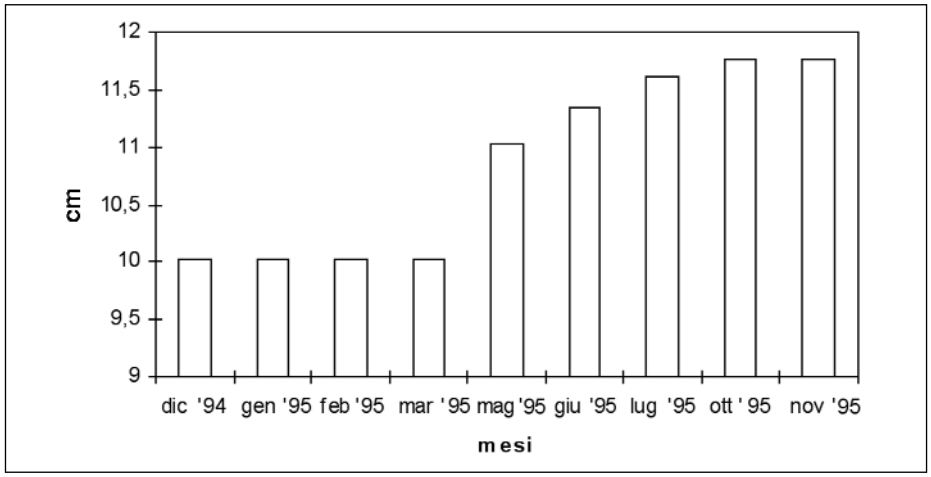


Fig. 7. Altezza media *Quercus cerris*.

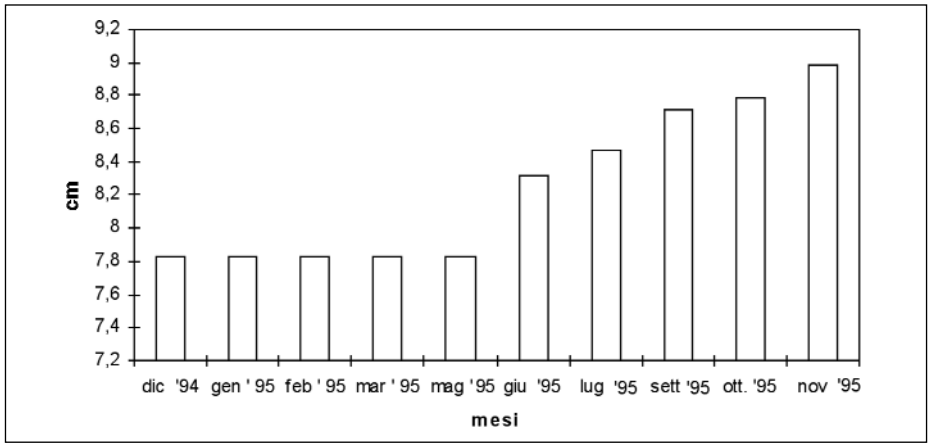


Fig. 8. Altezza media *Quercus ilex*.

A differenza di quanto si verifica nel sottobosco, nel mese di maggio nell'area sperimentale si rileva una natalità comparabile tra le due specie: su venti ghiande germinano quindici di leccio e sedici di cerro. Durante questo primo periodo di osservazione, da dicembre '95 a ottobre '96, il numero di plantule non subisce variazioni consistenti, nemmeno durante il periodo arido, in entrambe le specie (fig. 9). La crescita in altezza delle due specie invece è molto diversa: *Q. ilex* supera del 40% *Q. cerris* (fig. 10). È da notare che le plantule di cerro raggiungono un'altezza media sempre superiore nel sottobosco rispetto all'area sperimentale.

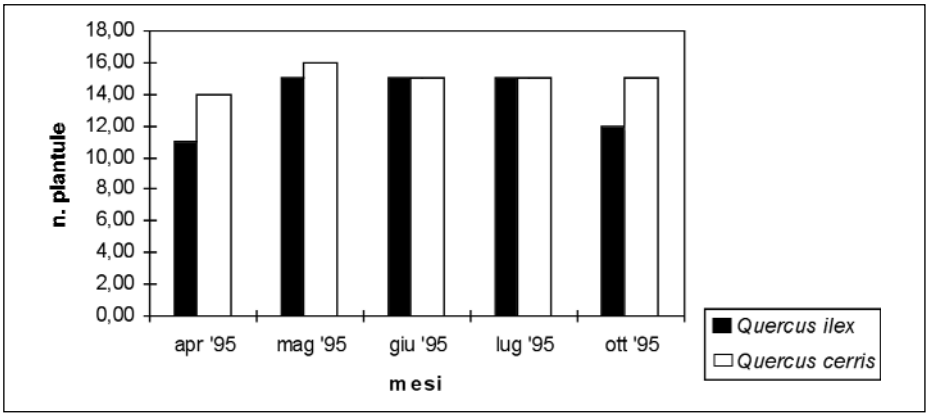


Fig. 9. Numero plantule area sperimentale.

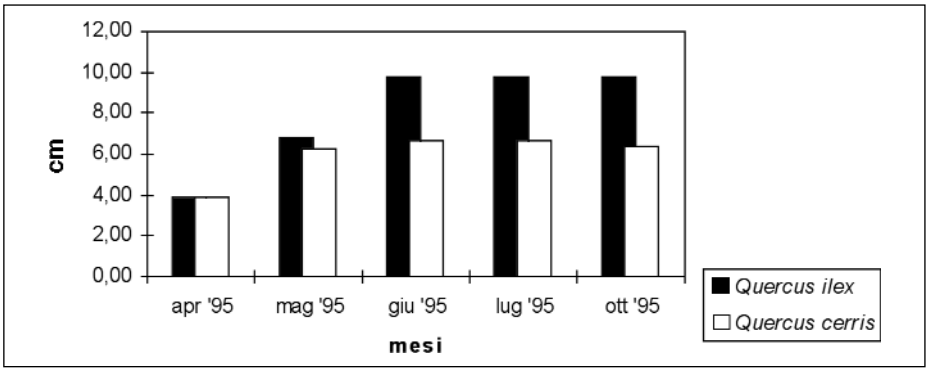


Fig. 10. Altezza media.

Discussione

L'andamento demografico e fenologico delle popolazioni delle due specie di quercia mostra delle differenze interessanti. In linea generale tra le specie forestali si distinguono quelle la cui germinazione e sopravvivenza delle plantule è legata al microclima del sottobosco e quelle che richiedono al contrario una forte illuminazione propria degli ambienti aperti: specie mature e specie pioniere. Quindi le caratteristiche di germinazione possono indicare il ruolo che ciascuna specie svolge nella dinamica successionale. Fulbright (1995) riporta che alcune specie arboree pioniere (*Prosopis glandulosa*) dei boschi meridionali del Texas germinano in spazi aperti e intensamente illuminati sottoposti ad alte temperature. Specie arboree più mature, come *Celtis pallida*, invece sono favorite nella germinazione dal microhabi-

tat creato dalle chiome di *Prosopis* che limitano gli eccessi termici; queste specie non germinano negli spazi aperti.

D'altra parte anche Augspurger (1984) evidenzia che nelle comunità mature di ambienti tropicali seppure la germinazione avviene nel sottobosco la sopravvivenza delle plantule è legata agli spazi più aperti del bosco, cioè a condizioni di maggiore illuminazione. In queste condizioni le popolazioni di plantule presentano un'alta densità e scarsa mortalità; ne derivano due considerazioni: la mortalità non è densità dipendente e le plantule sostengono una forte competizione intraspecifica. Anche Houle (1992) sostiene che la mortalità per *Acer saccarum*, nelle foreste decidue nordamericane, non è dipendente dall'abbondanza dei semi nel terreno e dalla densità delle plantule.

Anche nel nostro studio nella popolazione di leccio la mortalità non è densità dipendente. Durante l'anno di studio la mortalità non ha valori elevati (il valore massimo è 0,5 plantule al mq) e non è bilanciata dalla natalità per mantenere costanti le dimensioni della popolazione, infatti la natalità è vicina allo zero e gli individui che muoiono non vengono sostituiti da altri che nascono. Ciò conduce ad una diminuzione della densità.

Al contrario nella popolazione di caducifoglie la densità inizialmente aumenta perché c'è un incremento continuo della natalità che fa aumentare progressivamente il numero totale di plantule mentre la mortalità è pressoché zero. Dalla primavera all'inverno successivo questa tendenza si inverte perché la natalità ha un crollo del 70% e la mortalità aumenta del 60%. Altri autori (Giordano, 1992) hanno rilevato nella stessa zona una diminuzione dei semenzali da 230.000 a 110.000 per ettaro tra il 1989 e il 1994. Noi troviamo nella cerreta valori di densità (8 e 14 plantule al mq) che si allineano con quelli più bassi riportati da Giordano (1992). Nella lecceta invece troviamo valori di densità più alta e più costante nel corso dell'anno di studio (14-16 plantule al mq).

Infine i dati fenologici, mostrano, in accordo a quanto riportato da Blondel and Dias (1992) su querce sempreverdi e caducifoglie, una più precoce ripresa vegetativa di *Quercus cerris* rispetto a *Quercus ilex*. In aprile, le plantule di *Quercus cerris* hanno per lo più gemme rigonfie e foglioline aperte, mentre in *Quercus ilex* si osservano soprattutto individui in riposo vegetativo; il picco massimo di foglioline giovani, per quest'ultime si raggiunge solo nel mese di giugno. La crescita in altezza delle plantule è paragonabile per le due specie, invece in piena luce, come indicano i risultati raccolti nell'area sperimentale, il leccio cresce il doppio del cerro.

L'attività vegetativa del leccio invece nel sottobosco è molto più ritardata – di quasi due mesi – rispetto al cerro forse per la scarsa illuminazione e le più basse temperature ambientali: nel sottobosco l'emissione delle foglioline inizia ad aprile ed è massima in giugno/luglio mentre nel cerro l'emissione di nuove foglie inizia a marzo e raggiunge il massimo già in aprile.

L'influenza della luce e della temperatura sul comportamento delle due specie viene suggerita dai risultati ottenuti dalla germinazione in piena luce. Si nota che

entrambe le specie germinano in piena luce e che la percentuale di germinazione è molto alta e comparabile, raggiunge circa il 70% nel mese di maggio in entrambe le specie. È da notare che nella stessa primavera del '95 il leccio nel sottobosco non ha germinato affatto. L'aridità sembra influenzare la mortalità del leccio e del cerro in uguale misura sia negli spazi aperti che nel sottobosco: dopo il periodo arido, nel mese di ottobre e novembre il numero delle plantule diminuisce in misura paragonabile ma la densità ha un andamento opposto per l'alta natalità del cerro.

L'alta germinabilità in piena luce delle due specie mette in evidenza l'ampia variazione delle condizioni di luce e temperatura in cui il leccio e il cerro germinano. Ciò indica che la germinazione delle due specie avviene sia negli ambienti indisturbati con microclima più costante del sottobosco maturo che in quelli più aperti soggetti a forti fluttuazioni microclimatiche. Da ciò risulterebbe che l'ipotesi di Blumer (1990), secondo cui le sclerofille sarebbero legate per la germinazione delle plantule esclusivamente agli ambienti più chiusi e densi del bosco sempreverde mentre negli ambienti più aperti prevarrebbero le plantule delle specie decidue, non è comprovata.

Ulteriori indicazioni in tal senso sono fornite dai dati di accrescimento medio del primo anno in piena luce che indicano valori quasi doppi per la specie sempreverde sclerofilla.

Le variazioni demografiche infine indicano il crollo della natalità nella popolazione di *Q. ilex* seppure le dimensioni della popolazione sono più costanti per la scarsa mortalità.

La popolazione di *Quercus cerris* invece è sottoposta a un continuo turnover: nel corso dell'anno nascono e muoiono un numero cospicuo di nuove plantule indicando un maggior potenziale di rinnovazione e una maggiore variabilità genetica.

BIBLIOGRAFIA

ALLIER C., LACOSTE A., *Processus dynamique de recon-struction dans la serie du Quercus ilex en Corse*, «Vegetatio», *46*, 83-91 (1981).

AUGSPURGER C.K., *Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps and patogens*, «Ecology», *65* (6), 1705-1712 (1984).

BLONDEL S., DIAS P.C., *Deciduousness, evergreeness and life history variation in mediterranean blue tits*. In: *Plant animal interactions in mediterranean type ecosystems* (Coastas A. Thanos Ed.), Univ. of Athens, Greece, Proceedings of Medecos VI Maleme, Crete september 23-27, 1991, pp. 297-306.

BLUMER M.A., *Winter-deciduous versus evergreen habit in Mediterranean region: a Model*. Proceeding at the Symposium on Californian oak and Hard wood. Gandile Tech. Rept. Berkeley, 1990, pp. 28-30.

CORTI R., *Ricerche sul ciclo riproduttivo di specie del genere Quercus della flora italiana.* II. *Contributo alla biologia*, «Annali Accademia italiana di scienze forestali», *2*, 235-264 (1954).

DE PHILIPPIS A., *La sughera e il leccio nella vegetazione arborea mediterranea, saggio di ecologia e fitogeografia*, «Bullettin de la silva mediterranea», *10*, 35-48 (1935).

FULBRIGHT E.T., KUTI J.O., TIPTON A.R., *Effects of nurse-plant canopy temperatures on shurb seed germination and seedling growth*, «Acta Ecologica», *16* (5), 621-632 (1995).

GIORDANO E., *Programma per un'azione di monitoraggio ambientale nella tenuta presidenziale di Castelporziano*, 1992, pp. 28-33.

HOULE G., *Spatial relationship between seed and seedling abundance and mortality in a deciduos forest of north-eastern North America*, «Journal of Ecology», *80*, 99-108 (1992).

HARVEY H.J., *Population biology and the conservation of rare secies*, in *Studies on plant demography*, Edited by James White, Academic Press, 1985, pp. 111-123.

MATSUDA KOZUE, MCBRIDE J.R., MAKOTO KIMURA, *Seedling growth form of oaks*, «Annals of Botany», *64*, 439-446 (1989).

NAYLOR E.L.R., *Establishment and pre-establishment mortality*, in *Studies on plant demography*, Edited by James White, Academic Press, 1985, pp. 95-109.

PUPPI G., ZANOTTI A.L., SPERANZA M., *Cartografia fenologica automatica nella collina bolognese*, «Arch. Bot. Biogeog.», *61* (1/2), 29-43 (1985).

SARHUKAN J., PINERO D., MARTINEZ-RAMOS M., *Plant demography: a community-level interpretation*, in *Studies on plant demography*, Edited by James White, Academic Press, 1985, pp. 17-31.

SCHIRONE B., LEONE A., MARI A., *I rilevamenti fenologici in bosco*, in *Metodi di rilievo e di rappresentazione degli stadi fenologici*, CNR IPRA, 1989, pp. 95-126.

ALESSANDRA MACUZ* – ERVEDO GIORDANO*
GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA*

Rinnovazione naturale dei querceti caducifogli di Castelporziano in rapporto a parametri strutturali e microclimatici

Sommario – La rinnovazione naturale del querceto caducifoglio della Tenuta di Castelporziano è scarsa o, spesso, addirittura mancante. Pertanto, da alcuni anni sono state avviate delle ricerche per chiarire le cause e individuare i possibili interventi selvicolturali per avviare a soluzione il fenomeno della difficile rinnovazione naturale dei querceti. In questo contributo vengono descritte le caratteristiche del querceto caducifoglio di Castelporziano e gli studi, effettuati in due località della Tenuta (Campo di Rota e Figurone), relativi all'influenza della struttura forestale e della luce, in termini di indice di area fogliare (LAI, *Leaf Area Index)* e di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, *Photosynthetic Active Radiation*), sulla densità di semenzali e sulle caratteristiche morfo-fisiologiche dei semenzali.

Parole chiave: Querceto caducifoglio, Rinnovazione naturale, Indice di area fogliare (LAI, *Leaf Area Index*), Radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, *Photosynthetic Active Radiation*), Caratteristiche morfo-fisiologiche.

Abstract – *Interactive effects of structural and mucroclimatic parameters on natural regeneration of the Castelporziano deciduous oak forest*. Natural regeneration of the oak deciduous forest in the Presidential Reservation of Castelporziano (Rome) is insufficient or, quite often, absent. Therefore, a study on the difficulties of the regeneration process has been conducted to identify the main causes and to experiment on the silvicultural treatments to be applied. In this paper the structural features of the Castelporziano oak deciduous forest are presented as well as some esperimental observations on the interactive effects of leaf area index (LAI) and of photosynthetic active radiation (PAR), on seedlings density and their morphological characteristics.

Key words: Deciduous oak forest, Natural regeneration, Leaf Area Index (LAI), Photosynthetic Active Radiation (PAR), Morphological features.

* Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (Di.S.A.F.Ri.), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

1. Introduzione

L'ampia copertura boschiva che occupa attualmente gran parte della Tenuta di Castelporziano può considerarsi come la componente residua del grande sistema forestale che si estendeva per tutta la pianura costiera laziale e che occupava fino in epoca protostorica il delta del Tevere e le zone adiacenti. Nella Tenuta oltre 3000 ha di bosco sono rappresentati da querceti misti, in gran parte caducifogli, ma anche di querce sempreverdi quali il leccio e la sughera. La copertura forestale di Castelporziano appartiene infatti ai due grandi biomi zonali dell'Europa meridionale: la lecceta ed il querceto misto caducifoglio.

Purtroppo, la capacità di rinnovazione delle querce caducifoglie, soprattutto cerro e farnetto, è scarsa o, spesso, addirittura mancante e, trattandosi di componenti fondamentali della copertura arborea, il problema risulta preoccupante poiché la progressiva scomparsa del vetusto querceto priverebbe l'ambiente di una componente fondamentale. A tal scopo da alcuni anni sono state avviate delle ricerche nell'ambito del Programma di monitoraggio di Castelporziano, per chiarire le cause e individuare i possibili interventi selvicolturali e ambientali per avviare a soluzione il fenomeno della difficile rinnovazione naturale dei querceti.

1.1. La rinnovazione naturale del querceto

L'esito del processo di rigenerazione di una cenosi forestale dipende da una serie di fattori: la quantità e la vitalità del seme, la presenza e il relativo carico di fauna che possa danneggiare o consumare i semi e\o le plantule, la competizione per la luce, l'acqua e gli elementi nutritivi con le specie del sottobosco e dello strato erbaceo, nonché la densità della copertura arborea: le querce, ad esempio, sono generalmente intolleranti dell'ombra nel corso di tutta la loro esistenza (Harmer, 1995).

In particolare, il dinamismo evolutivo dei querceti, nelle stazioni più favorevoli, avviene secondo le seguenti modalità: esiste una condizione di forte concorrenza tra le querce, eliofile e poco competitive, e le specie ad esse correlate, soprattutto i carpini; pertanto, la competizione si svolge su due piani distinti poiché le querce, alberi di grandi dimensioni e molto più longevi, si impongono sul lungo periodo; le specie consociate, invece, sono tolleranti dell'ombra allo stadio giovanile e spesso formano uno strato inferiore fitto che può rivelarsi temporaneo. Finché lo strato inferiore è giovane e compatto la rinnovazione delle querce è impossibile, ma con il tempo le specie sottostanti si selezionano di numero e si allungano in esili pertiche che entrano nel piano dominante; a questo punto le consociate cominciano a perdere di vitalità e nelle aree scoperte che nel frattempo si sono create si può insdiare la rinnovazione delle querce. Inoltre, la temporanea presenza delle specie correlate ha intanto comportato un miglioramento del terreno, arricchendone la lettiera che, prodotta dalle sole querce, sarebbe stata molto più povera (Bernetti, 1995). Il processo di rinnovazione spontanea del querceto avviene a 300-350 anni di età, quando ormai

la maggior parte dei fusti risulta cariato: un evento catastrofico, ad un dato momento, determina lo sradicamento del soprassuolo e la presenza dei tronchi marcescenti al suolo impedisce l'affermazione della vegetazione delle tagliate. La presenza di rovi e altro tipo di vegetazione arbustiva ed erbacea nelle radure può, infatti, costituire un grave ostacolo alla rinnovazione delle querce.

In Pianura Padana, la rinnovazione naturale di farnia nel bosco Olmé di Cessalto (TV) è stata studiata in relazione alla densità della copertura dei piani arboreo, arbustivo ed erbaceo e in relazione alle condizioni microclimatiche ossia al regime pluviometrico e alla durata dei periodi di siccità (Cappelli *et al*., 1987); il principale fattore limitante la rinnovazione è stato individuato nella penetrazione della radiazione luminosa al di sotto delle chiome degli alberi e sono stati proposti interventi selvicolturali per rendere il microclima più idoneo all'affermazione dei semenzali.

Humphrey e Swaine (1997) riferiscono che, in un bosco di *Quercus petraea* e *Q. robur* in Scozia, la copertura esercitata da *Pteridium aquilinum* impedisce l'affermazione della rinnovazione naturale attraverso l'effetto della riduzione del livello di PAR al suolo. Kolb e Steiner (1990) hanno studiato la crescita e la ripartizione della biomassa in otto famiglie di quercia rossa in relazione al grado di copertura e alla competizione radicale con le piante erbacee rilevando che entrambi i fattori influiscono significativamente con i parametri studiati. Le differenze del tasso di accrescimento delle diverse famiglie erano mantenute anche nelle diverse tesi testate, nel senso che, i semenzali appartenenti ai genotipi più vigorosi erano caratterizzati da accrescimenti elevati anche sotto copertura o in competizione con piante erbacee.

Anche la fauna può limitare pesantemente la rinnovazione: da uno studio condotto nei Paesi Bassi circa gli effetti della presenza dei cinghiali in bosco, Groot Bruinderink e Hazebroek (1996), hanno riscontrato una correlazione negativa tra la rinnovazione naturale di *Quercus robur*, *Q. petraea* e *Q. rubra*, e la frequenza di grufolamento degli animali.

L'impatto degli ungulati, in particolare cervidi, sulla rinnovazione delle specie forestali montane, è tanto più evidente e letale per le piantine quanto più è elevato il carico animale (Motta, 1996). Circa gli effetti delle popolazioni di capriolo, cervo e capra sulla rinnovazione naturale di un bosco misto di latifoglie e conifere della fascia montana, da uno studio condotto per un ampio periodo temporale (Ammer, 1996), è emerso che, senza l'attività di brucamento, l'accrescimento e la composizione specifica della rinnovazione naturale sono dipendenti principalmente dalle condizioni di luce determinate dai differenti trattamenti selvicolturali; mentre l'impatto degli ungulati determina un completo cambiamento della situazione: in loro presenza avviene una forte selezione a svantaggio delle specie più appetite che vengono drasticamente ridotte in quantità, mentre si osserva una grande diminuizione della biomassa, che si riflette sui processi di competizione tra le giovani piante. In ambiente mediterraneo, in alcuni boschi frequentati dai cinghiali, Casanova (1988) ha mostrato che l'offerta alimentare media delle querce sempreverdi è pari a circa

100 Kg ha^{-1} di foraggio, equivalente al sostentamento, puramente teorico, di un numero massimo di 18.7 capi per 100 ha.

Anche i piccoli mammiferi e gli uccelli possono interferire sulla rinnovazione naturale; in un bosco di *Quercus petraea* nel Galles, la rinnovazione naturale è impedita dalla predazione delle ghiande svolta da questi animali. Alcune prove sperimentali di germinazione delle ghiande leggermente interrate o poste sulla superficie del terreno, sia in pieno campo che protette da piccole recinzioni, hanno mostrato che la sopravvivenza delle ghiande, in parcelle senza recinzione si riduce del 70-80% rispetto alle parcelle recintate; inoltre, nelle prove di pieno campo, solamente le ghiande interrate riuscivano a produrre il germoglio mentre, nelle aree recintate, germinavano con più facilità le ghiande non interrate (Shaw, 1968).

1.2. Caratteristiche vegetazionali

I querceti caducifogli di Castelporziano appartengono all'alleanza del *Quercion frainetto* (Pignatti, 1998), gruppo che comprende la vegetazione di boschi caducifogli a distribuzione prevalentemente balcanica e con areale secondario nell'Italia centro-meridionale, dal Lazio alla Campania, Puglia, Basilicata e Calabria; in questa alleanza, cerro e farnetto sono le specie del piano arboreo maggiormente diffuse, mentre la roverella tende ad occupare le stazioni più aride. Tra i gruppi forestali italiani il querceto misto è quello che presenta la maggior differenziazione e quindi la più elevata biodiversità. In particolare, i querceti caducifogli di Castelporziano appartengono all'associazione definita come «querceto misto a cerro e farnetto dell'Italia centrale» e per essi sono state individuate tre silvofacies: A) silvofacies a *Carpinus orientalis*, che si forma dove la copertura arborea non supera il 50% e la carpinella forma densi macchioni; B) silvofacies a *Erica/Phillyrea*, che compare in aree percorse in passato ripetutamente da incendi, dove la successione secondaria, ancora in fase primitiva, sembra procedere dalla sughereta al bosco di cerro e farnetto; l'erica e la fillirea, insieme ad altre sempreverdi, formano una macchia quasi impenetrabile; C) silvofacies a *Laurus nobilis*, che rappresenta l'aspetto più maturo con il piano arboreo a copertura completa e la rarefazione, sino alla scomparsa, del piano arboreo inferiore; tipica degli ambienti più umidi e delle forre.

Il querceto misto termofilo, di origine nettamente secondaria, è il tipo di vegetazione maggiormente diffuso nella Tenuta. Con buona probabilità, l'attuale querceto misto si è costituito a causa di alterazioni ambientali molto pronunciate, come ad esempio quelle determinate da tagli a raso, apportate a un preesistente bosco a *Quercus frainetto* relativamente umido, come denuncerebbe la presenza di numerose specie mesofile. Secondo un'altra ipotesi, in origine il bosco poteva essere rappresentato da una lecceta mista che la degradazione determinata dai ripetuti tagli ha trasformato via via nelle attuali condizioni. In questa seconda ipotesi il farnetto e il cerro avrebbero potuto espandersi da alcuni centri per la mancata competizione del leccio.

Inoltre, nella Tenuta è documentata storicamente fin dal 1500 una intensa uti-

lizzazione di legno da carbonella: ancora oggi sono visibili numerosissime «piazzole da carbonai» in tutti gli ambienti. A prescindere dalla interpretazione sull'origine e composizione di questi querceti, resta comunque il fatto che essi attualmente testimoniano un'antica e profonda antropizzazione.

L'estensione e la complessità delle formazioni forestali della Tenuta richiedono un'attenta definizione delle metodologie da adottare per lo studio della rinnovazione naturale dei querceti caducifogli. Si è quindi resa necessaria l'individuazione di alcune aree sperimentali rappresentative delle condizioni ambientali più diffuse della Tenuta, nelle quali effettuare osservazioni puntuali e ripetute nel tempo di tipo selvicolturale ed ecofisiologico.

Il presente lavoro espone i risultati degli studi condotti sulla consistenza della rinnovazione naturale nei querceti caducifogli in rapporto alla struttura forestale e al microclima.

2. Materiali e metodi

I rilievi sperimentali sono stati condotti in due cenosi a querce caducifoglie costituite da alberi maturi di circa 120-150 anni, in numero di circa 40-70 ad ettaro, situati nelle località Campo di Rota e Figurone all'interno della Tenuta di Castelporziano. Nella sola particella di Campo di Rota il piano dominato è stato oggetto di un intervento di diradamento sul piano inferiore, nel 1987.

2.1. Descrizione delle aree sperimentali

Area di Campo di Rota

Si tratta di un bosco misto stratificato, rappresentato nel piano dominante da piante monumentali e vetuste di *Quercus cerris*, *Q. pedunculata*, *Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. ilex* e *Q. suber* (Fig. 1). Gli alberi delle prime tre specie presentano spesso rami secchi e carie nel tronco, mentre i lecci e le sughere sono generalmente in buono stato vegetativo. Il piano dominato è costituito, quando presente, da *Carpinus orientalis*, *Phyllirea* spp., *Erica* spp., *Myrtus* sp., *Arbutus* sp., *Genista* sp. e *Cytisus* sp. ed è stato oggetto di un intervento di diradamento di grado forte nel 1987, realizzato al fine di favorire la rinnovazione naturale. La lettiera è abbondante mentre la vegetazione erbacea è piuttosto scarsa.

Area di Figurone

Il bosco è stratificato, costituito da un piano dominante di piante monumentali di *Quercus robur*, *Q. cerris* e *Q. suber* di età molto avanzata, in buone condizioni vegetative anche se con qualche ramo secco, e da un piano dominato di *Carpinus orientalis*, *Phyllirea* spp. e *Crataegus* sp. di origine prevalentemente agamica (Fig. 2). La rinnovazione è assente ed il sottobosco è costituito da felci, asfodeli e graminacee.

Fig. 1. Immagine di una parcella sperimentale nel bosco di Campo di Rota.

Fig. 2. Immagine di una parcella sperimentale nel bosco di Figurone.

Allo scopo di studiare la rinnovazione naturale, sono state allestite 14 parcelle sperimentali, di cui 10 a Campo di Rota e 4 a Figurone, isolando, mediante una rete metallica a maglia quadra, superfici di 50 e 100 m^2 in modo da impedire l'azione di disturbo, prelievo e calpestio da parte degli ungulati. Su ogni parcella insistono le chiome di una o più querce adulte. In ciascuna parcella è stato poi realizzato un *transect*, di 1 m di larghezza e di lunghezza pari al lato maggiore della recinzione, nel quale sono stati individuati e contraddistinti con un cartellino recante la data di emergenza, tutti i semenzali di quercia presenti. Su metà della superficie è stata effettuata la periodica ripulitura delle specie erbacee ed arbustive per poter isolare gli effetti della competizione del sottobosco sui semenzali per la luce e gli elementi nutritivi.

Tra i principali fattori responsabili della dinamica della rinnovazione sono state considerate l'intensità di radiazione solare al suolo e l'influenza della densità dello strato arboreo e del sottobosco sullo sviluppo dei semenzali.

2.2. Indice di area fogliare

Per valutare la densità dello strato arboreo, si è provveduto alla misurazione dell'indice di area fogliare (LAI, *Light Area Index*). Lo strumento utilizzato, LI-COR 2000 Plant Canopy Analyzer (USA), è costituito da un sensore di radiazione solare portatile che effettua misure di luce diffusa per mezzo di una lente *fish-eye* e fornisce una stima immediata del LAI senza richiedere ulteriori elaborazioni. I rilievi sono stati condotti nel corso dei mesi estivi del 1996 e 1997, con le chiome in pieno sviluppo. Con l'impiego dello strumento si ottengono istantaneamente i valori di area fogliare (LAI_{PCA}) molto prossimi a quelli che si misurano con il metodo della raccolta delle foglie con trappole di lettiera (LAI_{LT}); infatti, Cutini *et al*. (1998) hanno osservato, in diversi boschi di latifoglie dell'Italia centrale, che i valori di LAI_{PCA} sono sottostimati rispetto ai valori di LAI_{LT} solo di circa il 10%.

Le misurazioni, sono state effettuate in prossimità delle parcelle sperimentali, al fine di correlare i valori di LAI con i dati della rinnovazione al loro interno. Prima di ogni rilievo è stata effettuata una misura di riferimento, in condizioni di piena luce, e successivamente sono stati raccolti quattro valori sotto copertura, la cui media ha fornito il valore di LAI più prossimo alle condizioni dell'area corrispondente (Fig. 3).

2.3. Radiazione fotosinteticamente attiva e densità di rinnovazione

Allo scopo di determinare la disponibilità di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, *Photosynthetic Active Radiation*) nello strato occupato dai semenzali, si è fatto ricorso all'impiego del Decagon-Ceptometer (Gran Bretagna), strumento che registra i valori di PAR misurati su un'asta, lunga 1 metro, provvista di 80 sensori. Il rilievo dei dati è stato effettuato, nel corso di giornate limpide nell'estate

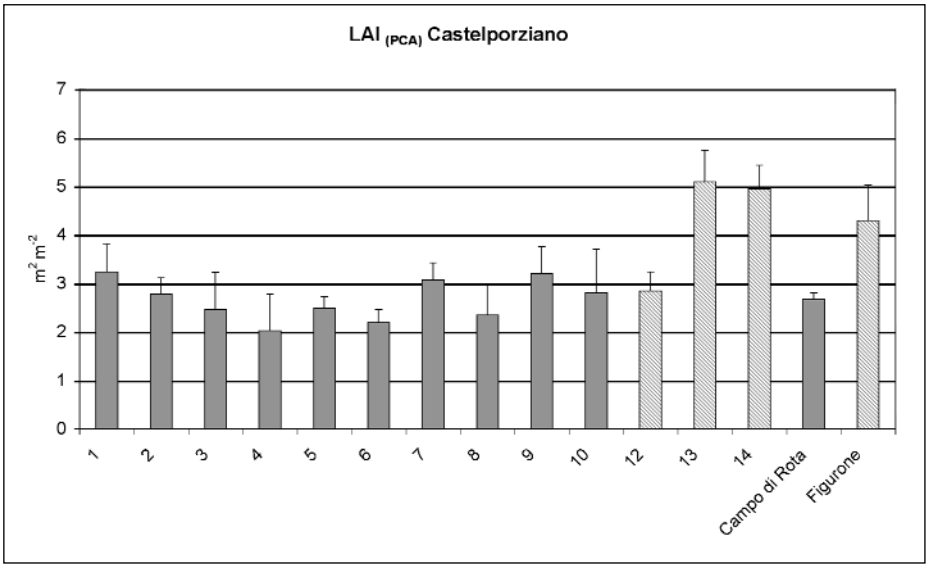


Fig. 3. Valori di indice di area fogliare (LAI) misurati nelle aree sperimentali di Campo di Rota (1-10, barre piene), di Figurone (12-14, barre con linee) e loro medie per aree di studio, con relativo errore standard.

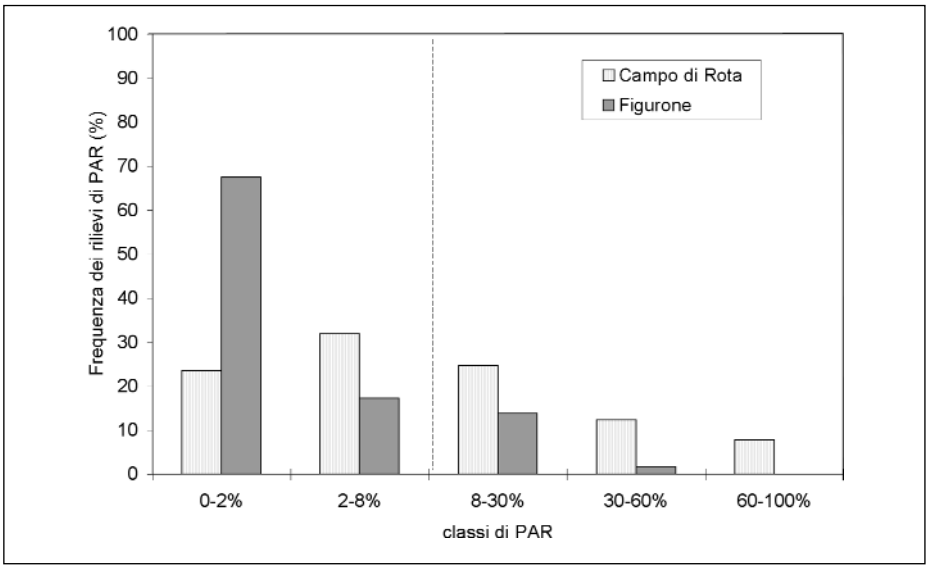


Fig. 4. Distribuzione delle misure di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) rilevate sotto copertura nelle due aree di studio a querce caducifoglie di Castelporziano. La linea tratteggiata indica il punto di compensazione dell'attività fotosintetica per i semenzali di quercia (Jarvis, 1964).

Tabella 1. *Radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) misurata nel querceto caducifoglio di Castelporziano (giugno 1997) a intervalli di 2 m, lungo i* transects *individuati all'interno delle parcelle sperimentali, nel piano dei semenzali.*

Radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, µmoli m^{-2} sec^{-1})													
area sperimentale n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
1 m	247	142	123	57	453	46	198	36	143	174	90	12	23
3 m	232	17	31	15	61	58	150	63	237	249	189	196	186
5 m	186	23	201	755	33	112	263	34	879	292	98	141	9
7 m	384	62	117	1438	95	71	27	16	68	484	562	7	18
9 m	31	29	76	1142	47	762	6	27	684	248	14	11	24
11 m								188	388				11
13 m								533					12
15 m								830	147				29
17 m								1121	68				7
19 m								1452	59				12
(PAR pieno campo)	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1452	1588.7	1552	1552	1552

Tabella 2. *Radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) registrata a intervalli di 2 m, lungo i* transects *individuati all'interno delle parcelle sperimentali, nel piano dei semenzali. Dati espressi in % rispetto al valore di riferimento in piena luce.*

PAR % rispetto PAR piena luce													
area sperimentale n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
1 m	17	10	8	4	31	3	14	2	10	11	6	1	2
3 m	16	1	2	1	4	4	10	4	16	16	12	13	12
5 m	13	2	14	52	2	8	18	2	61	18	6	9	1
7 m	26	4	8	99	7	5	2	1	5	30	36	0	1
9 m	2	2	5	79	3	52	0	2	47	16	1	1	2
11 m								13	27				1
13 m								37	0				1
15 m								57	10				2
17 m								77	5				0
19 m								100	4				1

1997, ad intervalli di 2 metri, procedendo lungo il *transect* posto al centro di ogni parcella sperimentale; la taratura dello strumento è avvenuta in piena luce, registrando il valore di riferimento a cui, nella fase di elaborazione, è stato attribuito il 100%. Nella tabella 1 sono riportati i valori di PAR rilevati nel piano dei semenzali e nella tabella successiva (Tab. 2) gli stessi dati sono espressi in percentuale del valore di riferimento in piena luce.

Per stabilire l'influenza della luce sullo sviluppo della rinnovazione, il numero di semenzali è stato messo in relazione con la quantità di luce presente sulla superficie esaminata. A questo scopo ogni *transect* è stato suddiviso in unità di riferimento minori (subparcelle), nelle quali nel luglio 1997, è stato effettuato il censimento delle plantule ripartendole in classi di età. La densità dei semenzali in ogni subparcella è stata riportata al valore di radiazione relativa.

2.4. Caratteristiche morfologiche dei semenzali

Per stabilire l'influenza delle condizioni stazionali sullo sviluppo dei semenzali, contemporaneamente al rilievo della densità di rinnovazione, sono state anche esaminate le caratteristiche morfologiche delle plantule sviluppate nelle due aree di studio. A questo scopo, sono state prelevate plantule appartenenti a due classi di età (uno e più di cinque anni), con l'accortezza di non danneggiarne l'apparato radicale. I semenzali, suddivisi per età e per località, sono stati trasferiti in laboratorio e su di essi si sono effettuate le seguenti misure: lunghezza delle componenti epigea e ipogea, diametro al colletto, numero di ramificazioni secondarie, numero di foglie (Tabb. 3-4); successivamente sono stati essiccati in stufa a 80°C per 24 h, e pesati con una bilancia di precisione per stabilire la biomassa delle foglie, del fusto e delle radici (Tabb. 5-6).

3. Risultati e discussione

3.1. Indice di area fogliare

L'indice di area fogliare (LAI) mostra che la copertura arborea è mediamente superiore in località Figurone (4.29 $m^2\ m^{-2}$) rispetto a Campo di Rota (2.66 $m^2\ m^{-2}$). I valori massimi registrati nella prima località, comunque, possono anche superare 5 $m^2\ m^{-2}$ (particella 13) (Fig. 3). I valori di LAI qui riportati indicano che il diradamento effettuato a Campo di Rota ha modificato sensibilmente la struttura di questa area sperimentale rispetto all'area di Figurone che non ha subito alcun intervento selvicolturale.

3.2. Radiazione fotosinteticamente attiva e densità di rinnovazione

Per quanto riguarda le informazioni ottenute dal rilievo della radiazione fotosinteticamente attiva (PAR, *Photosyntetic Active Radiation*) a livello dei semenzali

Tabella 3. *Misure morfologiche dei semenzali di età maggiore a 5 anni; si tratta di valori medi per area di studio.*

Località	area n	campione	d. colletto (cm)	L. epigea (cm)	L. ipogea (cm)	foglie n	ramific. epigea (ordine, n)
Figurone	13	(a)	0,4	40	10,2	10	I=3, II=3
Figurone	13	(b)	0,4	29,5	26,5	14	I=4
Figurone	13	(c)	0,4	18	15	8	I=1
C. di R.	6	(a)	0,8	58	47	48	I=3, II=7, III=2
C. di R.	6	(b)	0,6	51	38	36	I=7, II=3
C. di R.	6	(c)	0,8	66	50	31	I=7, II=1
C. di R.	8	(a)	0,8	38	32	41	I=5, II=5, III=1
C. di R.	8	(b)	0,9	55	40	38	I=5, II=3, III=2
C. di R.	8	(c)	0,6	53	45	21	I=5
media C. di R.			0,75	53,5	42	35,83	
e.s. C. di R.			0,05	3,77	2,70	3,754	
media Figurone			0,4	29,17	17,23	10,67	
e.s. Figurone			0	6,35	4,84	1,76	

Tabella 4. *Misure morfologiche dei semenzali di 1 anno; si tratta di valori medi per area di studio.*

Località	area n	campione	d. colletto (cm)	L. epigea (cm)	L. ipogea (cm)	foglie n	ramific. epigea (ordine, n)
Figurone	13	(a)	0,25	23	21	5	0
Figurone	13	(b)	0,3	18	17	8	0
Figurone	13	(c)	0,4	17,8	19	5	0
C. di R.	7	(a)	0,2	11	19	3	0
C. di R.	7	(b)	0,4	15	20	8	0
C. di R.	7	(c)	0,4	18,5	19	5	0
C. di R.	7	(d)	0,3	17	18	7	0
C. di R.	8	(a)	0,3	10	20	4	I=1
C. di R.	8	(b)	0,45	24	18	10	I=1
C. di R.	8	(c)	0,4	17	19	10	I=1
media C. di R.			0,35	16,07	19,00	6,71	
e.s. C. di R.			0,03	1,79	0,31	1,06	
media Figurone			0,32	19,60	19,00	6,00	
e.s. Figurone			0,04	1,70	1,15	1,00	

Tabella 5. *Misure di biomassa (in grammi di peso secco distinto nelle componenti foglie, fusto e radici) di semenzali di età maggiore a 5 anni raccolti nei due popolamenti studiati.*

Località	area n	campione	foglie (g)	fusto (g)	radici (g)	radici/fusto
Figurone	13	(a)	0,3041	1,4224	0,6015	0.42
Figurone	13	(b)	0,7567	1,2698	1,8428	1.45
Figurone	13	(c)	0,6363	0,5413	1,2743	2.35
C. di R.	6	(a)	5,6519	10,2942	22,6933	2.20
C. di R.	6	(b)	3,0603	5,0747	5,8786	1.16
C. di R.	6	(c)	3,5147	5,0565	8,8968	1.76
C. di R.	8	(a)	3,0722	3,6023	7,8275	2.17
C. di R.	8	(b)	2,7914	8,0603	15,4872	1.92
C. di R.	8	(c)	2,5545	4,96	8,5334	1.72
media C. di R.			3,44083	6,17467	11,5528	1.87
e.s. C. di R.			0,46	1,02	2,59	
media Figurone			0,5657	1,07783	1,23953	1.15
e.s. Figurone			0,14	0,27	0,36	

Tabella 6. *Misure di biomassa (in grammi di peso secco distinto nelle componenti foglie, fusto e radici) di semenzali di 1 anno raccolti nei due popolamenti studiati.*

Località	area n	campione	foglie (g)	fusto (g)	radici (g)	radici/fusto
Figurone	13	(a)	0,11	0,3484	0,4318	1.24
Figurone	13	(b)	0,5908	0,4645	1,2263	2.64
Figurone	13	(c)	0,1635	0,379	0,5118	1.35
C. di R.	7	(a)	0,0866	0,1378	0,5037	3.66
C. di R.	7	(b)	0,3648	0,3231	0,8838	2.74
C. di R.	7	(c)	0,3512	0,5103	0,6902	1.35
C. di R.	7	(d)	0,2428	0,3579	0,3798	1.06
C. di R.	8	(a)	0,1537	0,2328	0,7768	3.34
C. di R.	8	(b)	0,6068	0,9981	1,3747	1.38
C. di R.	8	(c)	0,2985	0,4772	0,653	1.37
media C. di R.			0,30	0,43	0,75	1.74
e.s. C. di R.			0,06	0,11	0,12	
media Figurone			0,29	0,40	0,72	1.80
e.s. Figurone			0,15	0,03	0,25	

nei due popolamenti studiati, è apparso evidente che in località Figurone la luce disponibile per i semenzali è insufficiente a permettere la loro affermazione. Infatti, spesso si sono registrati valori di PAR molto bassi, inferiori a quelli che Jarvis (1964) indica come punto di compensazione dell'attività fotosintetica per i semenzali di quercia, ossia pari al 2-8% della luce diurna. Per inciso, sempre Jarvis riferisce che allo scopo di ottenere il massimo accrescimento occorrono livelli di radiazione pari almeno al 28% della luce diurna, per quanto Shaw (1974) riporti addirittura che, per riscontrare apprezzabili accrescimenti della rinnovazione di quercia, siano necessari livelli del 50% rispetto alla piena luce. Nel presente studio i valori di PAR misurati nelle due località a livello di subparcelle sono stati raggruppati secondo classi di frequenza come illustrato in figura 4; si può osservare che in località Campo di Rota solo il 20% dei rilievi effettuati ha dato valori inferiori al 2% di radiazione trasmessa sotto copertura; il 30% dei rilievi di PAR corrisponde al punto di compensazione della fotosintesi e circa la metà dei rilievi è superiore a questo valore soglia. A Figurone, invece, appare con evidenza che la luce è una fattore limitante per la rinnovazione: nel 70% dei campionamenti non si sono raggiunti valori di PAR sufficienti per soddisfare le esigenze fotosintetiche dei semenzali (PAR < 2%) e solo raramente si sono registrati valori di luce al suolo superiori all'8% rispetto alla luce piena.

In corrispondenza dei rilievi di PAR eseguiti lungo i *transects* all'interno delle diverse parcelle sperimentali recintate sono stati anche raccolti i dati di densità dei semenzali, distinti per classe di età; i dati relativi a due parcelle, numero 7 e 13, rappresentative rispettivamente delle condizioni ambientali di Campo di Rota e di Figurone, sono riportate nelle figure 5, 6, 7 e 8. Si può osservare anzitutto che la densità di rinnovazione di 1-2 anni di età è elevata in entrambe le località raggiungendo valori massimi rispettivamente di 20 e di 80 semenzali m^{-2} a Campo di Rota e Figurone. Se invece si considera la rinnovazione affermata, di età superiore a 3 anni, la sua densità diminuisce sensibilmente in entrambe le località; la scarsità di luce sotto copertura misurata a Figurone determina però una diminuzione della densità di rinnovazione di oltre il 90% mentre a Campo di Rota la riduzione è meno consistente grazie alle condizioni di radiazione luminosa al suolo sicuramente più favorevoli.

La densità di rinnovazione nelle parcelle sperimentali di entrambe le aree di studio è stata rapportata a quattro condizioni di luminosità crescenti; nella figura 9 si osserva che i semenzali sono molto numerosi nelle prime tre classi di PAR, ossia, le plantule si sviluppano soprattutto sotto la copertura delle chiome delle piante portasemi, dove la luce che filtra è molto poca; questo accade poiché le ghiande sono pesanti e non cadono molto distanti. Invece, nella figura 10, dove è riportata la densità dei semenzali con età superiore a 3 anni, si osserva che questi sono più numerosi laddove la radiazione è almeno sufficiente per soddisfare le loro esigenze fisiologiche mentre tendono a scomparire al di sotto del valore di radiazione trasmessa pari al 2%.

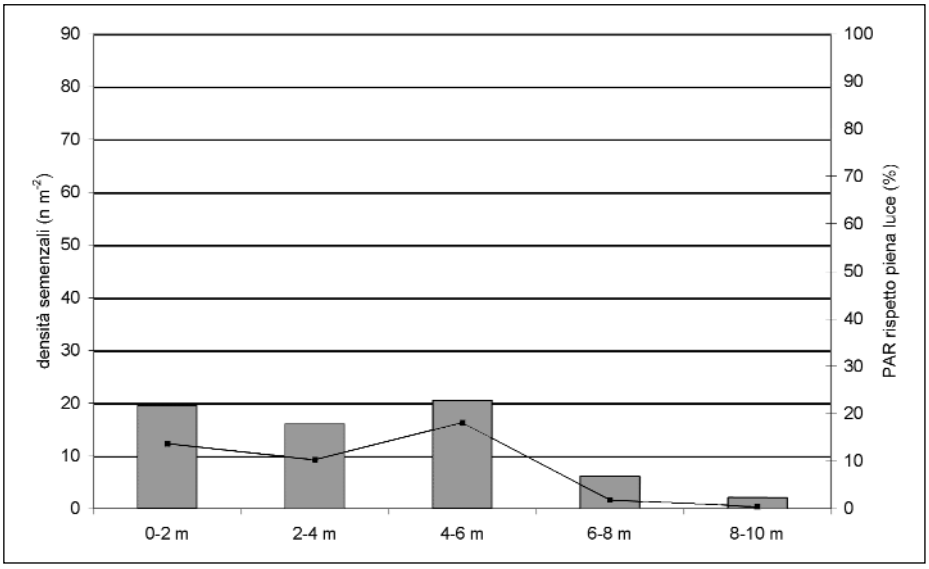


Fig. 5. Densità dei semenzali di 1-2 anni e andamento del PAR lungo il *transect* in una parcella sperimentale di Campo di Rota.

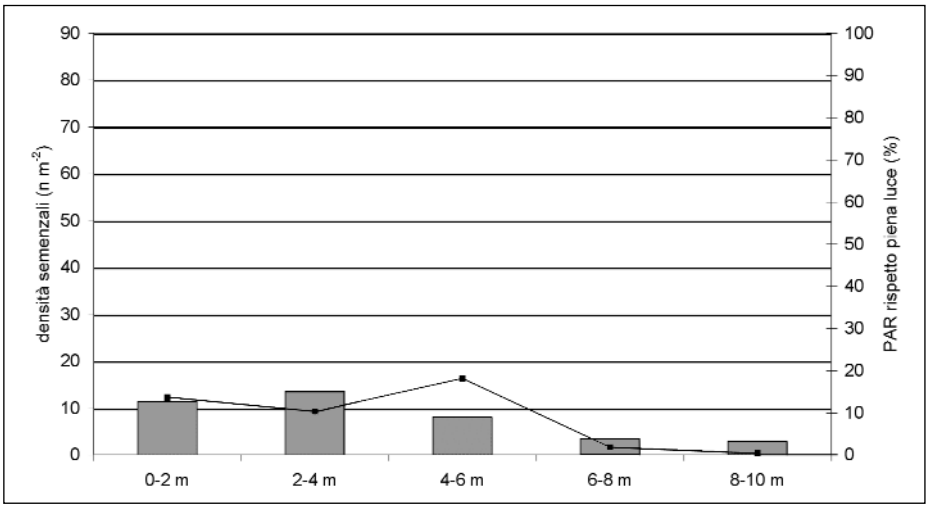


Fig. 6. Densità dei semenzali con età maggiore di 3 anni e andamento del PAR lungo il *transect* in una parcella sperimentale di Campo di Rota.

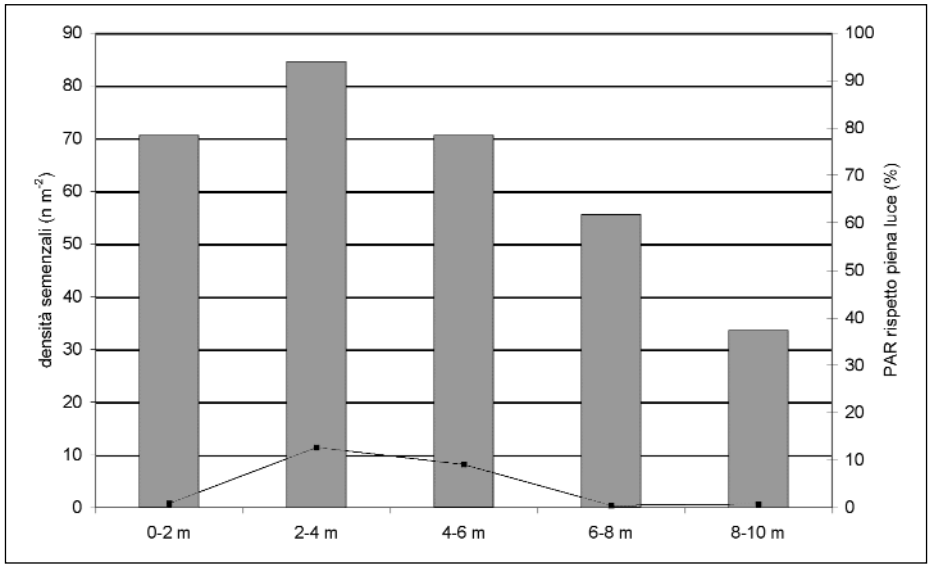


Fig. 7. Densità dei semenzali di 1-2 anni e andamento del PAR lungo il *transect* in una parcella sperimentale di Figurone.

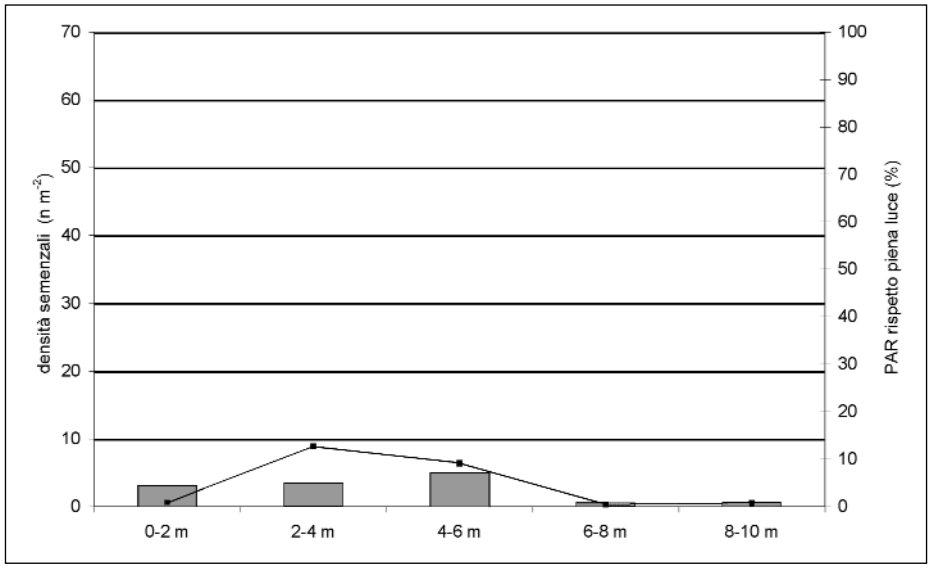


Fig. 8. Densità dei semenzali con età maggiore di 3 anni e andamento del PAR lungo il *transect* in una parcella sperimentale di Figurone.

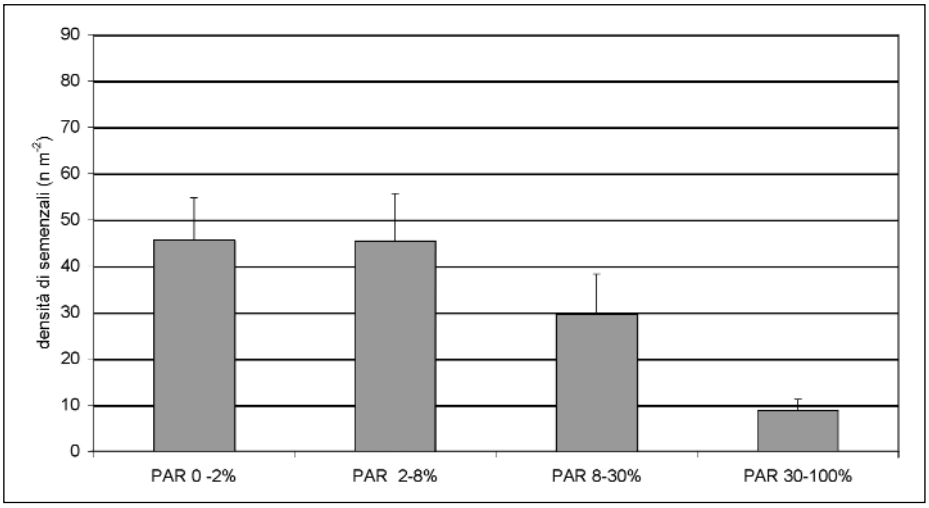


Fig. 9. Distribuzione dei semenzali di 1-2 anni in relazione a quattro condizioni di luminosità, in tutte le parcelle sperimentali delle due aree di studio.

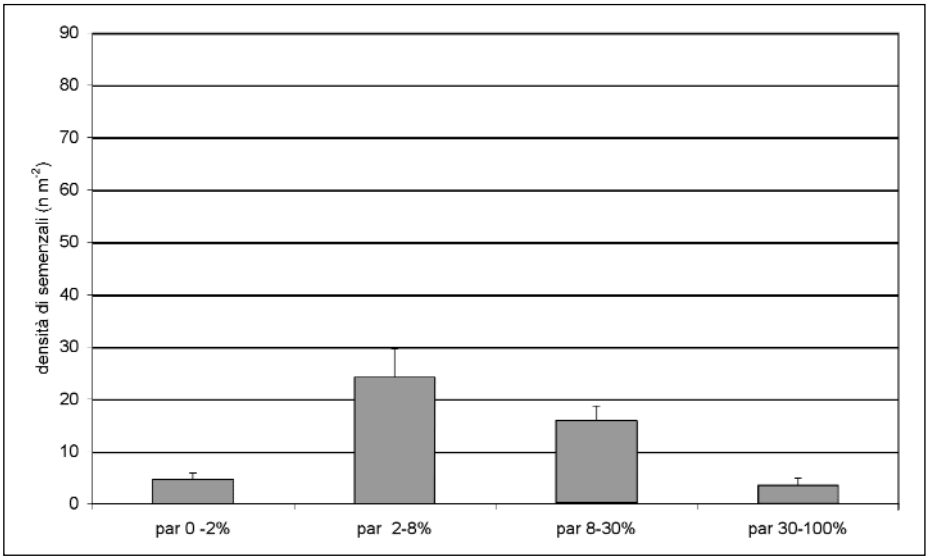


Fig. 10. Distribuzione dei semenzali di età maggiore a 3 anni in relazione a quattro condizioni di luminosità, in tutte le parcelle sperimentali delle due aree di studio.

3.3. Caratteristiche morfologiche dei semenzali

Dall'esame delle caratteristiche morfologiche dei semenzali si può rilevare che le potenzialità di rinnovazione del querceto caducifoglio sono molto differenti. Se da un lato lo sviluppo delle plantule di un anno è simile nelle due aree sperimentali, non essendo state riscontrate differenze significative sia nel confronto dei dati di biomassa (Fig. 11) che di quelli relativi allo sviluppo ipogeo, epigeo e diametrico (Figg. 12, 13a), d'altra parte i semenzali con età superiore a 5 anni mostrano un evidente stato di 'sofferenza' nell'area di Figurone: qui le plantule hanno prodotto una biomassa, delle foglie, del fusto e delle radici, molto scarsa, con valori simili a quelli registrati per i semenzali di un anno (Fig. 13b, 14 e 15). Invece, nelle parcelle sperimentali installate a Campo di Rota, con condizioni di luce più favorevoli, è stato osservato che i semenzali di età maggiore a 5 anni presentavano un buono sviluppo morfologico e una favorevole conformazione della chioma e delle radici.

4. Conclusioni

Dalle osservazioni compiute si possono trarre indicazioni utili sull'adattabilità e sul comportamento dei semenzali di quercia nelle prime fasi del loro sviluppo e, quindi, sulle condizioni che influenzano la rinnovazione naturale del querceto caducifoglio di Castelporziano.

È noto che le condizioni stazionali influiscono significativamente sullo stato di vigore della rinnovazione e determinano la possibilità o meno della sua affermazione; conferma di ciò si è avuta nella Tenuta dove si è osservato che il taglio colturale applicato in una delle aree studiate (Campo di Rota), consistito nel forte diradamento dello strato inferiore del bosco composto da ceduo di carpinella, erica e altre specie della macchia mediterranea, ha comportato un netto miglioramento delle condizioni stazionali e, quindi, favorito la rinnovazione: lo sviluppo dei semenzali di quercia di età pari o superiore a 5 anni, in quest'area della Tenuta, può essere considerato soddisfacente e, la densità di rinnovazione, all'interno delle aree recintate, è da ritenersi sufficiente per garantire la successione. Infatti, sono molti i fattori ecologici che possono influire sulla sopravvivenza e lo sviluppo della rinnovazione naturale, in particolare le condizioni di illuminazione al suolo determinate dalla copertura del soprassuolo adulto. Nel nostro caso, il grado di copertura del terreno ha influito fortemente sulla sopravvivenza dei semenzali delle querce confermando così la naturale eliofilia di queste specie.

La luce e le caratteristiche del suolo sono state prese in esame come fattori ecologici che interferiscono con il processo di successione anche in uno studio sulla rinnovazione naturale della farnia condotto nel bosco di Carpenedo, nella pianura veneta. Zagali (1997) ha rilevato, in parcelle sperimentali differenti per densità di semenzali, l'evoluzione della loro consistenza nel tempo nonché i parametri morfologici delle plantule; è stata accertato che la rinnovazione di farnia scompare nel-

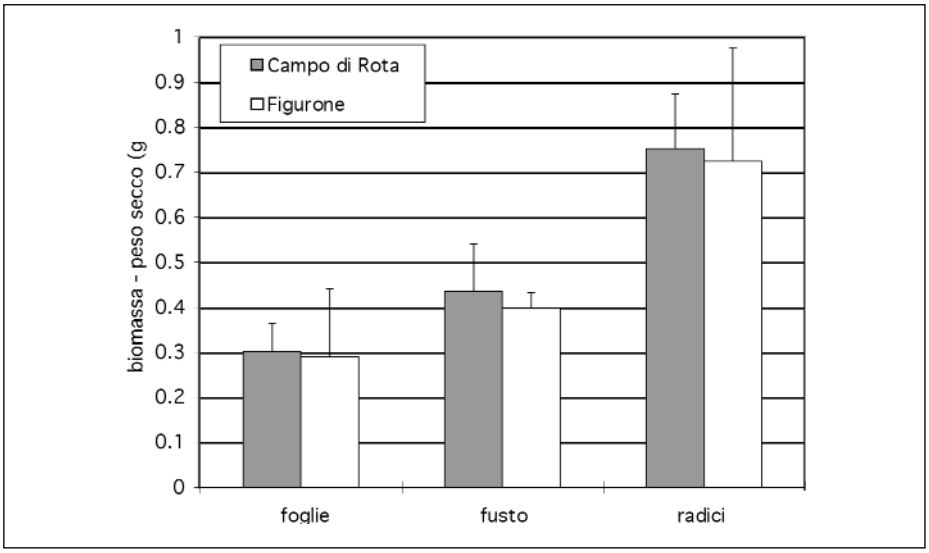


Fig. 11. Valori medi ed e.s. di biomassa delle foglie, del fusto e delle radici di semenzali di 1 anno appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

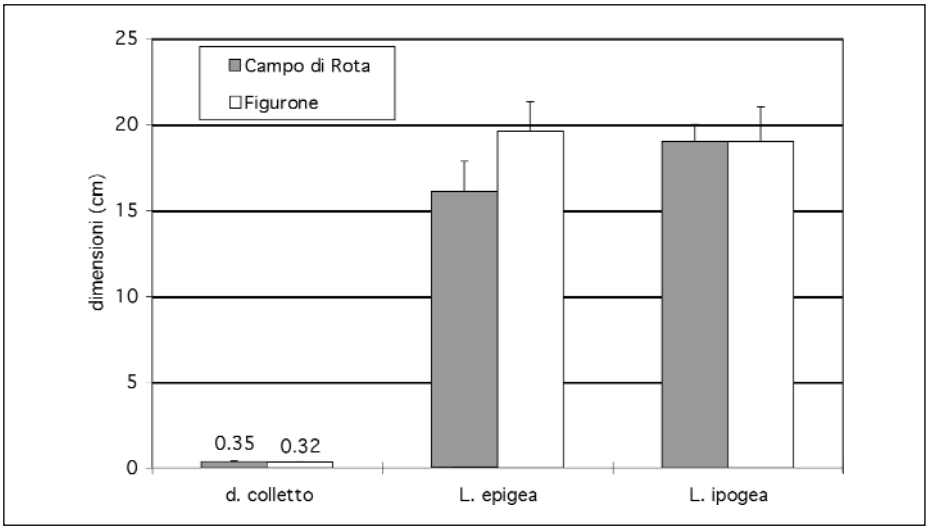


Fig. 12. Valori medi ed e.s. di diametro al colletto, lunghezza epigea ed ipogea misurati su semenzali di 1 anno appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

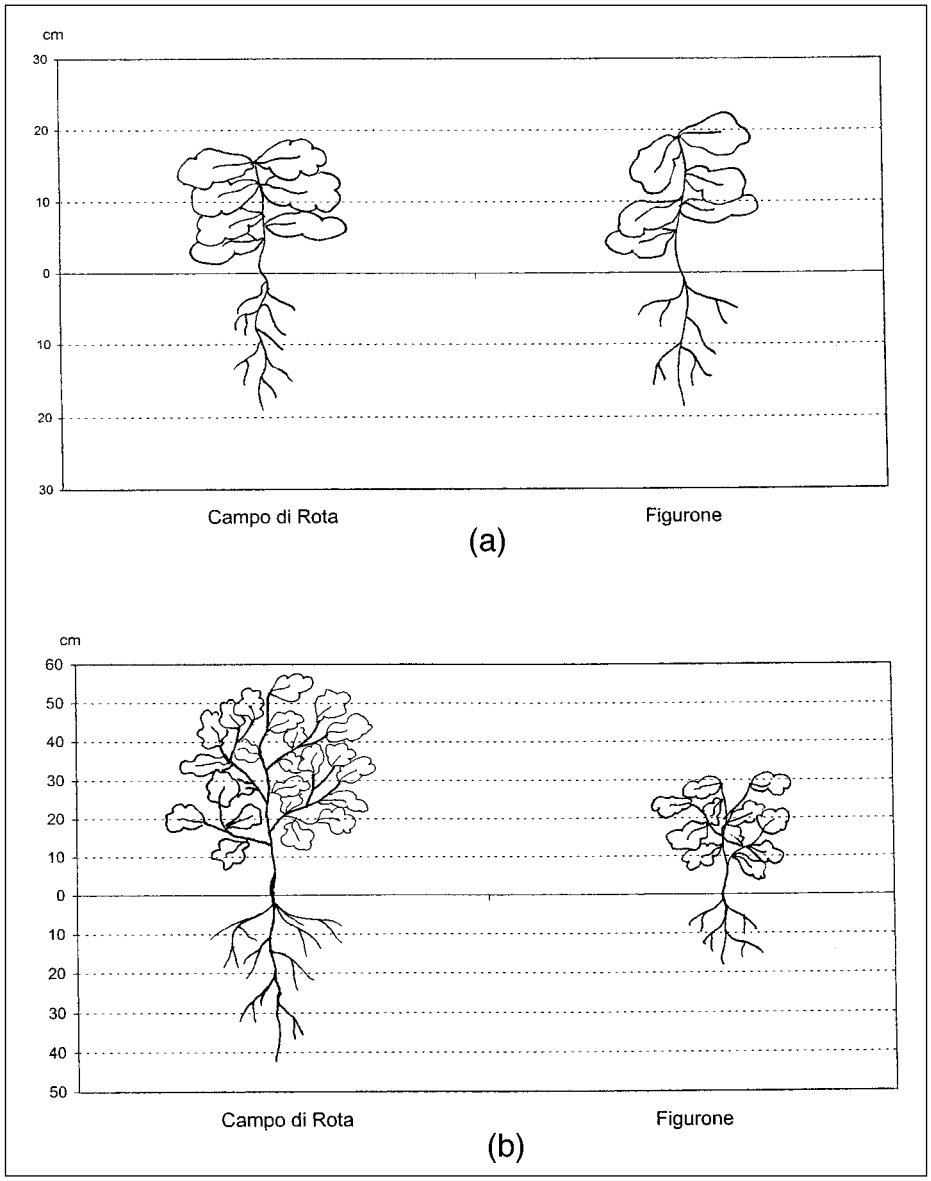


Fig. 13. Schema della morfologia dei semenzali di un anno (A) e di più di 5 anni (B) presenti nelle due aree di studio.

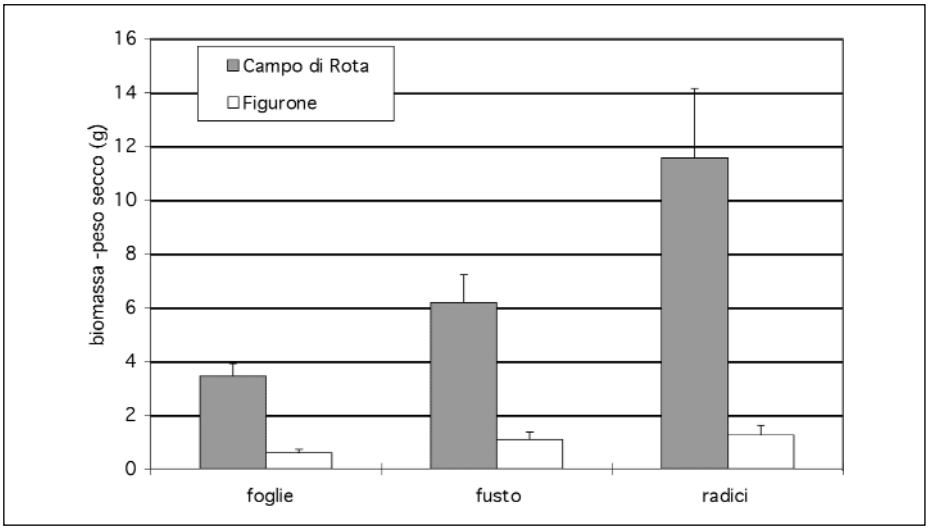


Fig. 14. Valori medi ed e.s. di biomassa delle foglie, del fusto e delle radici di semenzali di età maggiore a 5 anni appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

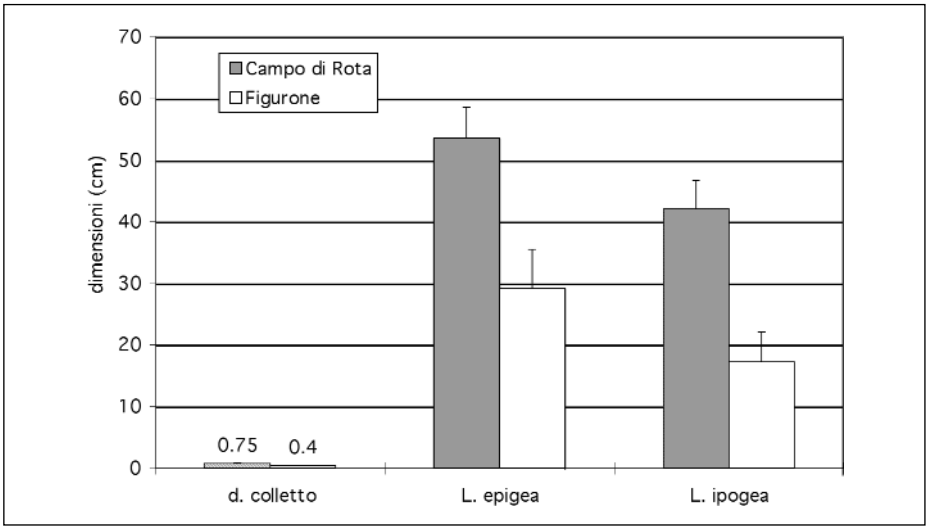


Fig. 15. Valori medi ed e.s. di diametro al colletto, lunghezza epigea ed ipogea misurati su un campione di semenzali di età maggiore a 5 anni appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

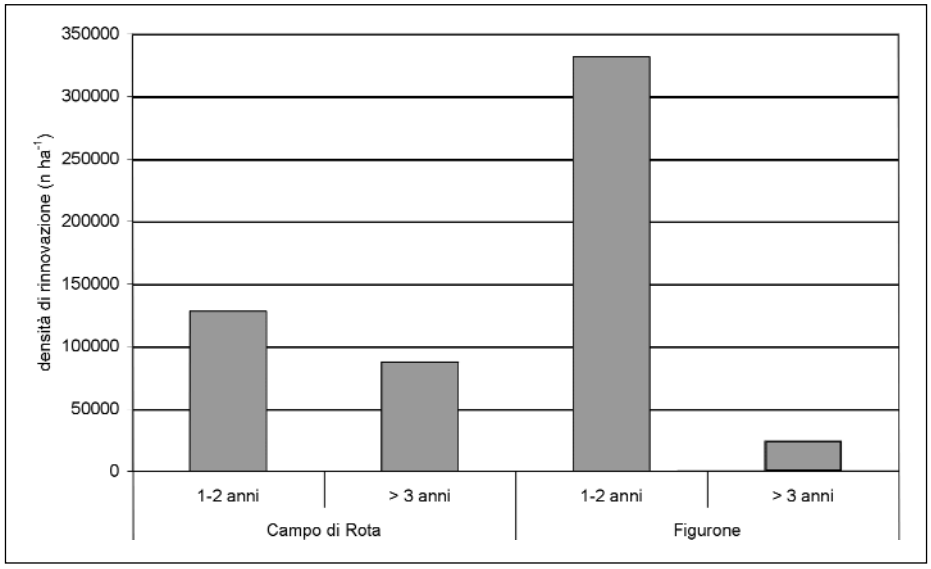


Fig. 16. Densità di rinnovazione naturale, distinta per classi di età, nelle parcelle sperimentali di Campo di Rota e di Figurone nella stagione vegetativa 1997.

l'arco di due anni dalla germinazione delle ghiande a causa delle cattive condizioni del suolo (ristagno idrico in inverno e scarsa risalita capillare durante l'estate), nonché del pH molto acido che è sfavorevole allo sviluppo della farnia e, ancora, per la mancanza di luce dovuta all'eccessiva densità della copertura arborea (40 m^2 ha^{-1} di area basimetrica). Anche per il bosco di Carpenedo si è quindi proposto di intervenire sul piano arboreo per ridurre l'eccessiva densità e sul piano inferiore mediante ripuliture e sfolli.

Nel caso di Castelporziano è interessante osservare che popolamenti simili per composizione specifica, età, condizioni edafiche e giacitura, ma differenti strutturalmente, mostrano una diversa potenzialità di rinnovazione. Il processo riproduttivo del querceto caducifoglio della Tenuta, infatti, sembra avere maggiori possibilità di affermazione nell'area di Campo di Rota dove l'intervento di diradamento sul piano dominato ha favorito un miglioramento del clima radiativo a livello del sottobosco e il conseguente aumento della sopravvivenza dei semenzali oltre i 3 anni di età (Fig. 16). Nelle particelle forestali con un più elevato grado di copertura, come nel caso dell'area del Figurone, la sopravvivenza della rinnovazione naturale delle querce caducifoglie è risultata molto ridotta e la qualità dei semenzali alquanto scadente.

BIBLIOGRAFIA

ABBATE G., BLASI C., SPADA F., SCOPPOLA A., *Analisi fitogeografica e sintassonomica dei querceti a* Quercus frainetto *dell'Italia centrale e meridionale*.

AMMER C., *Impact of ungulates on structure and dymanics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps*, «Forest Ecology and Management», *88*, 43-53 (1996).

ANONIM., *Relazione sul Piano di gestione per il decennio 1988-1997*. Tenuta di Castelporziano, 1988.

ARRIGONI P.V., *Ricerche sulle querce caducifoglie italiane*. 3. Quercus frainetto *Ten. in Toscana*, «Webbia», *29* (1), 87-103 (1994).

BERNETTI G., *Selvicoltura Speciale*. UTET, 1995.

CAMBINI A., *Micrografia comparata del genere* Quercus. CNR, Contributi scientifico-pratici per una migliore conoscenza ed utilizzazione del legno, Roma 1967.

CAPPELLI M., PANIGHEL E., RUSALEN C., *La rinnovazione della farnia nel bosco Olmé di Cessalto (Tv)*, «Monti e boschi», *5*, 11-16 (1987).

CASANOVA P., *Valutazione del carico teorico di cinghiali in alcuni ambienti tipici della Toscana*, «L'Italia forestale e montana», *2*, 73-88 (1988).

CONTOLI G., SPADA F., *Ricerche sulle querce caducifoglie italiane*. 2. *Su alcune stazioni a* Q. frainetto *ten. in comune di Montecastrilli*, «Webbia», *29* (1), 81-85 (1974).

CUTINI A., MATTEUCCI G., SCARASCIA MUGNOZZA G., *Estimation of leaf area index with the Li-Cor LAI 2000 in deciduous forests*, «Forest Ecology and Management», *105*, 55-65 (1998).

DE PHILIPPIS A., *Lezioni di Selvicoltura Speciale*. Università di Firenze. Facoltà di Agraria e Forestale, 1957.

DUPOUEY J.L., *Analyse multivariable de quelques caractères morphologiques de populations de chenes* (Quercus robur *L. et* Quercus petrae *(Matt.) Liebl.) du Hurepoix*, «Ann. Sci. for.», *40* (3), 265-282 (1983).

GISOTTI G., COLLAMARINI D., *Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano*, «Genio Rurale», *45* (9), 35-56 (1982).

GRATANI L., MARINUCCI C., *La Tenuta di Castelporziano*, «Natura e Montagna» *1*, 53-60 (1985a).

GRATANI L., MARINUCCI C., *Castelporziano*. Ed. COOPSIT, Frascati 1985b.

GRATANI L., MORICONI M., AMADORI M., *Distribuzione di elementi minerali in due aspetti a macchia presso Castelporziano (Roma)*, «Ann. Bot.», *39*, 297-307 (1981).

GROOT BRUINDERINK G.W.T.A., HAZEBROEK E., *Wild boar* (Sus scrofa scrofa *L.) rooting and forest regeneration on podzolic soils in the Netherlands*, «Forest Ecology and Management», *88*, 71-80 (1996).

HANLEY T.A., *Potential role of deer* (Cervidae) *as ecological indicators of forest management*, «Forest Ecology and Management», *88*, 199-204 (1996).

HARMER R., *Natural regeneration of broadleaved trees in Britain*. III. *Germination and establishment*, «Forestry», *68* (1), 1-9 (1995).

HUMPHREY J.W., SWAINE M.D., *Factors affecting the natural regeneration of* Quercus *in Scottish oakwoods*. I. *Competition from* Pteridium aquilinum, «J. of Appl. Ecol.», *34*, 577-584 (1997).

JARVIS, P.G., *The adaptability to light intensity of seedlings of* Quercus petraea *(Matt.) Liebl.*, «J. Ecol.», *52*, 545-571 (1964).

KOLB T.E., STEINER K.C., *Growth and Biomass Partitioning Response of Northern Red Oak Genotypes to Shading and Grass Root Competition*, «Forest Science», *36* (2), 293-303 (1990).

MONTELUCCI G., *Lineamenti della vegetazione del Lazio*, «Ann. Bot.», *35-36*, 1-107 (1976-77).

MOTTA R., *Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps*, «Forest Ecology and Management», *88*, 93-98 (1996).

NAPOLEONE J., *Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma)*, «Ann. Bot.», *30*, 33-46 (1970-71).

PERRIN H., *Il trattamento delle Foreste. Teoria e Pratica delle Tecniche selvicolturali*, in *Ecole Nationale des Eaux et Forets di Nancy*, Tomo II, 1954.

PIGNATTI S., *I boschi d'Italia*. UTET, 1998.

PIUSSI P., *Selvicoltura generale*. UTET, 1994.

SHAW M.W., *Factor affecting the natural regeneration of Sessile oak (Quercus petraea)*, in *North Wales*. I. *A preliminary study of acorn production, viability and losses*. «Jour. of Ecol.», *56*, 565-583 (1968).

SHAW M.W., *Factor affecting the natural regenration of Sessile oak (Quercus petraea)*, in *North Wales*. II. *Acorn losses and germination under field conditions*. «Jour. of Ecol.», *56*, 647-660 (1968).

SHAW M.W., *The reproductive characteristics of oak*, in *The British Oak*, M.G. Morris and F.H. Perring (Eds.) B.S.B.I./E.W. Classey Ltd., Faringdon 1974, pp. 162-181.

ZAGALI V., *La rinnovazione della farnia nel bosco di Carpenedo: analisi e valutazione circa la sopravvivenza delle plantule di* Quercus robur *nei primi anni di vita*. Università degli Studi di Padova. Tesi di dottorato in Ecologia Forestale IX ciclo, 1997.

GIAMPIERO TIRONE* – RITA FIORAVANTI*
RICCARDO VALENTINI* – GIUSEPPE SCARASCIA MUGNOZZA*

Monitoraggio dei flussi di carbonio in una lecceta della Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Sommario – Il presente lavoro costituisce una sintesi dei risultati ottenuti nell'ambito del progetto di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano con particolare riferimento ai flussi di anidride carbonica ed energia della foresta di leccio. Negli ultimi anni il ruolo delle foreste sul bilancio del carbonio globale è diventato evidente soprattutto in relazione alla loro capacità di fissazione del carbonio atmosferico. La ricerca oggetto del presentre lavoro ha mostrato come la lecceta di Castelporziano sia un significativo elemento di assorbimento di anidride carbonica. Infatti annualmente circa 6.7 t di carbonio per ettaro vengono assorbite dalla vegetazione. Nel presente lavoro viene anche discusso il ruolo del bilancio idrico e l'impatto sulla capacità di fissazione del carbonio.

Abstract – *Monitoring of carbon exchange in a* Quercus ilex *forest of Castelporziano*. The paper is a synthesis of results during the monitoring project of Presidential farm. The study on forest ecosystem productivity has become very important after the Kyoto Protocol to use the capacity of terrestrial ecosystem to absorb atmosferic CO_2. The biomass and wood growth of different species of a macchia forest stand were studied by model trees and transects. The paper describes also the net ecosystem exchanges of carbon dioxide for a mediterranean type forest (*Quercus ilex*) for tree years, measured by eddy covariance tecnique. Results indicate significant seasonal differences in the carbon exchange. Annual estimates of carbon sequestration from this ecosystem is 6.7 t C for hectar for year.

* Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (Di.S.A.F.Ri.), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

Il sito sperimentale

Lo studio dei flussi di carbonio e vapore acqueo rappresentano nel panorama scientifico internazionale un settore in fase di espansione. Ciò è dovuto in parte al miglioramento delle metodologie e delle strumentazioni necessarie ma soprattutto alla richiesta della comunità internazionale circa la conoscenza delle capacità degli ecosistemi terrestri, ed in particolare quelli forestali, di assorbimento e fissazione della CO_2 atmosferica. Le recenti disposizioni contenute nel Protocollo di Kyoto hanno rilanciato prepotentemente la necessità di conoscere le capacità produttive, in termini di carbonio assimilato, delle nostre foreste.

Il presente lavoro rientra in una più ampia ricerca realizzata all'interno del progetto CE-EUROFLUX (Long term carbon dioxide and water vapor fluxes of European forests and interaction with the Climate System), svoltosi nel periodo 1996-1998, che ha coinvolto 12 partner di 8 Paesi europei nella gestione di 13 stazioni di monitoraggio. L'intera mole di dati è stata successivamente inserita in un data-base che raccoglie tutte le analisi biometriche, meteorologiche, micrometeorologiche e strutturali dei siti del progetto. Delle tre stazioni situate in Italia una si trova all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).

L'aera di studio

L'area sperimentale denominata «Scoponcino» (41° 45' N, 12° 22' E, 5 m s.l.m.) è costituita da un popolamento in avviamento ad alto fusto di *Quercus ilex* L., derivante da un ceduo invecchiato, avente un età di 54 anni. Il popolamento è costituito da uno strato dominante a *Quercus ilex* L., caratterizzato da un'altezza media di 12.5 m e da un diametro medio di 16 cm, e dalla presenza sporadica di *Quercus suber* L. e *Fraxinus ornus* L. Lo strato arbustivo è costituito principalmente da *Phillyrea latifolia* L*., Pistacia lentiscus* L., *Erica Arborea* L. e da polloni dominati di *Quercus ilex* L.

La biomassa del popolamento risulta pari a 113 t ha^{-1} . L'attuale popolamento forestale ha avuto origine in seguito ad un incendio che nel 1944 ha percorso l'intera area e nel 1985 è stato sottoposto al primo trattamento di avviamento ad alto fusto. L'intera area della Tenuta, non più soggetta a tagli commerciali, consente di studiare l'evoluzione naturale e la graduale rinaturalizzazione effettuata dall'uomo, dei boschi mediterranei costieri in relazione ad una nuova funzione, quella di essere elementi caratterizzati da un elevato assorbimento di carbonio.

Le caratteristiche climatiche (temperatura media annua 15.6°, precipitazione media annua 780 mm), pedologiche (regosuolo sabbioso calcareo, profondità 20-50) e idrologiche (falda alta) lasciano supporre condizioni ottimali per la crescita delle piante e conseguentemente in grado di accumulare elevate quantità di carbonio.

L'area è stata utilizzata inizialmente per il campionamento delle emissioni di

terpeni nell'ambito del progetto CE-BEMA (95-96) e successivamente è stata realizzata la stazione di monitoraggio grazie al progetto CE-EUROFLUX (Long term carbon dioxide and water vapor fluxes of European forests and interaction with the Climate System) (1996-1998). Attualmente il sito fa parte della rete di monitoraggio di lungo periodo inserito nel progetto CE-CARBOEUROFLUX (2000-2003).

La stazione di monitoraggio

Il sito sperimentale è costituito da una stazione di rilevamento dei dati meteorologici e micrometeorologici montata su una torre alta 15 metri e svettante sopra le chiome, su cui è montato, a 10 metri, un palo estensibile per giungere ad un'altezza complessiva di 19-20 m. La temperatura dell'aria viene misurata a 5 diversi livelli: al disopra delle chiome (18.1 m), all'altezza delle chiome (13 m), a metà dello spessore delle chiome (10.5 m), a 7 m e a 2.5 m dal suolo. All'altezza delle chiome viene rilevata anche l'umidità dell'aria, la precipitazione, la Radiazione netta, la Radiazione Diffusa e la Radiazione Fotosinteticamente attiva (PAR). La velocità e la direzione del vento vengono misurata al di sopra delle chiome (18.1 m), mediante un'anemometro sonico tridimensionale Gill R2, mentre per determinare l'effetto della copertura sul vento sono state installati due sensori di velocità a 11 m e 8 m dal suolo. Nel suolo sono installati cinque sensori di cui due di temperatura a –0.05 m e –0.30 m, due piastrine di flusso di calore (REBS, USA) alla stessa profondità e un sensore di umidità relativa a –0.15 m. Tutti i dati sono raccolti ogni 10 secondi e mediati ogni mezz'ora tramite un data-logger Campbell CR-10 (fig.1).

Gli scambi di CO_2, H_2O ed energia vengono calcolati attraverso la tecnica Eddy Correlation. Le misure in continuo dei flussi di CO_2 mediante la tecnica Eddy Correlation, è attualmente la sola metodologia utilizzabile per stimare direttamente la produzione netta dell'ecosistema (NEP), quest'ultima risulta essere il punto critico nello studio del bilancio del carbonio di un ecosistema (Valentini *et al.*, 1998).

Il sistema è costituito oltre che dall'anemometro sonico già citato, da un analizzatore di gas ad infrarosso, a cammino chiuso, Licor 6262 (IRGA), situato a 12 m dal suolo e collegato ad una pompa a 12V con portata di 8 lt/min, che aspira aria a 10 cm dal sensore dell'anemometro. I dati dei due strumenti vengono inviati ad un computer portatile situato ai piedi della torre ed elaborati in tempo reale dal softwer E.F.I.S. realizzato dalla ACSI informatica di Roma. Nel marzo del 2000 è stato installato un nuovo software di acquisizione, realizzato dal Dott. Giovanni Manca del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse, Università della Tuscia, Viterbo, che ha consentito di portare a 29 i minuti di acquisizione ogni mezz'ora.

La frequenza di campionamento degli strumenti è di 10 Hz al secondo e tutti i dati vengono registrati ed immagazzinati per essere successivamente utilizzati da

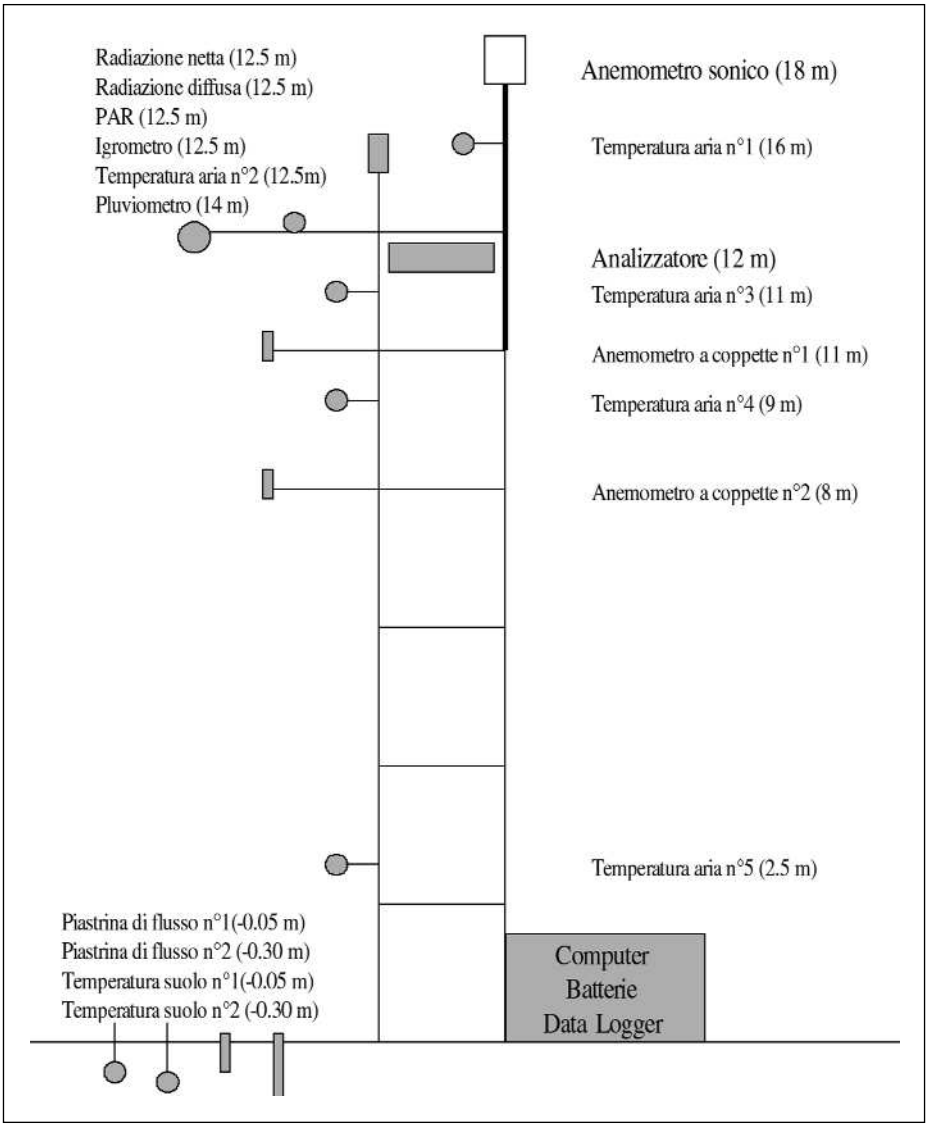


Fig. 1. Disposizione dei sensori sulla torre.

un secondo softweare di correzione. L'acquisizione di dati è continua, 24 ore su 24, per tutti i giorni dell'anno dalla metà di luglio '96 ad oggi con qualche interruzione dovuta a problemi strumentali. I dati riguardanti l'anno 1999 sono purtroppo andati perduti.

Negli anni '96 e '97 sono stati utilizzati 6 sensori di flusso di linfa, tipo S.H.B. (Stem Heart Balance) realizzati presso il laboratorio di Ecologia Forestale ed installati su altrettante piante di leccio di tre differenti classi diametriche per studiare l'andamento di questi flussi, in relazione alle disponibilità idriche e allo stato fisiologico delle piante. La frequenza di campionamento è stata la medesima dei dati meteorologici.

L'energia all'intero sistema viene fornita da 10 pannelli solari, da 80W ognuno (Helios, Italia), installati all'ultimo piano della torre e collegati ad un regolatore di carica che mantiene costante il livello delle 6 batterie da 240 Ah da cui si alimenta la strumentazione. Per il solo periodo invernale è disponibile un generatore di emergenza che, controllato dal data-logger, si accende solo quando le batterie scendono sotto gli 11.3 V.

L'analisi dell'umidità del suolo è stata effettuata anche mediante campagne di misura, susseguitesi ogni 15 giorni, utilizzando la tecnica TDR, attraverso lo strumento portatile Trime (Trime IMKO, Gmbh, Germania) che ha consentito di misurare i livelli di umidità a tre diverse profondità: 0-20 cm, 30-50 cm e 70-90 cm.

Sono stati infatti inseriti nel suolo dei tubi in resina, della profondità di 100 cm, nei quali si inseriva la sonda che effettuava misure integrate su intervalli di 20 cm.

Per completare lo studio sulle variazioni stagionali e annuali e sul bilancio del carbonio è stato necessario considerare anche la respirazione del suolo. La misura di questa componente è stata effettuta mediante l'uso di una cuvetta a sistema chiuso (EGM, PPSystem, U.K.) ogni 15 giorni c.a. su 28 punti distinti in quattro categorie, di cui 14 recintati per evitare il rimescolamento della lettiera e degli strati superficiali del suolo da parte della fauna selvatica. Nei medesimi punti di misura venivano acquisiti, contemporaneamente al dato di respirazione, quelli di umidità relativa (a 15 cm) e di temperatura del suolo (a 20 cm) (Dore *et al.*, 1997).

L'indice di area fogliare (LAI, $m^2\ m^{-2}$) è stato oggetto di una campagna di misure, utilizzando lo strumento LAI-2000 (LICOR, USA), nel periodo 96-97 ed è risultato costante nelle diverse stagioni attestandosi su valori di 3.2 –3.8 $m^2\ m^{-2}$ (Greco, 1998).

Andamenti giornalieri e mensili dei flussi di carbonio

A titolo esemplificativo si riportano gli andamenti giornalieri del flusso di carbonio per 4 giornate tipiche, una per ogni stagione, per gli anni 1997 e 1998 (Tirone *et al.*, 2000) (Fig. 2 e 3) e per 3 giornate per l'anno 2000 (fig. 4). I giorni utilizzati sono tutti caratterizzati da condizioni ambientali stabili, temperature nei

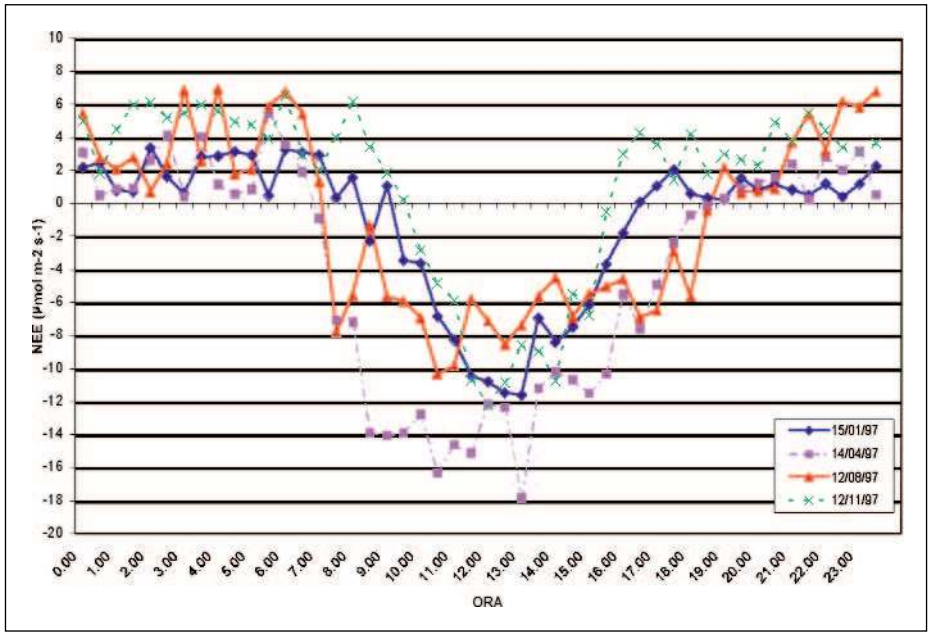


Fig. 2. Andamento giornaliero dello scambio netto dell'ecosistema (NEE, anno 1997).

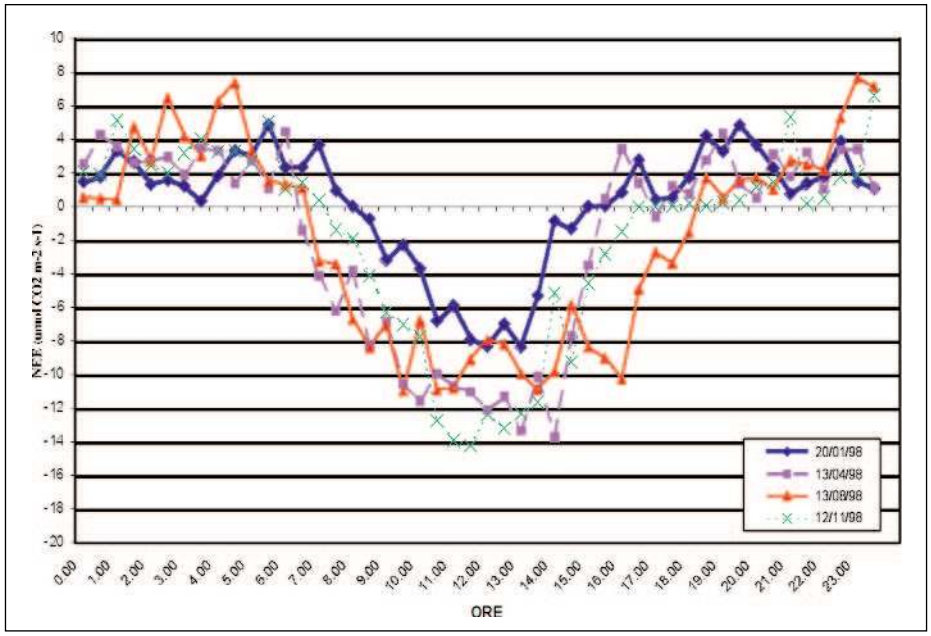


Fig. 3. Andamento giornaliero dello scambio netto dell'ecosistema (NEE, anno 1998).

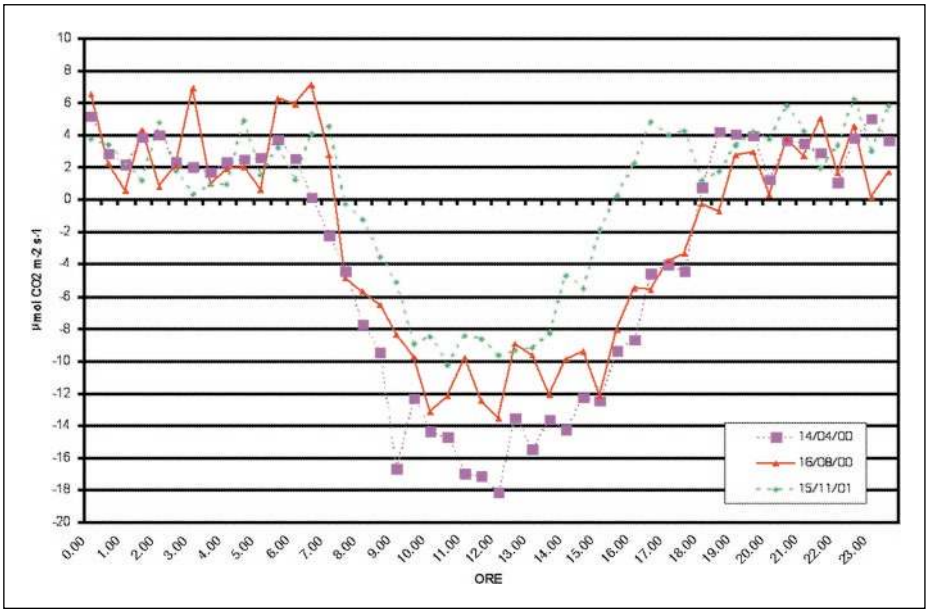


Fig. 4. Andamento giornaliero dello scambio netto dell'ecosistema (NEE, anno 2000).

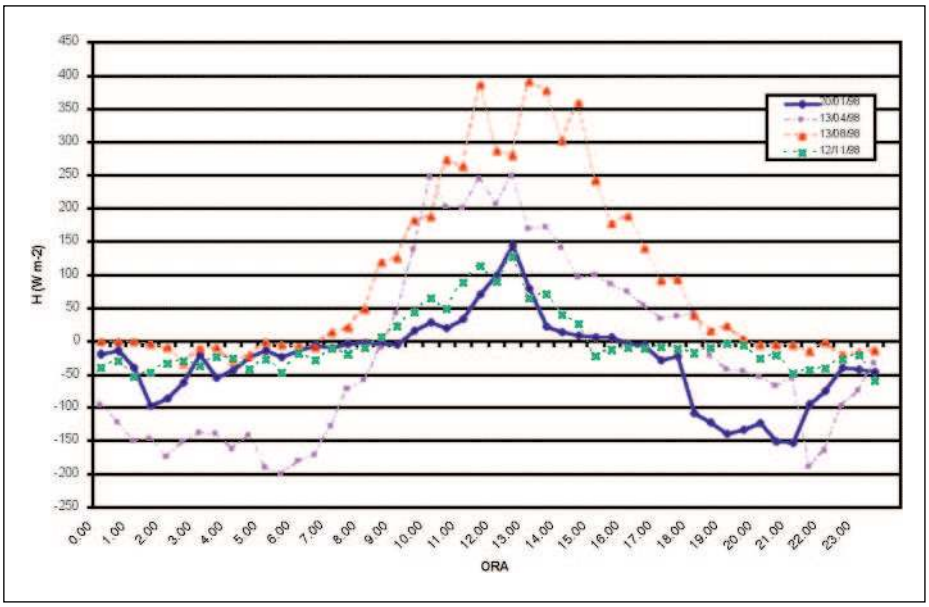


Fig. 5. Andamento giornaliero del flusso di Calore sensibile (H, anno 1998).

range mensili e assenza di precipitazioni. Si può constatare come i valori di assimilazione giornalieri non variano molto nel corso delle differenti stagioni, mentre il periodo giornaliero di assimilazione e quindi di fotosintesi varia al variare delle condizioni di disponibilità luminosa. Si riporta inoltre, a titolo di esempio, l'andamento giornaliero, per le quattro giornate del 1998, del Calore Sensibile (H) (fig. 5). In tutti e tre gli anni i valori massimi di assimilazione istantanea si raggiungono nei mesi di aprile e giugno con picchi di –19 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} . I valori massimi di emissione notturna si verificano in maggio ed ottobre con valori compresi tra 8 e 11 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} . Il valore massimo assoluto riscontrato nei vari anni si attesta su –21 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} riscontrato sempre nel mese di giugno.

Gli andamenti mensili risultano piuttosto omogenei con alcune variazioni che si accentuano soprattutto nella stagione estiva in base all'andamento pluviometrico. Il mese di giugno '00 ha un valore superiore di circa il 30% (86.54 g C m^{-2} $mese^{-1}$) rispetto allo stesso periodo degli anni '97 (62.86 54 g C m^{-2} $mese^{-1}$) e '98 (62.28 g C m^{-2} $mese^{-1}$) a causa di un prolungato periodo di precipitazioni che ha interessato la parte centrale del mese. Una situazione simile si è verificata nel mese di luglio del '98 e del '00 che risultano superiori al valore riscontrato nel '97.

Si riportano in fine gli andamenti mensili dello scambio netto di ecosistema (NEE) e di Calore Latente (LE) e Calore Sensibile (H) per il mese di luglio 2000 (fig. 6 e 7).

Bilancio annuale dei flussi di carbonio

L'analisi degli andamenti mensili e annuali effettuata nei tre anni di misura (97, 98, 00) ha portato a dei risultati molto omogenei e comparabili. I valori giornalieri cumulati di assimilazione di carbonio (g C giorno m^{-2}) sono illustrati nella figura 6 dove si possono confrontare gli andamenti per gli anni 97 e 98 dei 365 giorni dell'anno (fig. 8). La differenza finale annua è di circa 51 g C m^{-2} a vantaggio dell'anno 1998; tale differenza risulta concentrata essenzialmente nei mesi estivi durante i quali, nel 1998, si è registrato una più favorevole di disponibilità idrica (Tirone *et al.*, 2000). Per l'anno 2000 la raccolta dati è iniziata il 1° di marzo.

L'assimilazione annuale di carbonio risulta essere pari a 546.684 g C m^{-2} $anno^{-1}$ per l'anno 1997 (con 50 giorni positivi) e 597.666 g C m^{-2} $anno^{-1}$ per l'anno 1998 (con 45 giorni positivi). Il trend di assimilazione mensile risulta negativo durante tutto l'anno senza alcun periodo di interruzione (fig. 9).

La lecceta si rivela quindi un ottimo *sink* che, pur non raggiungendo i valori giornalieri di altre formazioni forestali (ad esempio le faggete appenniniche, dove si riscontrano valori di NEE (Net Ecosystem Exchange) compresi tra –20 e –40 μmol CO_2 m^{-2} s^{-1} (Matteucci *et al.*, 1999) mantiene quasi invariata la sua capacità durante tutto l'anno. Anche l'andamento dell'anno 2000 mostra la stessa tipologia degli anni precedenti, caratterizzati da una forte riduzione dell'assimilazione nel periodo

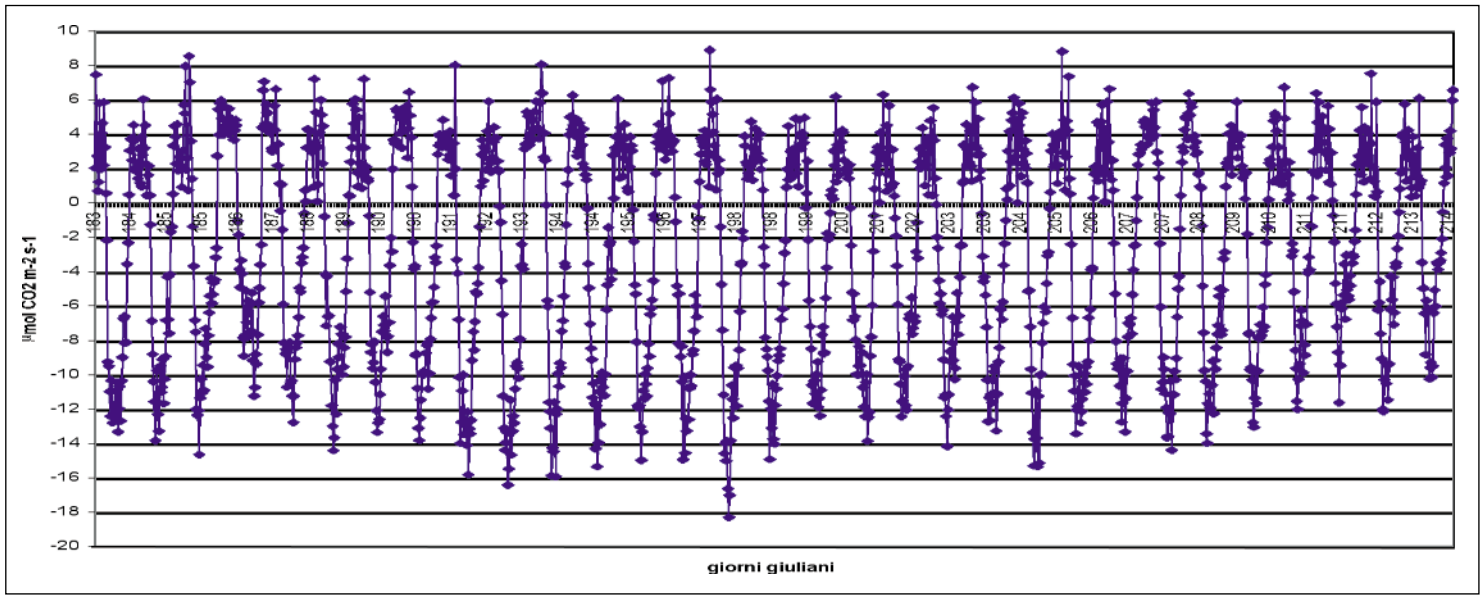


Fig. 6. Andamento mensile del flusso di CO_2 nel mese di luglio 200.

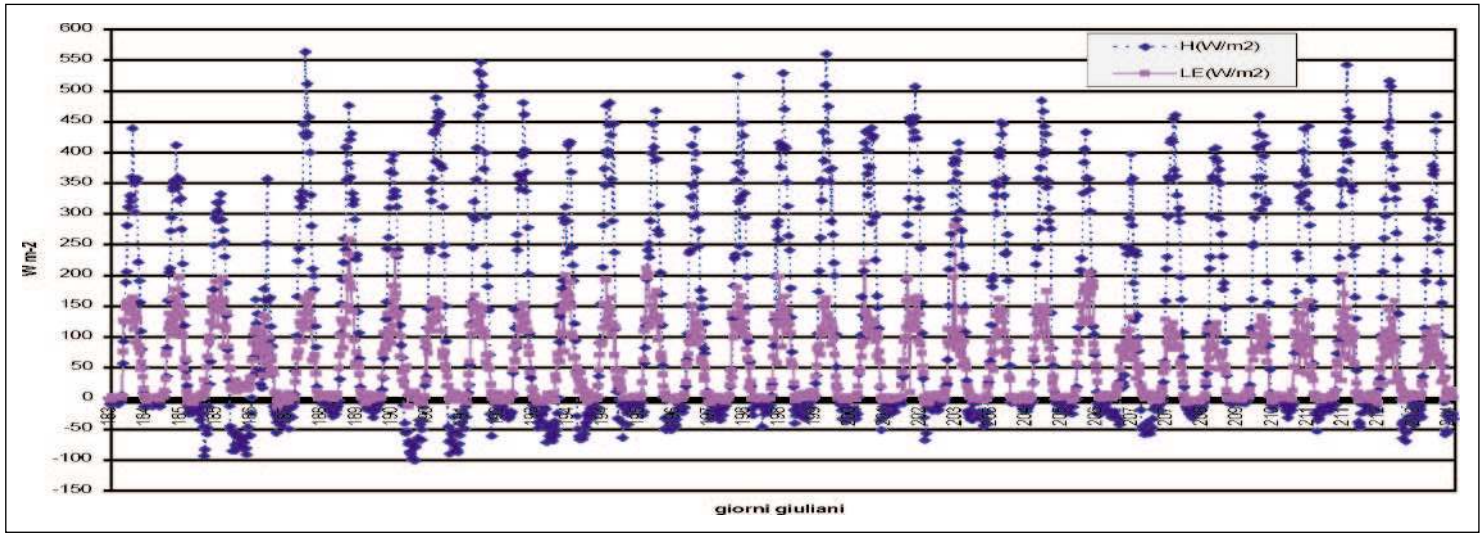


Fig. 7. Andamento mensile dei flussi di calore Latente e calore Sensibile nel mese di luglio 2000.

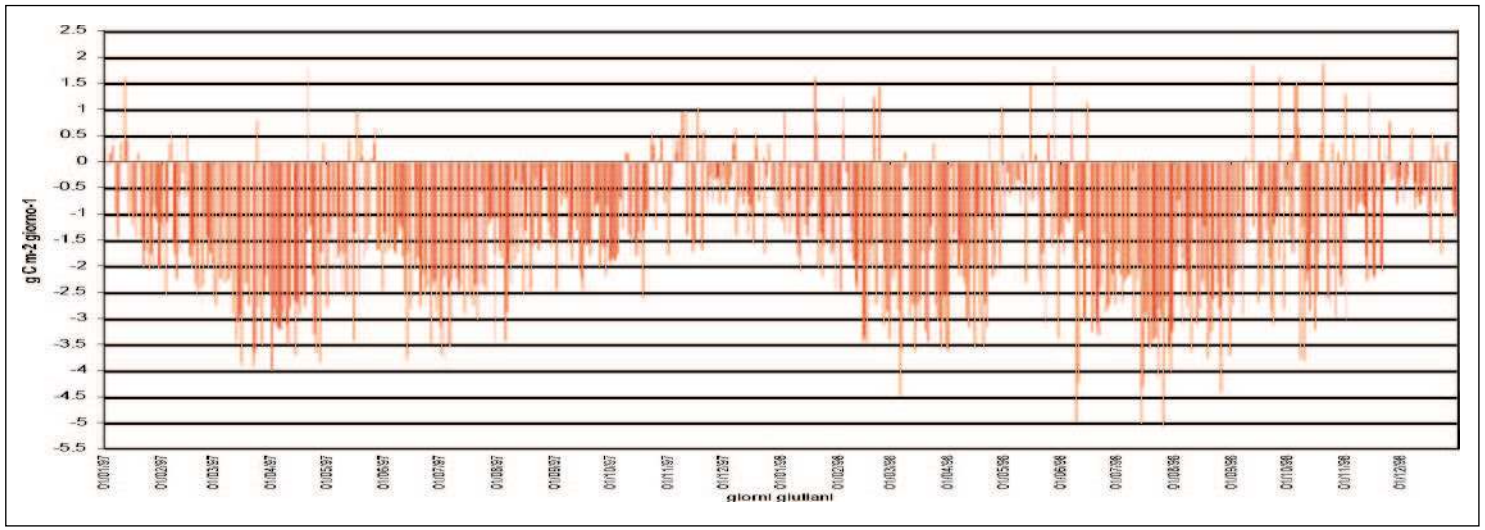


Fig. 8. Andamento giornaliero cumulato di NEE degli anni 1997 e 1998.

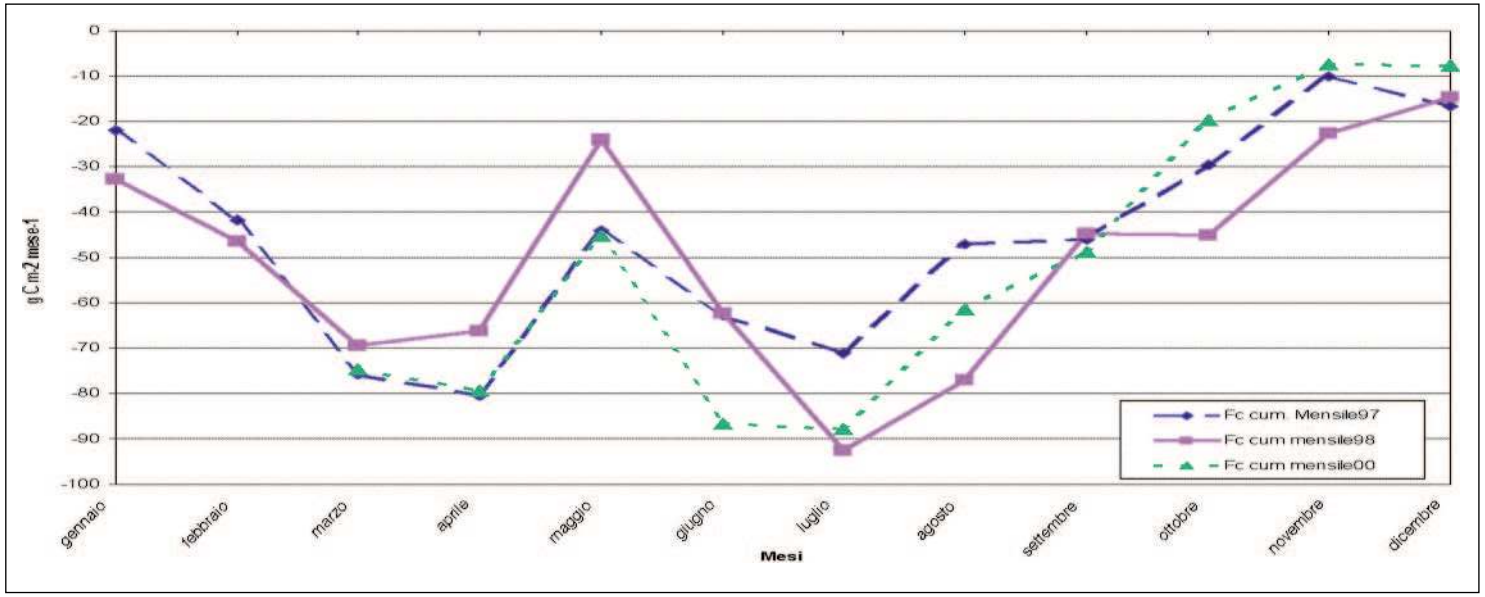


Fig. 9. Andamento cumulato mensile di NEE per gli anni 1997, 1998 e 200.

compreso tra la fine di aprile e l'inizio di maggio. Il valore di NEE per il 2000, per il periodo marzo-dicembre, risulta essere di 514.84 g C m^{-2} $anno^{-1}$ confrontabile con i rispettivi periodi del 97 e 98 che risultano avere valori di 483.68 g C m^{-2} $anno^{-1}$ e 518.67 g C m^{-2} $anno^{-1}$. La media dei valori annuali di assimilazione di carbonio risulta essere di 572.45 g C m^{-2} $anno^{-1}$ ovvero 5.72 t C. ha^{-1} $anno^{-1}$.

I valori annuali di scambio netto di ecosistema (NEE) sono confrontabili con quelli derivanti dallo studio della biomassa del popolamento e del suo accrescimento, rilevati nei medesimi anni (Fioravanti R., 1998. Tesi di laurea).

L'analisi della biomassa, della distribuzione spaziale e degli accrescimenti annuali è stata effettuata mediante tre aree di saggio, ciascuna di 400 m^2, e l'analisi di 9 alberi modello. Per il calcolo della produzione di radici fine è stato utilizzato un campionamento con le bags dividendo il suolo in tre strati.

La biomassa secca della lecceta, escluso gli apparati radicali ma includendo le radici fini, risulta essere di 113.22 t ha^{-1} così divise: 7.86 t ha^{-1} di foglie, 2.76 t ha^{-1} di ramaglie, 15.17 t ha^{-1} di rami, 77.88 t ha^{-1} di fusti, 3.6 t ha^{-1} di radici piccole (2-5 mm) e 5.95 t ha^{-1} di radici fini (< 2 mm).

La produttività totale di sostanza secca del popolamento è stata stimata pari a 16.33 t ha^{-1} $anno^{-1}$, a cui corrisponde una quantità di carbonio pari a 8.8 t ha^{-1} $anno^{-1}$.

Nelle tabelle n° 1 e n° 2 si riportano le quantità di carbonio e di sostanza secca immagazzinata dalle diverse componenti che partecipano alla produttività annua. Nel calcolo della produttività sono stati inseriti sia la produzione di ghiande sia quella di radici fini. Se si considera solo la componente epigea la produttività risulta pari a 10.38 t ha^{-1} $anno^{-1}$ di sostanza secca, valore che risulta superiore a quello riportato da Bruno *et al.* (1976) per la stessa stazione (circa 9 t ha^{-1} $anno^{-1}$).

Tab. 1 - *Produttività annua di carbonio t ha^{-1} anno $^{-1}$ (98).*

Rami + Fusto	2.85
Rametti	0.59
Foglie	1.51
Radici fini (<2mm)	3.25
Ghiande	0.69
Totale	8.89

Tab. 2 - *Produttività annua s.s. t ha^{-1} anno $^{-1}$ (98).*

Rami + Fusto	5.18
Rametti	1.07
Foglie	2.74
Radici fini (<2mm)	5.95
Ghiande	1.39
Totale	16.63

Il valore proveniente dalle stime di biomassa rappresenta la produttività primaria netta al netto delle perdite per decomposizione eterotrofa. Se si assume che la produzione di lettiera annua epigea e quella radicale vengano decomposte nell'anno si ottiene un accumulo pari 4.95 t C ha^{-1} $anno^{-1}$ che risulterebbe inferiore al valore calcolato con la tecnica eddy covariance (5.72) (Tirone *et al.*, 2000). Và però considerato che attualmente mancano i dati di produttività e di biomassa degli apparati radicali (escluse le radici piccole e fine).

BIBLIOGRAFIA

BRUNO F., GRATANI L., MANES F., *Primi dati sulla biomassa e produttività della lecceta di Castelporziano (Roma): biomassa e produzione di* Quercus ilex, «Annali di Botanica», *35-36*, 109-117 (1976-1977).

DORE S., *Bilancio del carbonio di una faggeta dell'Appennino Centro-Meridionale*. Tesi di Laurea, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo 1995.

DORE S., MURATORE G., TIRONE G., *Emissioni di Anidride carbonica dal suolo: confronto tra una faggeta e una lecceta*, in Atti I Congresso S.I.S.E.F.: *La ricerca italiana per le foreste e la selvicoltura*. Legnaro (PD), 1997, pp. 57-62.

MATTEUCCI G., DE ANGELIS P., DORE S., MASCI A., VALENTINI R., SCARASCIA MUGNOZZA G.E., *Il bilancio del carbonio nelle faggete: dall'albero all'ecosistema*, in Scarascia Mugnozza G.E., Ed., *Ecologia strutturale e funzionale di faggete italiane*, Bologna 1999, pp. 133-181.

TIRONE G., VALENTINI R., DORE S., *Variazioni stagionali e annuali dei flussi di carbonio di un ecosistema forestale mediterraneo della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*, in Atti II congresso S.I.S.E.F.: *Applicazioni e prospettive per la ricerca forestale italiana*, 2000, pp. 381-385.

VALENTINI R., BALDOCCHI D.D., TENHUNEN J.D., *Ecological controls on land-surface atmospheric interactions*, in Tenhunen J.D., Kabat P., Ed., *Integrating hydrology, Ecosystem dynamics, and Biogeochemistry in complex landscape*, Dahlem Workshop Reports, Chichester 1999, pp. 117-146.

VALENTINI R., SCARASCIA MUGNOZZA G.T., DE ANGELIS P., BIMBI R., *An experimental test of the Eddy correlation technique over Mediterranean macchia canopy*, «Plant Cell. Env.», *14*, 987-994 (1991).

PIETRO M. BIANCO * – LAURA COSTANZO * – MANUELA DE LILLIS ***
ALEANDRO TINELLI **

Evoluzione floristica e vegetazionale nella riqualificazione delle dune costiere

Sommario – Si presentano i dati relativi alla variazione del numero di specie, alla comparsa di comunità vegetali della serie alopsammofila e ai cambiamenti di dimensioni in 40 dune artificiali nel corso di 5 anni di osservazioni. Si è osservata una graduale colonizzazione da parte delle specie delle comunità naturali e un abbassamento diversificato in funzione della distanza dal mare. Le specie comparse sono coerenti con l'habitat dunale.

Abstract – *Floristic and vegetational development in restoration of coastal dunes*. The data concerning the variation in the number of species, the feature of vegetal communities of alopsammophilous series and dimensional variation in 40 artificial dunes during 5 years of study are presented. A gradual colonization by the new species of natural communities and a decrease of hig in the dependance upon the distance from the sea are observed. The new species are coherent with dunal habitat.

Introduzione

In Europa i sistemi dunali che caratterizzavano le coste sabbiose sono ovunque minacciati dalle attività umane nonostante il loro grande valore paesaggistico e ambientale e la loro importanza nella stabilizzazione delle coste. Si tratta di ambienti caratterizzati da comunità ben differenziate dal punto di vista ecologico che, seguendo i gradienti relativi alla distanza dal mare e all'accumulo di sostanza organica nel suolo, vanno dalle specie pioniere della spiaggia, alla macchia costiera delle dune stabilizzate, fino ai boschi retrodunali (Van Der Marel, 1993; De Lillis, 1998).

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma «La Sapienza».
** Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma.
*** Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, Isernia.

Ma nonostante i ripetuti appelli di cittadini e autorità scientifiche ormai tutte le comunità vegetali che caratterizzavano i sistemi dunali europei sono scomparse su ampi tratti costieri o comunque sottoposte a un pesantissimo impatto antropico. Le coste mediterranee, aree popolate da migliaia di anni, in particolare, hanno subito negli ultimi decenni il durissimo impatto del turismo di massa e il moltiplicarsi di impianti industriali e strutture portuali. Grandi estensioni di costa hanno completamente cambiato aspetto nell'arco della durata di una vita umana perdendo ogni caratteristica naturale: in trent'anni sono scomparse circa il 75% delle dune mediterranee (Gehu, 1985; Salman e Strating, 1992).

Anche a Castelporziano l'area dunale ha subito un forte impatto a causa dell'uso di mezzi pesanti per gli interventi di ripulitura dell'arenile e per la realizzazione di stabilimenti balneari, soprattutto nella zona delle dune mobili prospiciente la battigia. La serie delle dune risulta quindi per buona parte dei tre chilometri di litorale inclusi nella Tenuta disarticolata e frammentata. In particolare risulta molto rarefatta la vegetazione delle dune embrionali e mobili.

Per recuperare questi ambienti sono state costruite nel mese di giugno del 1995 quaranta dune artificiali in 3 diverse zone lungo la fascia costiera della Tenuta Presidenziale utilizzando sabbia di uguale granulometria proveniente dalla stessa zona per evitare la contaminazione con semi di altre aree. Anche gli esemplari di *Ammophila* sono stati ottenuti da semi e cespi provvenienti da popolamenti locali. Si sono analizzati dopo quattro anni gli andamenti delle specie e dell'altezza, la copertura vegetale raggiunta e, ove possibile, il numero di individui per ciascuna specie.

Area di studio e metodi

Le 40 dune sono state costruite lungo due fasce situate una a più di 70 metri dalla battigia, l'altra a meno di 50 metri. In 38 dune sono stati impiantati 20 individui di *Ammophila arenaria* mentre due sono state lasciate prive di vegetazione. Le aree interessate dagli interventi di riqualificazione ambientale sono state analizzate nel corso di 4 anni (1996-2000), registrando periodicamente le specie presenti, la copertura vegetale, il numero di individui di *Ammophila* e l'altezza delle dune, ai fini di individuare variazioni della composizione floristica, evoluzione verso comunità coerenti con l'habitat e variazioni dimensionali, anche in relazione alla distanza dal mare.

Risultati

Dopo 5 anni dall'installazione le venti dune osservate presentano oltre ad *Ammophila*, in parte piantata e che ha colonizzato anche una delle dune lasciate inizialmente prive di vegetazione, 15 specie nuove:

Anthemis maritima
Elymus farctus (= Agropyron junceum)

Ononis variegata
Eryngium maritimum
Cyperus kalii
Calystegia soldanella
Echinophora spinosa
Cakile maritima
Raphanus raphanister subsp. landra
Xanthium i.
Euphorbia peplis
Crucianella maritima
Cutandia maritima
Sporobolus pungens

Queste sono specie indicatrici delle classi di vegetazione *Cakiletea*, *Ammophiletea* e *Crucianelletea* pertinenti per le aree in esame (Lucchese e Pignatti, 1990; Vagge e Biondi, 1999).

Ponendo in relazione la superficie con il numero di specie (fig. 1) si osservano 3 classi di frequenza:

Classe 1 < 20 mq N° specie 1-3 media 2,2
Classe 2 20-40 mq N° specie 1-6 media 2,7
Classe 3 40-60 mq N° specie 6-7 media 6,5

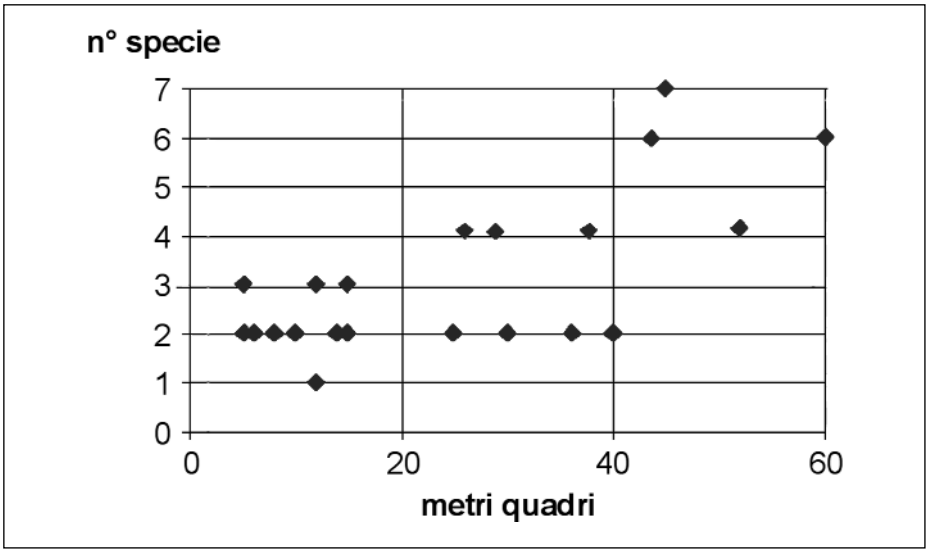


Fig. 1 Relazione tra superficie e numero di specie.

Le superfici delle dune per le quali la vegetazione raggiunge la massima diversità sono maggiori di 40 mq valore che separa nettamente un gruppo a bassa diversità da un gruppo ad alta. Nelle dune più grandi si diversificano infatti zone meno esposte ai venti con vegetazione di transizione verso i Crucianelletea (aspetti ad *Anthemis arvensis*, *Ononis variegata*, *Crucianella maritima*).

Nella parte anteriore delle dune sono spesso frequenti addensamenti ad *Elymus farctus* (= *Agropyron junceum*) che spesso è l'unica specie ad accompagnare l'*Ammophila* soprattutto nelle dune più piccole (< 30 mq). In generale la percentuale di sopravvivenza delle *Ammophila* sembra elevata e spesso è impossibile distinguere i ceppi originali da quelli sviluppati dal rizoma in crescita soprattutto nelle dune comprese tra i 50 e i 90 metri. Le dune poste a una distanza minore sono state danneggiate dalle mareggiate e sono colonizzate in prevalenza da *Elymus farctus*; le dune poste a una distanza superiore agli 90 metri sono colonizzate da *Anthemis maritima*, *Crucianella maritima*; in entrambi i casi vi è stata elevata mortalita di Ammophila (> 65). La forma delle dune varia da ovale a leggermente falciforme. Sono evidenti processi di rimodellamento dovuto ai venti dominanti.

Solo *Ammophila* è presente in tutte le dune (eccetto una non sottoposta a piantumazione). Le specie che sembrano aver colonizzato le dune in quattro anni sono tutte a carattere pioniero e coerenti con l'ambiente in esame.

Copertura e frequenza delle specie	Cop.%	Freq.%
Ammophila arenaria	24,5	90
Anthemis maritima	6,46	68,6
Elymus farctus	3,11	57,1
Eryngium maritimum	0,49	37,1
Ononis variegata	0,34	34,3
Euphorbia peplis	1,74	31,4
Echinophora spinosa	2,26	34,3
Cakile maritima	0,86	28,6
Cyperus capitatus	0,14	14,3
Raphanus raphanister subsp. landra	0,31	5,7
Crucianella maritima	0,03	5,7
Calystegia soldanella	0,03	5,7
Xanthium italicum	0,17	5,7
Sporobolus pungens	0,03	2,9
Salsola kali	0,03	2,9
Cutandia maritima	0,03	2,9

Nel 1996 erano state già rilevate 8 nuove specie sulle dune artificiali: *Echinophora spinosa*, *Cyperus capitatus*, *Cakile maritima*, *Euphorbia peplis*, *Raphanus*

raphanister subsp. landra, *Elymus farcti*, *Ononis variegata*, *Eryngium maritimum*. In 4 anni si sono aggiunte altre 7 specie. La velocità di colonizzazione da parte di nuove specie è stata quindi di 8 sp./anno durante il periodo 1995-1996, e di 2 sp./anno durante il periodo 1996-2000. In particolare si nota una prevalenza di specie dello *Sporobolo-Elymetum* e del *Cakiletum* nel contingente installatosi entro un anno dalla creazione delle dune mentre le specie comparse successivamente sono soprattutto riferibili all'*Ammophiletum* e al *Crucianelletum*. Questa gradualità è coerente con i processi naturali di colonizzazione delle dune. Ad un installarsi rapido di specie pioniere delle dune embrionali segue una più lenta colonizzazione da parte delle specie delle dune mobili. I rilievi del 1996 hanno 2,3 specie per rilievo, quelli del 2000 4,3 ed i rilievi condotti su dune naturali 6,1. Il processo di colonizzazione dovrebbe dunque essere ancora in corso. Tra le specie delle dune naturali non presenti ricordiamo *Pancratium maritimum*, *Maresia nana*, *Polygonum maritimum*, *Dactyloctenium aegyptium* (per le dune a distanza inferiore ai 90 metri), *Silene colorata*, *Vulpia membranacea*, *Linum maritimum*, *Juniperus oxycedrus* (per le dune a distanza superiore ai 90 metri).

La rapidità della colonizzazione da parte di specie del *Cakiletum* e dell'*Elymetum*, soprattutto nelle dune situate a meno di 50 metri dal mare, rende conto di condizioni ambientali iniziali evidentemente analoghe a quelle delle dune naturali embrionali. Solo nelle dune più grandi e lontane dal mare si sono diversificate zone meno esposte ai venti con vegetazione di transizione verso i Crucianelletea (aspetti ad *Anthemis maritima* e *Ononis variegata*). Nella parte verso delle dune e in particolare in quelle situate a distanza minore di 50 metri dal mare. sono altresì frequenti addensamenti ad *Elymus farcti* (Syn. *Agropyron junceum*) che spesso è l'unica specie ad accompagnare l'*Ammophila arenaria* soprattutto nelle dune più piccole (< 30 mq).

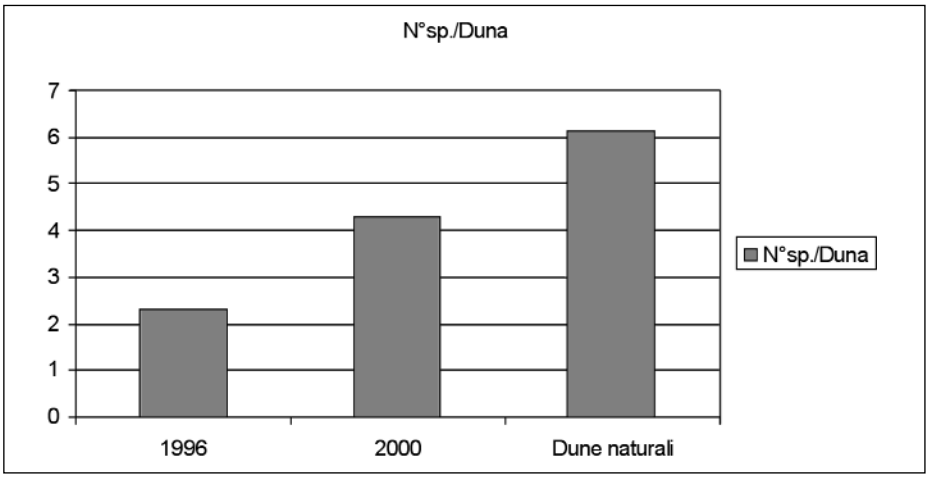


Fig. 2. Numero di specie per duna.

Tutte le dune analizzate hanno mostrato in quattro anni una diminuzione di altezza. Tale diminuzione è apparsa rilevante in particolare nei primi quattro mesi di osservazione (15/2-10/6 1996) (Costanzo, De Lillis, Tinelli, 1997). In questo periodo la diminuzione è stata di più della metà rispetto al totale in quattro anni. Il processo di abbassamento si accompagna a fenomeni di allargamento della duna i cui bordi verso mare tendono ad essere colonizzati da *Elymus farctus* che facilità la formazione di lingue che dalla duna si prolungano verso il mare.

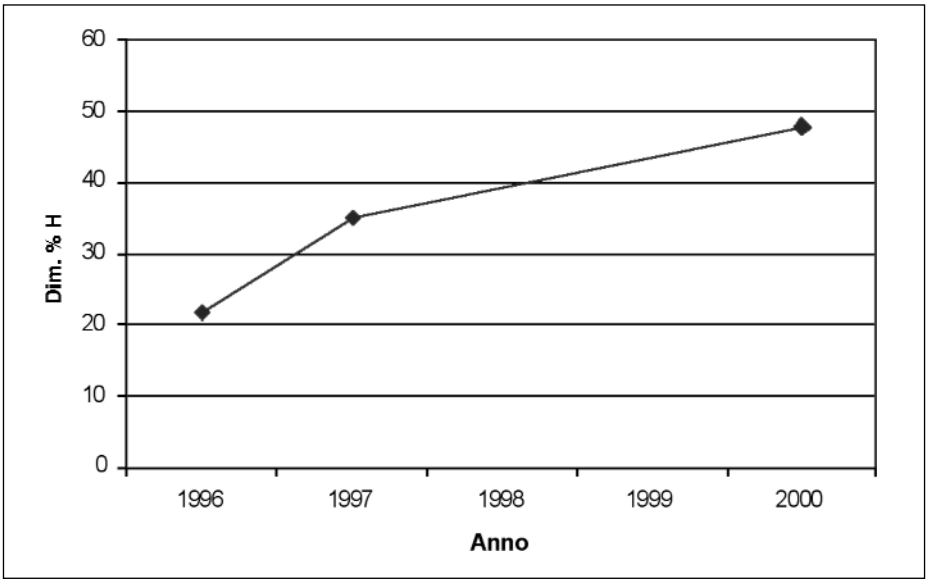


Fig. 3. Diminuzione di altezza delle dune.

La copertura vegetale varia tra il 10 e il 60% ed è pertinente in buona parte all'*Ammophila* stessa che, in buona parte delle dune, forma popolamenti abbastanza fitti che non permettono il riconoscimento degli individui originali. Copertura maggiore del 10% hanno spesso anche *Elymus farctus*, soprattutto sulle dune a distanza inferiore ai 50 metri, *Anthemis maritima* ed *Ononis variegata* in quelle poste a più di 90 metri. Completano il quadro locali addensamenti a *Cyperus capitatus* con elevato numero di individui ma tipicamente a bassa copertura.

Tra i popolamenti ad *Ammophila* sono presenti ampie strisce di suolo nudo spesso in via di colonizzazione da parte di *Elymus farctus*; questo fatto è evidentemente in relazione con i venti dominanti che determinano fenomeni di erosione localizzati dipendenti dalla forma e dall'esposizione della duna.

In molte dune comprese tra i 50 e i 90 metri (evidentemente ottimali per l'associazione) *Ammophila* ha formato popolamenti continui in cui è ormai impossibile riconoscere gli individui originali. Il numero di individui sopravvissuti varia da 1 a

25 in relazione alla distanza dal mare. La maggiore mortalità vi è stata per gli individui piantati su dune di dimensione inferiore a 60 mq e poste sia a distanza inferiore a 50 metri, sia a distanza superiore ai 90 metri. *Ammophila* in questi casi sembra essere stata sostituita principalmente da *Cakile maritima* ed *Elymus farctus* nel primo caso, da *Anthemis maritima*, *Ononis variegata* e *Crucianella maritima* nel secondo caso.

Conclusioni

Le nuove dune anche se notevolmente abbassatesi nei quattro anni trascorsi dall'impianto presentano buone condizioni di naturalità con popolamenti coerenti e di aspetto prossimo-naturale. In quelle più grandi si può osservare la serie *Cakiletum* → *Agropyretum* → *Ammophiletum* → *Crucianelletum* (aspetti ad *Ononis variegata*). La maggior parte delle *Ammophila* sembrano sopravvissute al trapianto dopo una bassa mortalità iniziale registrata durante le osservazione del 1996. Le dune poste a distanza inferiore ai 50 metri sono state erose dalle mareggiate e sono popolate prevalentemente da *Elymus farctus* con elevata moria di *Ammophila* (> 60%); le dune poste a distanza maggiore di 90 metri registano ugualmente un'alta moria di *Ammophila* ma con comparsa come dominante, accanto ad *Anthemis maritima*, di *Ononis variegata*, che presenta nelle zone naturali poste a distanza analoga eguale dominanza.

Le dune sono in corso di trasformazione con fenomeni di erosione ed accumulo localizzati. In genere tendono a perdere la forma ellittica a favore di forme circolari o, nel caso delle dune maggiori, a mezzaluna evidentemente maggiormente in equilibrio con i venti dominanti. Le zone scoperte sono localmente in via di colonizzazione da parte di *Cakile maritima* e *Elymus farctus* verso mare, *Anthemis maritima*, *Eryngium maritimum*, *Ononis variegata* verso terra. *Cyperus capitatus* è diffuso soprattutto negli spazi interdunali. Le altre specie sono allo stato attuale sporadiche.

BIBLIOGRAFIA

COSTANZO L., DE LILLIS M., TINELLI A., *Valutazione delle conseguenze dell'impatto antropico sulla vegetazione ed indicazioni per il ripristino degli ambienti dunali*, in *Report 1997*. Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 1997.

DE LILLIS M., *Restoration and management of european sand dunes*, «Journal of international association for environmental design», *2*, 31-40 (1998).

GEHU J.M., *European dune and shoreline vegetation*, Council of Europe, Strasbourg 1985.

LUCCHESE F., PIGNATTI S., *Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo*, in AA.VV., *Ricerche ecologiche floristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana II*, «Quaderni Accademia dei Lincei», *264*, 5-48 (1990).

VAGGE I., BIONDI E., *La vegetazione delle coste sabbiose del Tirreno settentrionale italiano*, «Fitosociologia», *36* (2), 61-95 (1999).

VAN DER MAAREL E., *Environmental management of coastal dunes in the Netherlands*, in Jefferies R.L. & Davy A.J., *Ecological processes in coastal environments*, Blackwell, Oxfors 1979, pp. 543-570.

VAN DER MUELEN F., JUNGERIUS P.D., VISSER J.H. (eds.), *Perspective in Coastal dune management.* SPB Acad., 1989.

VESTERGAARD P., HANSEN K., *Changes in morphology and vegetation of man-made beach-dune system by natural processes*, in *Coastal Dunes*, Carter, Curtis and Sheehy-Skeffington eds., Balkema, Rotterdam 1992, pp. 165-174.

PIETRO M. BIANCO* – MANUELA DE LILLIS**
ALEANDRO TINELLI***

Biodiversità in aree umide di recente realizzazione

Sommario – Si presentano i dati relativi alla presenza attuale di specie e associazioni vegetali delle aree umide in alcune piscine artificiali create nella Tenuta tra il 1987 e il 1994.

Abstract – The data ineherent the actual presence of vegetal species and communities of wet areas in pools made between 1987 and 1994 are presented.

Introduzione

In tutto il bacino mediterraneo gli ambienti umidi e palustri costieri hanno subito nell'ultimo secolo una fortissima contrazione. Nel Lazio le bonifiche condotte tra il 1890 e il 1950 hanno rapidamente cancellato una fascia planiziara umida che aveva conservato per secoli la sua ricchezza floristica e faunistica. Le aree umide planiziare, per secoli considerate unicamente causa di malaria e malattie, sono in realtà tra gli habitat a più alta biodiversità per la presenza di gradienti di inondamento e di periodicità dello stesso e sono di fondamentale importanza per la sopravvivenza di molte specie animali, soprattutto uccelli e insetti. Nella Campagna Romana e lungo il litorale medio-tirrenico le ultime aree umide naturali sono presenti solo a Castelporziano e al Circeo.

A Castelporziano le aree umide sono state fortemente ridotte in numero e in estensione a causa prima degli interventi di bonifica condotti nella seconda metà dell'800 dai Savoia e successivamente in conseguenza dell'abbassamento della falda causato presumibilmente sia da emungimenti esterni alla tenuta, sia da variazioni cli-

* Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi «La Sapienza», Roma.
** Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, Università del Molise, Isernia.
*** Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma.

matiche (Mecella, 1996). Per conservare questi importantissimi ambienti la Direzione della Tenuta ha deciso di intervenire mediante la creazione di nuove zone umide mediante escavazione e chiusura dei canali di bonifica in varie zone della tenuta.

Materiali e metodi

Tra il 1987 e il 1994, su progetto dell'Ing. A. Tinelli, direttore del Settore Natura della Tenuta, sono state creati a Castelporziano alcuni invasi artificiali raggiungendo con un escavazione la falda argillosa, in molte aree alquanto superficiale, e chiudendo o regolando alcune canalizzazioni di bonifica.

Tali invasi possono essere distinti in tre gruppi, come le «piscine naturali»: piscine dei suoli alluvionali su falda permanente (Ponte Ruffo, Ortaccio, Valle dell'Oro), piscine periodiche della Duna Antica (parcelle 44, 58, 67) e della Duna Recente (piscina di Tor Paterno e invasi limitrofi).

Questi invasi sono stati dettagliatamente studiati tra il 1997 e il 2000 per constatare il processo di colonizzazione da parte delle specie tipiche della flora palustre. Le cenosi vegetali sono state rilevate con il metodo Braun-Blanquet (modificato Pignatti, 1959).

Risultati

Le ricerche condotte hanno portato alla constatazione che tutte le piscine di recente creazione permettono la sopravvivenza e lo sviluppo di specie e associazioni vegetali notevoli quali quelle che si possono osservare nelle aree umide naturali. Come in questi ultimi ambienti possiamo, infatti, osservarvi formazioni e popolamenti riferibili alle classi di vegetazione *Potamogetonetea*, *Isoeto-Nanojuncetea, Phragmitetea, Bidentetea* e *Alno-Populetea* tipiche delle aree palustri ed ormai residuali in tutto l'areale tirrenico.

Si tratta spesso di situazioni transizionali in corso di evoluzione che localmente, soprattutto nelle zone umide di Ortaccio, Tor Paterno e Ponte Ruffo, hanno raggiunto un certo grado di maturità. Molto spesso il disturbo, principalmente dovuto all'uso di questi ambienti come fonti di acqua da parte degli animali presenti, porta a situazioni di mosaico molto interessanti per la ricchezza floristica in specie notevoli e il valore paesaggistico. Ruffo, hanno raggiunto un certo grado di maturità. Molto spesso il disturbo, principalmente dovuto all'uso di questi ambienti come fonti di acqua da parte degli animali presenti, porta a situazioni di mosaico molto interessanti per la ricchezza floristica in specie notevoli e il valore paesistico.

La vegetazione potenziale delle Piscine più grandi (Tor Paterno, Ortaccio, Ponte Ruffo, Valle dell'Oro), dovrebbe essere rappresentata da formazioni boscose ripariali a *Salix alba* e *Populus ssp*. presso le acque correnti e *Quercus robur, Fraxi-*

nus oxycarpa e *Alnus glutinosa* negli acquitrini interdunali, formazioni a giunchi (*Holoschoenetalia*), a grandi carici (*Magnocaricion*) e a canne (*Phragmitetalia* e *Nasturtio-Glyceretalia*) sulle sponde disposte a fasce in funzione di profondità, ossigenazione, ripidità delle sponde, irraggiamento solare e periodicità dell'inondazione. Le comunità rilevate sembrano coerenti con le successioni competenti.

A Tor Paterno e Ortaccio si nota una tendenza alla formazione di cespuglieti a *Rubus caesius* e sono presenti esemplari delle specie arboree ripariali oltre a un buon sviluppo dei cingoli a carici, giunchi e canne. In particolare a Tor Paterno sono stati segnalati (Anzalone, Lucchese e Lattanzi, 1990) *Salix cinerea* e *Salix triandra*, non segnalati altrove nella tenuta e molto rari nella Campagna Romana.

Ad Ortaccio il pascolo mantiene un interessante prateria umida ricca in specie dei *Molinio-Arrheneterетea* comprendente formazioni ripariali ad alti giunchi riferibili agli *Holoschoenetalia* e aspetti dominati da *Holcus lanatus* e *Carex otrubae*.

A Ponte Ruffo notevole è lo sviluppo delle formazioni a *Carex riparia*, rare nel Lazio, nelle zone meno influenzate dalle attività agricole.

A Valle dell'Oro troviamo situazioni analoghe frammentate e degradate dalle attività agropastorali.

Le Piscine più piccole sono caratterizzate da forti variazioni del livello delle acque che determinano la presenza di zone fangose periodicamente asciutte che vengono occupate da pratelli delle pozze effimere a nanoterofite riferibili agli Isoeto-Nanojuncetea. In particolare rivestono particolare rilievo formazioni caratterizzate dall'abbondanza di *Mentha pulegium*, *Juncus capitatus*, *Isolepis cernua*, *Juncus bufonius* riferibili al *Radiolo-Isoetetum histrix* segnalato in Sardegna, Corsica e varie località tirreniche. Questi minuscoli pratelli di piante nane sono già stati rilevati nelle pozze naturali di Castelporziano dove si distinguono principalmente per la presenza di *Isoetes histrix* e una maggiore ricchezza di specie di cui sarebbe interesante osservare in futuro l'eventuale ingressione nelle zone recentemente inondate. Le piscine ove sono maggiormente sviluppate (44, 58, 67) sono situate nelle pinete e soggette a regolare manutenzione della vegetazione arborea e arbustiva. Vi è inoltre un forte calpestio sulle sponde dovuto agli animali che utilizzano largamente queste pozze. Questi fattori sembrano comunque permettere la sopravvivenza di questi rari pratelli destinati a scomparire nel caso di chiusura completa dello strato arbustivo e arboreo che potrebbe invadere queste piscine. Dal punto di vista fitosociologico si nota una particolare abbondanza di specie ascritte al *Nanocyperion* quali *Isolepis cernua*, *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata*, specie a distribuzione continentale degli ambienti umidi e ombrosi. La relativa abbondanza di silice di alcune delle sabbie presenti nei substrati permette inoltre anche una locale prevalenza di specie dell'*Isoetion* quali *Lotus angustissimus*, *Ranunculus sardous*, *Anagallis parviflora*, *Lythrum portula* e *Lythrum hyssopifolia* legate alle pozze periodiche acidofile in area mediterranea.

Interessante, e meritevole di ulteriori approfondimenti, è inoltre il buon sviluppo in tutte le piscine di giuncheti caratterizzati dall'abbondanza di *Holoschoe-*

nus romanus, *Juncus inflexus*, *Holoschoenus vulgaris*, *Juncus effusus* e *Juncus conglomeratu*. Si tratta di formazioni delle aree periodicamente inondate, sottoposte a stress idrico estivo, collegate a un disturbo moderato e a buone condizioni di naturalità che meritano ulteriori studi.

Ad Ortaccio si segnala inoltre lo sviluppo di pratelli a *Juncus bufonius* e *Juncus articulatus*, non osservati nelle altre piscine. Gli ambienti circostanti le piscine assumono aspetti molto vari fortemente dipendenti dalla gestione e dal tipo di suolo. Le praterie più notevoli osservate sono quelle presenti a Ortaccio e Ponte Ruffo con formazioni a *Carex otrubae* e *Holcus lanatus* piuttosto rare sul litorale tirrenico, mantenute probabilmente dal pascolo. Le piscine 58 e 67 sono invece incluse nelle pinete e circondate da praterie a *Inula viscosa* e *Oryzopsis miliacea* dominate da *Pinus pinea*.

Le cenosi elofitiche sono ben sviluppate soprattutto ove (Tor Paterno, Ponte Ruffo, Ortaccio) il gradino tra le zone coltivate o destinate a pascolo e lo specchio d'acqua segue un gradiente non troppo elevato. Particolarmente sviluppate a Tor Paterno e ad Ortaccio sono le cenosi a *Tipha latifolia* e *Phragmites australis* accompagnate da *Veronica beccabunga*, *Mentha aquatica*, *Lycopus europaeus*, *Apium nodiflorum*, *Sparganium erectum*. A Ponte Ruffo c'è un contatto quasi immediato tra le sponde e i coltivi e le specie precedenti, pur presenti, non formano formazioni evidenti se si eccettua la zona di contatto con la prateria a *Carex riparia*. Presso ortaccio rinveniamo, ove evidentemente vi è una certa ossigenazione delle acque, specie del *Glycerio-Sparganion* quali *Berula erecta*, *Apium nodiflorum* e *Nasturtium officinale* sporadiche nelle altre aree umide osservate.

Per quanto riguarda le rizofite risultano condizionate dalla trasparenza e ossigenazione delle acque: nelle piscine più torbide e eutrofizzate e nelle pozze fangose periodicamente inondate troviamo popolamenti a *Callitriche stagnalis*, *Callitriche obtusangula* e *Ranunculus aquatilis* mentre dove le acque sono più chiare (Ortaccio, Tor Paterno) almeno nel periodo primaverile la flora acquatica si arricchisce di specie dei *Potamogetonetea* quali *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton trichoides*, *Zannichellia palustris*.

Popolamenti e associazioni osservate

Le formazioni elofitiche, pleustofitiche e rizofitiche delle piscine sono ancora in fase di sviluppo ma localmente sono presenti popolamenti anche di ridotta estensione che permettono di elaborare un quadro generale della situazione fitosciologica corrispondente a quanto rilevato nelle situazioni naturali.

Phragmitetum australis, Allorge 1921; Pignatti 1953 (Tor Paterno, Ponte Ruffo, Valle dell'Oro)
Typhetum latifoliae (Tor Paterno, Ponte Ruffo, Ortaccio)
Apietum nodiflori (Tor Paterno, Valle dell'Oro)
Sparganietum erecti, Phil. 1973 (Ortaccio, Valle dell'Oro)

Caricetum ripariae, Knapp et Stoff. 1962 (Ponte Ruffo, Valle dell'Oro)
Ranunculetum repentis, Knapp 1946 (Ortaccio, Valle dell'Oro)
Ass. a *Myriophyllum alterniflorum* e *Potamogetun crispus* (Ortaccio, Ponte Ruffo, Tor Paterno)
Comunità a *Callitriche stagnalis* e Ranunculus aquatilis (parc. 44, 58); var. a *Elodea canadensis* (parc. 67)
Polygonetum hydropiperis, Koch 1926 (parc. 44 e canali periodicamente asciutti)
Pop. a *Juncus capitatus* e *Myosotis sicula* (parc. 44, 58, 67)
Ass. a *Ranunculus ophioglossifolius* e *Callitriche truncata* (parc. 44, 58, 67)
Pop. a *Juncus bufonius* e *Juncus articulatus* (Ortaccio, Valle dell'Oro)
Ass.ne. a *Juncus inflexus* e *Holoschoenus romanus* (parc. 44, 58, Ortaccio)
Caricetum otrubae (Ponte Ruffo, Ortaccio)
Ass. ad *Holcus lanatus* (Ponte Ruffo, Ortaccio, Valle dell'Oro)
Pop. a *Juncus conglomeratus* (Ponte, Ruffo, Ortaccio, Valle dell'Oro)
Pop. a *Alnus glutinosa e Ficus carica* (Tor Paterno)
Pop. a *Salix cinerea* (Tor Paterno)
Pop. a *Populus nigra* (Ponte Ruffo)
Pop. a *Salix alba* (Ponte Ruffo, Ortaccio)

Analisi delle singole piscine

Piscina di Tor Paterno - Presenta un interessante collezione di associazioni delle serie di interramento e della successione che conduce al bosco inondato, rappresentato attualmente da pochi esemplari di *Alnus glutinosa*, *Salix alba*, *Salix triandra* e *Salix cinerea.*

La vegetazione attuale comprende formazioni elofitiche a *Phragmites australis* e *Tipha latifolia* ove i gradienti di ripidità tra la zona permanentemente inondata e gli ambienti rilevati circostanti non sono troppo elevati. Ad accompagnare queste specie troviamo altri elementi dei *Phragmitetea* quali *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Apium nodiflorum*, e, notevole per la bellezza delle fioriture, *Iris pseudoacorus*.

Le cenosi rizofitiche sono diversificate a seconda delle condizioni di ossigenazione dei diversi settori e comprendono *Myriophyllum alterniflorum*, *Ceratophyllum submersum*, *Ranunculus aquatilis*, *Callitriche truncata*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Zannichellia palustris*, *Callitriche stagnalis*.

Va segnalata l'abbondanza di specie dei generi *Juncus* (9 specie osservate negli immediati dintorni delle aree umide) e *Carex* (11 specie) che indicano condizioni ecologiche connesse a forti variazioni pluviometriche stagionali. Tra le specie non rinvenute nelle altre piscine segnaliamo *Eleocharis palustris* e *Myosoton aquaticum*, rari nei cannetti.

Piscina di Ponte Ruffo - Risulta negativamente influenzata dai fertilizzanti per uso agricolo soprattutto per quanto riguarda la flora inondata: in essa si possono notare popolamenti a *Elodea canadensis*, *Potamogeton natans*, *Zannichellia palustris*

e *Myriophyllum alterniflorum* soffocati da formazioni algali evidentemente stimolate da nitriti e nitrati provvenienti dai coltivi circostanti. Inoltre effetto alquanto negativo sulla flora umida ha avuto l'utilizzo di diserbanti e la presenza di una colonia di nutrie.

La vegetazione ripariale è rappresentata da pop. a *Juncus conglomeratus* e da specie del *Glycerio-Sparganion* (*Nasturtium officinale*, *Veronica anagallis acquatica*, *Mentha aquatica*).

Nei prati umidi circostanti si sono inoltre identificati interessanti praterie umide dominate da *Carex riparia*, *Holcus lanatus*, *Carex otrubae*, *Ranunculus ssp*.

Carex riparia forma in particolare un grande popolamento nelle zone pianeggianti incolte adiacenti alla piscina riferibile al *Caricetum ripariae* ma molto impoverito. È presente, verso la strada, un piccolo gradino dominato da *Conium maculatum* e *Equisetum telmateja* legate a condizioni igronitrofile.

Piscina Ortaccio - Caratterizzata da un buon sviluppo delle fasce di vegetazione legate al gradiente idrico:

— i prati umidi sono dominati da *Holcus lanatus*, *Cyperus longus* subsp. *badius* e *Carex otrubae*, si tratta di tipi vegetazionali extrazonali ascrivibili ai *Molinio-Arrhenatheretea* piuttosto rari nel Lazio mediterraneo;
— localmente si notano addensamenti a *Potentilla reptans*, *Trifolium fragiferum*, *Agrostis stolonifera*, *Mentha pulegium*, *Carex hirta*, *Rumex crispus* e *Ranunculus sardous* riferibili ai *Plantaginetea* e ricchi in specie delle formazioni prative precedenti;
— nelle acque stagnanti troviamo formazioni ascrivibili al *Typhetum latifoliae*;
— nelle acque debolmente correnti e maggiormente ossigenate troviamo canneti a dominanza di *Sparganium erectum* (accompagnato da specie del *Glycerio sparganion* come *Nasturtium officinale*, *Berula erecta*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-acquatica*);
— nella fascia ripariale periodicamente inondata incontriamo un cingolo a *Juncus conglomeratus*;
— infine pratelli a *Juncus articulatus* e *Juncus bufonius* sulle rive tra i cespi della specie precedenti;
— le popolazioni rizofitiche comprendo *Myriophyllum alterniflorum*, *Ceratophyllum submersum*, *Callitriche obtusangula*.

Anche questa piscina ha subito un recente peggioramento dovuto alla presenza di nutrie e ad interventi agricoli sui bordi.

Transetto tipo: Prateria post-colturale a *Lollium perenne* → Prateria umida ad *Holcus lanatus* e *Carex otrubae* → Pop. a *Juncus inflexus* → *Tiphetum latifoliae/Sparganietum erectum* → *Myriophylletum*

Valle dell'Oro - Situata all'interno di zone a gestione agropastorale presenta vegetazione a mosaico in cui si possono riconoscere le associazioni e i popolamenti

descritti per Ortaccio e Ponte Ruffo ma notevole è l'ingressione di specie dei *Secalietea* (vegetazione dei coltivi) e dei *Stellarietea* (vegetazione nitrofila).

È tuttavia individuabile la serie di interramento secondo lo schema: Pop. a *Potamogeton crispus* → *Sietum erecti/Glycerietum plicatae* → *Sparganietum* → *Typhetum latifoliae* → Phragmitetum → *Caricetum ripariae* → *Caricetum otrubae* → *Salicetum albae*

Piscine 58, 44, 67 - Queste piscine sono piuttosto simili dal punto di vista vegetazionale e floristico; si tratta di aree umide soggette a notevoli variazioni di volume in funzione del regime pluviometrico e caratterizzate da forte torbidità dell'acqua. Vi troviamo popolamenti idrofitici eutrofici caratterizzati da *Callitriche stagnalis* ed *Elodea canadensis* mentre sulle sabbie nude in prossimità dell'acqua troviamo pratelli radi composti da specie degli Isoeto-Nanojuncetea, vegetazione delle pozze effimere, piuttosto rare e notevoli quali *Juncus capitatus*, *Juncus pygmaeus, Juncus heterophyllus*, *Isolepis cernua*, *Myosotis sicula* che si intercalano a cespi di *Juncus inflexus*, *Juncus effusus*, *Juncus conglomeratus*, *Holoschoenus romanus* e *Holoschoenus vulgaris*. Sono tutte fortemente influenzate dal pascolo e situate all'interno di pinete.

Le osservazioni su campo hanno permesso di constatare che spesso le associazioni e i popolamenti si intercalano formando dei mosaici il cui sviluppo dipende evidentemente dalla non ben netta delimitazione dei gradienti e dalle variazioni stagionali di profondità ed estensione. I cespi dei giunchi tendono infatti a trattenere sedimenti risultando leggermente più elevati dell'ambiente circostante. Si è osservata un area della piscina 58 nella quale le variazioni periodiche assumono un aspetto tipico: all'inizio della primavera i giunchi sono immersi nell'acqua e circondati da un popolamento a *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus aquatilis* ed *Elodea canadensis*, successivamente, verso la fine di maggio, con la formazione di pozze fangose, subentrano *Callitriche truncata*, *Ranunculus ophioglosifolius*, *Galium debile*, *Mentha pulegium*, *Isolepis cernua*, *Juncus capitatus*, alla fine dell'estate, quando il fondo è asciutto, le piante delle sponde, soprattutto *Inula viscosa*, occupano quasi l'intera area mentre tra le specie precedenti solo *Mentha pulegium* mantiene una copertura significativa.

Conclusioni

La maggior parte delle associazioni vegetali delle aree umide planiziarie laziali, con la loro flora composta da specie rare, e fini indicatrici di condizioni ecologiche di ambiente naturale, risultano tendenzialmente rappresentate nelle piscine di recente creazione anche se spesso con carattere frammentario a causa del disturbo (pascolo, calpestio, attività agricole).

In particolare la piscina di Ponte Ruffo risulta inquinata da fertilizzanti e

diserbanti che hanno causato una marcata eutrofia delle acque con rilevante sviluppo algale che soffoca le rizofite e hanno limitato fortemente lo sviluppo delle specie eliofile e delle fasce a giunchi e carici. Date le caratteristiche di area protetta sarebbe auspicabile che l'uso di sostanze chimiche a Castelporziano venisse completamente abbandonato.

È comunque evidente un elevata capacità da parte di queste nuove aree umide di permettere la sopravvivenza delle formazioni palustri, ormai sempre più rare, e la salvaguardia di specie zoologiche e delle loro relative reti alimentari ed habitat.

BIBLIOGRAFIA

MECELLA G., *Monitoraggio della falda: bilanci idrici delle piscine*, in *Progetto di monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano*. III Seminario. Tenuta Presidenziale di Castelporziano 14 giugno 1996.

PIGNATTI S., *Fitogeografia*, in Cappelletti C. (ed.), *Trattato di Botanica*, Utet, Torino, nuova ed. «Geobotanica», 1959, pp. 681-811.

SILVIA DE COLLE* – SABINE RIESS** – ERVEDO GIORDANO*

Indagine preliminare sullo Status micorrizico di *Pinus pinea* L. e di *Quercus ilex* L. nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano

Sommario – Nel presente lavoro sono state studiate le ectomicorrize di due specie vegetali presenti nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma): *Pinus pinea* L. e *Quercus ilex* L. effettuando i campionamenti in particelle con soprassuoli puri e misti.

In base all'identificazione delle micorrize ed alla loro classificazione si potranno cogliere, nelle fasi successive, eventuali modifiche derivanti dalle esigenze adattative delle singole specie.

Il numero di forme rinvenute nei soprassuoli puri e misti di *Pinus pinea* e *Quercus ilex* è pari a 14 per il leccio, e 7 per il pino.

Le percentuali di micorrizazione indicano che il pino domestico in condizioni di purezza, ha valori sensibilmente inferiori rispetto al soprassuolo misto, mentre il leccio presenta una situazione opposta.

Abstract – *Preliminary study on mycorrhizal status of* Pinus pinea *L. and* Quercus ilex *L. in the Presidential Estate of Castelporziano*. *Pinus pinea* L. and *Quercus ilex* L. ectomycorrhizas were studied. Samples were collected in the Presidential Estate of Castelporziano (Rome) by surface pure and mixed vegetation sampling.

The identification and classification of mycorrhizae shall allow to mark possible changes linked to the adaptability of species.

Detected forms for *Pinus pinea* were 14 and for *Quercus ilex* 7.

The mycorrhization percent of pine in pure surface vegetation showed lower values respect to the mixed one, whilst evergreen oak showed a contrary situation.

* Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (Di.S.A.F.Ri.), Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

** Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.

Introduzione

La letteratura micologica documenta largamente i livelli di specificità delle associazioni ectomicorriziche, sulla base della presenza degli sporocarpi. La maggior parte dei generi fungini mostra uno spettro d'ospite ampio (*Laccaria*, *Amanita*).

Anche la recettività dell'ospite è molto variabile, per esempio il genere *Pseudotsuga* presenta 2000 e più associazioni fungine, mentre queste sono ridotte nel genere *Alnus*.

Varie specie di *Rhizopogon* hanno una specificità ristretta formando ectomicorrize solo con una specie ospite (*Pseudotsuga*, *Pinus*). È stato anche dimostrato che le ectomicorrize formate da *Rhizopogon* in associazione con *Pseudotsuga* sono presenti per la maggior parte della vita dell'individuo e provvedono alla tolleranza delle piantine alla siccità, svolgendo un'importante funzione ecologica in aree con siccità stagionali prolungate.

Molina *et al.* (1992) ipotizzano che i funghi con ospiti specifici forniscano un meccanismo biologico di ripartizione delle risorse del terreno, aprendo una via esclusiva per le differenti specie di piante per ottenere nutrienti e rinforzare la loro buona salute.

Più di 2000 specie di funghi sono potenziali simbionti micorrizici (Trappe, 1977). La maggior parte è stata identificata per mezzo dell'analisi del carpoforo ed è risultata non ospite specifica. Per questo motivo le foreste miste tendono ad avere una varietà fungina molto più elevata rispetto alle foreste monospecifiche (Mosse *et al.*, 1981).

Esiste una successione temporale nella composizione della flora micorrizica legata all'età degli alberi. Studi condotti su betulla e conifere hanno evidenziato la successione spazio-temporale delle specie, permettendo anche l'identificazione delle specie maggiormente coinvolte (Mason *et al.*, 1983). È stato osservato che piante giovani presentano ectomicorrize preferenzialmente con *Leccinum*, *Lactarius* e *Laccaria* (Chou Chou e Grace, 1981-1983), mentre su piante già adulte vengono rinvenuti preferenzialmente *Suillus* e *Inocybe*.

Oltre all'alternanza di specie dominanti legata alla crescita dell'albero, muta anche la diversità delle specie, come dimostrato da Last *et al.* (1983) su *Betula pendula* in cui il numero di specie associate aumenta da circa 4 nei primi anni a più di 30 nell'arco di 10 anni; mentre quando l'età degli individui comincia ad essere elevata, si assiste alla riduzione della diversità ed alla predominanza di una sola specie fungina: *Pseudotsuga* di 150 anni con specie dominante *Russula brevipes* (Harvey *et al.*, 1976). Quindi, alcune specie fungine sono caratteristiche degli stadi giovanili (*Laccaria*, *Hebeloma*), mentre altre sono tipiche degli stadi più adulti (*Russula*, *Amanita*).

Tuttavia, la successione dei funghi può essere modificata dal tipo di suolo e dalle condizioni ambientali. Sembra possibile una selezione con sviluppo di strategie stress tolleranti. Tra i fattori che influenzano tale successione, i carboidrati rivestono una grande importanza. Infatti, i fotosintetati provenienti dall'albero ospite

sono indispensabili per lo sviluppo e la funzionalità della micorriza. Deacon *et al.* (1983) ha dimostrato che i funghi presenti negli stadi iniziali necessitano di minori quantità di glucosio rispetto a quelli degli stadi più avanzati; infatti, questi ultimi hanno corpi fruttiferi di maggiori dimensioni e quindi hanno necessità di una maggiore quantità di carbonio.

Le informazioni disponibili circa la presenza di simbionti in soprassuoli di conifere ha riguardato, finora, prevalentemente specie dell'Europa centro settentrionale.

Si è, quindi ritenuto opportuno affrontare la ricerca sulle formazioni forestali di Castelporziano al fine di verificare l'eventuale presenza di tipi specifici e la loro funzione per migliorare le condizioni necessarie all'affermazione della rinnovazione naturale.

L'indagine rientra nel più ampio quadro dello studio dell'autoecologia delle principali specie della Tenuta, rivolto soprattutto a conoscere le cause che rendono critica la sopravvivenza dei semenzali, dopo la fase di emergenza ed il loro stentato sviluppo.

A questo scopo, il lavoro è stato indirizzato all'individuazione del corredo micorrizico ed all'interpretazione della sua presenza nei soprassuoli puri di *Pinus pinea* L. e *Quercus ilex* L. ed in quelli misti.

In base all'identificazione delle micorrize ed alla loro classificazione si potranno cogliere, nelle fasi successive, eventuali modifiche derivanti dalle esigenze adattative delle singole specie.

Inoltre, questa ricerca su *Pinus pinea* L. e *Quercus ilex* L si inserisce anche nell'ambito della costituzione di un atlante dei simbionti ectomicorrizici associati a varie specie forestali, (Riess, 1994a, b; Riess e Bronzetti, 1993; Riess e De Colle, 1995a, b, 1997).

Scopo del lavoro

In futuro, il presente lavoro potrà essere utilizzato come termine di paragone che consenta di valutare le fluttuazioni di presenza delle specie fungine in funzione delle variazioni ambientali biotiche ed abiotiche eventualmente riscontrabili. Tenendo conto pertanto del ruolo della simbiosi micorrizica quale indicatore biologico, si potrà stimare l'evoluzione dello stato di salute delle formazioni boschive presenti all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

Materiali e metodi

I campioni di suolo sono stati prelevati da piante di pino domestico (*Pinus pinea* L.) e di leccio (*Quercus ilex* L.) su particelle coperte da soprassuoli diversi, sia per quanto riguarda la densità, la specie e la struttura.

La raccolta è stata effettuata nel novembre del 1998 nei seguenti siti:

— 5 campioni [denominati Pino puro (PP) da 1 a 5] in località «Pignocco» su fustaia pura di pino domestico, che è la tipologia maggiormente presente nella Tenuta;
— 5 campioni [denominati Leccio puro (LP) da 1 a 5] in località «Scopone» su fustaia pura di leccio, che è una tipologia poco presente nella Tenuta, ma da utilizzare nel confronto con la tipologia mista;
— 10 campioni [denominati Leccio misto (LM) da 1 a 5 e Pino misto (PM) da 1 a 5] in località «Dogana» su fustaia mista di pino domestico e leccio derivante da rimboschimento.

Sono stati asportati campioni di terra di 10x10x10 cm ad una distanza di circa mezzo metro dal tronco dell'albero e nella direzione di sviluppo delle radici principali. Il materiale raccolto è stato collocato in sacchetti di plastica per il trasporto. In laboratorio, da ogni sacchetto sono state estratte tutte le radichette, micorrizate e non, cercando di mantenerne l'integrità. In una prima fase sono state ripulite grossolanamente dalle particelle di terreno ad esse aderenti. In seguito le radici sono state lavate in acqua e pulite allo stereomicroscopio con l'ausilio di un piccolo pennello ed aghi molto sottili per eliminare gli ultimi residui di materiale terroso. Sono state poi fissate in glutaraldeide al 3% (Riess e Rambelli, 1980) e poste in frigorifero a circa 4°C.

Su tutti i campioni è stata calcolata la percentuale di micorrizazione per mezzo del «Intersected Gridlines Method» (Giovannetti e Mosse, 1979) e per mezzo della conta degli apici.

Dopo il calcolo, si è proceduto all'analisi ed alla determinazione delle specie fungine associate agli apparati radicali. Per la descrizione ci si riferisce al *Colour Atlas of Ectomycorrhizae* edito da R. Agerer (1987-2000), che consiste in una raccolta di tavole a colori che riportano sia l'habitus osservabile allo stereomicroscopio, che quello ricavato dalle sezioni preparate per il microscopio ottico ed elettronico.

Per ciascuna forma micorrizica vengono definiti i seguenti parametri:

allo stereomicroscopio:

• Colore del mantello fungino;
• Superficie del mantello fungino:
  – liscio;
  – reticolato;
  – granuloso o verrucoso;
  – lanoso;
  – cotonoso;
  – filamentoso;
  – spinoso corto;
  – spinoso lungo.
• Tipo di ramificazione dell'apice micorrizato:
  – semplice o non ramificato;
  – monopodiale pennato;
  – monopodiale piramidale;
  – dicotomica;
  – coralloide.

• Andamento delle ramificazioni che si dipartono dall'asse principale:
  – diritto;
  – ricurvo;
  – tortuoso;
  – moniliforme.
• Eventuale presenza di cordoni miceliari e descrizione del tipo di connessione con il mantello fungino:
  – base di attacco limitata ad un solo punto;
  – base di attacco ad angolo piatto;
  – base di attacco a ventaglio.

al microscopio ottico:

• Mantello in visione piana:
  – plectenchimatico con organizzazione anulare dei fasci ifali;
  – plectenchimatico formato da ife con arrangiamento piuttosto irregolare, senza uno schema di accrescimento particolare, ma con predilezione per la direzione longitudinale;
  – plectenchimatico formato da ife immerse in una matrice gelatinosa;
  – plectenchimatico formato da ife con arrangiamento reticolato e cistidi prominenti;
  – plectenchimatico formato da ife arrangiate a reticolo, ripetutamente ramificate e squamose;
  – plectenchimatico presentante occasionali chiazze di cellule rotondeggianti;
  – plectenchimatico formato da ife con disposizione stellata e fortemente addossate le une alle altre;
  – di transizione tra plectenchimatico e pseudoparenchimatico con una disposizione irregolare delle ife, che formano un reticolo grossolano;
  – plectenchimatico costituito da cellule imeniformi che approssimativamente protrudono perpendicolarmente, tozze, spesso con una lassa curvatura distalmente e ripiene di gocciole lipidiche;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule angolari che producono degli addensamenti di cellule rotondeggianti;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule angolari;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule epidermoidi;
  – pseudoparenchimatico costituito da alcune cellule contenenti gocciole lipidiche e di aspetto variabile;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule angolari e gruppi di cellule appiattite;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule angolari formanti un delicato reticolo ifale;
  – pseudoparenchimatico costituito da cellule epidermoidi che formano un delicato reticolo ifale.
• Organizzazione interna dei cordoni miceliari:
  – struttura indifferenziata con ife disposte lassamente a griglia e di diametro uniforme, con crescita abbondante anche verso l'esterno dell'intera struttura;

– struttura indifferenziata con margini piuttosto lisci ed ife disposte in maniera compatta e di diametro uniforme;
– struttura leggermente differenziata con alcune ife centrali di diametro maggiore rispetto a quelle più esterne;
– struttura differenziata con alcune ife molto addossate che sembrano distribuite a caso, sono presenti pori dei setti spesso allargati;
– struttura differenziata con ife addossate che formano un «core» centrale, sono presenti setti completi;
– struttura altamente differenziata con ife addossate che formano un «core» centrale, sono presenti setti parzialmente o completamente dissolti.

• Struttura ed estensione del reticolo di Hartig.
• Colore delle ife.

Sulla base di tali parametri, è stato possibile fornire una descrizione delle forme micorriziche rinvenute nei campioni provenienti dai vari soprassuoli. Per le forme micorriziche del leccio ci si è avvalsi di quelle conservate come riferimento nella Micoteca del Laboratorio di Micologia della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo (Forme da 1 a 15).

Risultati e discussione

Per quanto riguarda la percentuale di micorrizazione (Tab. I, Graf. 1) si può osservare che il leccio presenta valori di poco più alti e principalmente in condizioni di purezza, rispetto al pino.

Tabella I - *Percentuale di micorrizazione dei campioni analizzati ottenuta con i due metodi descritti.*

Campione	% metodo di Giovannetti e Mosse	% conta degli apici
Pino puro 1	43,5	47,5
Pino puro 2	40,4	44,8
Pino puro 3	42,0	44,5
Pino puro 4	54,2	53,8
Pino puro 5	42,4	43,9
Pino misto 1	46,0	46,5
Pino misto 2	46,2	45,2
Pino misto 3	51,6	51,9
Pino misto 4	54,2	55,0
Pino misto 5	48,0	48,1

Campione	% metodo di Giovannetti e Mosse	% conta degli apici
Leccio puro 1	54,6	54,1
Leccio puro 2	52,4	52,7
Leccio puro 3	55,5	55,5
Leccio puro 4	46,6	46,2
Leccio puro 5	54,0	60,0
Leccio misto 1	50,4	52,0
Leccio misto 2	51,5	53,6
Leccio misto 3	44,8	46,4
Leccio misto 4	52,4	50,8
Leccio misto 5	44,6	45,6

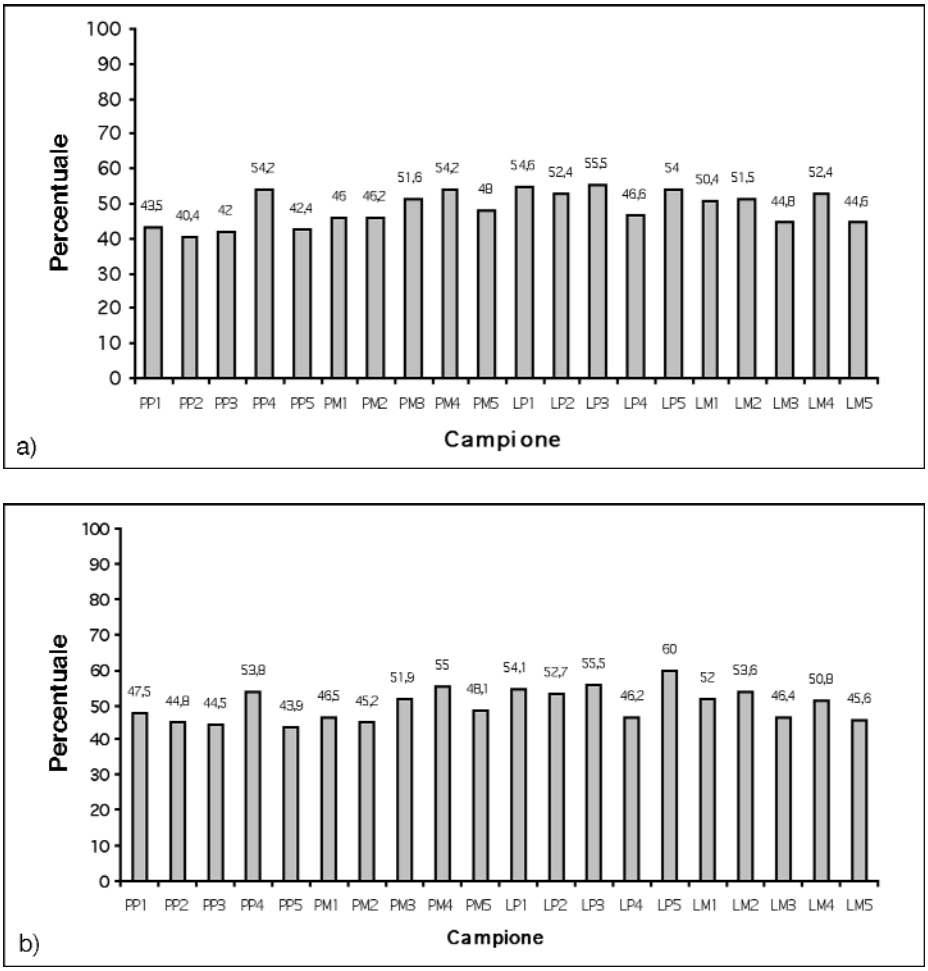


Grafico 1. Valori delle percentuali di micorrizazione ottenuti con i metodi di Giovannetti e Mosse (a) e con la conta degli apici (b). (PP = Pino puro; PM = Pino misto; LP = Leccio puro; LM = Leccio misto).

Il pino presenta i valori maggiori nel misto rispetto al puro, indicando che questa mescolanza (rimboschimento misto) aumenta l'affermazione della micorrizazione che consente una condizione fisiologica migliore. Infatti, le micorrize instaurando il rapporto simbiotico ed aumentando l'assorbimento dei nutrienti, permettono al fitobionte di reperire le sostanze necessarie dal suolo che, in una stazione come Castelporziano, possono divenire oggetto di competizione tra le specie.

Da tali osservazioni si potrebbe ipotizzare che il pino trae maggiore giovamento rispetto al leccio nella condizione mista.

Tabella II - *Percentuali di presenza relativa delle singole forme micorriziche nei singoli campioni* (Campioni: LP = Leccio puro; LM = Leccio misto; PP = Pino puro; PM = Pino misto. Forme: Lx = Forma micorrizica del leccio; Px = Forma micorrizica del pino).

Campione	LECCIO PURO					LECCIO MISTO					PINO PURO					PINO MISTO				
Forma	LP1	LP2	LP3	LP4	LP5	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	PP1	PP2	PP3	PP4	PP5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
L1	24,2	6,0	0,5		23,4	5,1		3,0								49,0				
L2		8,6				0,4														
L3		12,8			2,2	0,9		2,3												
L5									10,6									26,8		
L7									4,6	8,5										
L8	2,8	25,3	7,6	3,2	9,9	46,9	62,4	55,8		45,1						26,2		3,3		
L15	9,1																			
L16	9,9		15,1		7,6															
L17	7,1																			
L18	2,8		22,7	3,2	1,6				13,9											
L19			5,0	6,3	3,9															
L20			4,5	12,7	5,4				22,2									29,4		
L21				6,3																
L22				14,6	6,0															
P1						26,7	7,6		5,9	1,9	32,5	24,7	30,0	3,0	13,7		1,3			
P2											15,0	18,1					2,2	6,7		
P3						13,6		14,1	4,4			2,0	7,6	42,7	1,4	11,4	12,6	6,1	29,6	12,1
P4							29,0	5,3	1,8	4,7			5,2	4,6	14,6	11,9				
P5						8,7	7,1	10,9	3,0	5,0			0,7	3,6	2,4	6,8	3,9	9,2	2,3	5,1
P6							5,2	2,5	18,0	8,2			2,8		16,5				9,6	13,7
P7									4,4							0,9	13,1	11,7	13,5	17,2

I valori riscontrati sono comunque elevati considerando che il sito oggetto di studio è sottoposto a condizioni climatiche spesso limitanti. Tuttavia, il periodo di campionamento è stato caratterizzato da forti piogge che potrebbero aver favorevolmente influenzato la presenza dei micobionti.

Per quanto riguarda le specie rinvenute, si riportano di seguito le descrizioni ed i campioni in cui sono state rinvenute; la loro percentuale di presenza relativa, ottenuta per mezzo della conta degli apici, è riportata nella Tab. II.

Nei campioni raccolti nel popolamento misto le radici di leccio e pino, pur essendo stati prelevati rigorosamente ad una distanza di circa mezzo metro dalla pianta, erano presenti entrambe le specie vegetali, indicando una buona compenetrazione degli apparati radicali.

Quercus ilex

Forma 1 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore giallo chiaro con locali iridescenze biancastre. Ramificazione monopodiale pennata. Apici secondari con andamento diritto. Superficie del mantello reticolata, con ramificazioni ifali chiare. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana di transizione tra plectenchimatico e pseudoparenchimatico con un'irregolare disposizione ifale che forma un grossolano reticolo. Ife ialine lisce con unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende raramente al secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP1, LP2, LP3, LP5, LM1, LM3, PM1.

Forma 2

Micorriza di colore giallo chiaro dorato. Ramificazione monopodiale pennata, talora piramidale. Apici secondari con andamento diritto. Superficie del mantello cotonosa per la presenza di numerose ramificazioni ifali chiare. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife immerse in una matrice gelatinosa. Ife ialine lisce senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig da irregolare a regolare, che si estende fino al secondo-terzo strato di cellule corticali. Sono osservabili in tutte le sezioni ramificazioni ifali ialine dirette verso l'esterno.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP2, LM1.

Forma 3 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore marrone rossastro. Ramificazione monopodiale pennata. Apici secondari con andamento leggermente ricurvo. Superficie del mantello spinosa con ramificazioni ifali chiare. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana pseudoparenchimatico con alcune cellule contenenti gocciole ed aspetto variabile delle cellule circostanti. Ife ialine lisce con unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al secondo strato di cellule

corticali. Sono presenti numerose ramificazioni ifali dirette verso l'esterno, ognuna dotata di almeno un'unione a fibbia.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP2, LP5, LM1, LM3.

Forma 5 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore da marrone scuro a grigio nerastro. Ramificazione monopodiale pennata. Apici secondari con andamento leggermente ricurvo. Superficie del mantello reticolata. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife immerse in una matrice gelatinosa. Ife ialine lisce con unioni a fibbia. Reticolo di Hartig irregolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LM4, PM3.

Forma 7

Micorriza di colore giallo biancastro con porzione vicinale leggermente più scura. Ramificazione monopodiale pennata. Apici secondari con andamento diritto. Superficie del mantello reticolata. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife immerse in una matrice gelatinosa. Ife ialine lisce senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig irregolare, che si estende fino al primo-secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LM4, LM5.

Forma 8 (= *Cenococcum geophilum* Fr.) (Gronbach, 1988)

Micorriza di colore nero. Ramificazione semplice. Superficie del mantello spinosa per la presenza di numerose ramificazioni ifali di colore scuro dirette verso l'esterno. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife a disposizione stellata e fortemente addossate le une alle altre. Ife scure lisce senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali.

Il micobionte è una forma anamorfa di un Ascomicete del genere *Elaphomyces*, appartenente alla famiglia delle *Elaphomycetaceae*.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP1, LP2, LP3, LP4, LP5, LM1, LM2, LM3, LM5, PM1, PM3.

Forma 15

Micorriza di colore marrone. Ramificazione monopodiale pennata regolare. Apici secondari con andamento diritto. Superficie del mantello reticolata. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife a disposizione stellata e fortemente addossate le une alle altre. Ife ialine lisce senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nel campione: LP1.

Forma 16

Micorriza di colore marrone scuro con iridescenze più chiare ed alcuni apici

più chiari. Ramificazione monopodiale pennata irregolare. Apici secondari con andamento tortuoso. Superficie del mantello liscia con rare ramificazioni ifali di colore brunastro, alle volte aggregati in cordoni miceliari.

Mantello in visione piana di transizione tra plectenchimatico e pseudoparenchimatico con un'irregolare disposizione ifale che forma un grossolano reticolo. In sezione il mantello appare bistratificato con il secondo strato di tipo plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. Ife ialine lisce senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al primo-secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP1, LP3, LP5.

Forma 17

Micorriza di colore giallo pallido con iridescenze biancastre. Ramificazione monopodiale pennata. Apici secondari con andamento diritto. Superficie del mantello cotonosa che trattiene il substrato adeso tra le ramificazioni ifali.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale reticolato e cistidi prominenti. Ife ialine rugose, contenenti gocciole, senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig irregolare, che si estende fino al primo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nel campione: LP1.

Forma 18 [*Democybe cinnamomea* (L.: Fr.) Wünsche] (Agerer, 1987; Gronbach, 1988)

Micorriza di colore bianco. Ramificazione molto irregolare e contorta. Apici secondari decorrenti parallelamente all'asse principale della micorriza. Superficie del mantello filamentosa. Sono presenti numerosi cordoni miceliari decorrenti anch'essi parallelamente all'asse della micorriza.

Mantello in visione piana plectenchimatico con organizzazione anulare dei fasci ifali. Ife ialine lisce con numerose unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali.

Il micobionte appartiene alla famiglia delle Cortinariaceae ed è pertanto un Basidiomicete.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP1, LP3, LP4, LP5, LM4.

Forma 19 (*Genea hispidula* Berk. et Br.) (Brand, 1991)

Micorriza di colore marrone con apice solitamente più chiaro. Ramificazione monopodiale piramidale. Apici secondari con andamento diritto, corti e tozzi. Superficie del mantello liscia con poche ramificazioni ifali di colore marrone; talora rimangono adese delle particelle di substrato.

Mantello in visione piana pseudoparenchimatico con cellule angolari, negli strati inferiori con cellule epidermoidi. Cellule ialine con parete pigmentata di marrone chiaro. Ramificazioni ifali di colore marrone con parete rugosa provviste di setti senza unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al primo strato di cellule corticali.

Il micobionte appartiene alla famiglia delle Geneaceae ed è pertanto un Ascomicete. I suoi corpi fruttiferi si rinvengono di preferenza in suoli più o meno acidi.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP3, LP4, LP5.

Forma 20 [*Xerocomus badius* (Fr.) Kühn.: Gilbert] (Gronbach, 1988) (Fig. 1)

Micorriza di colore giallo chiaro coperto da una fitta reticolatura di colore bianco. Ramificazione monopodiale piramidale irregolare. Apici secondari con andamento tortuoso. Superficie del mantello reticolata. Cordoni miceliari di colore giallo chiaro, con base di attacco limitata ad un punto.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale reticolato, con ramificazioni ripetute e squamose. Ife ialine e rugose, con parete giallastra, provviste di setti. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al primo strato di cellule corticali. I cordoni miceliari hanno struttura indifferenziata e le ife sono piuttosto appressate.

Fig. 1. Ectomicorriza formata da *Xerocomum badius* (Fr.) Kühn.: Gilbert con *Quercus ilex* L. con ramificazione monopodiale piramidale regolare e cordoni miceliari con base di attacco limitata ad un punto.

Il micobionte appartiene alla famiglia delle Boletaceae ed è pertanto un Basidiomicete. I suoi corpi fruttiferi si rinvengono di preferenza in suoli più o meno acidi. Può contrarre simbiosi sia con aghifoglie che con latifoglie.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP3, LP4, LP5, LM4, PM3.

Forma 21 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore ambrato, spesso con la porzione distale più scura. Ramificazione monopodiale piramidale molto densa. Apici secondari con andamento diritto, corti e tozzi. Superficie del mantello liscia, spesso con addensamenti di ramificazioni ifali.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. In sezione appare bistratificato con il secondo strato di transizione tra plectenchimatico e pseudoparenchimatico con un'irregolare disposizione ifale che forma un grossolano reticolo. Ife ialine e lisce. Ramificazioni ifali anch'esse ialine e dotate di unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al primo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nel campione: LP4.

Forma 22 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore arancione. Ramificazione monopodiale piramidale. Apici secondari con andamento diritto, corti e tozzi, molto appressati all'asse principale. Superficie del mantello liscia, spesso con numerose particelle di substrato adese. Sono presenti rare ramificazioni ifali.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale reticolato e cistidi prominenti, con cellule molto appressate. In sezione appare bistratificato con il secondo strato plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. Ife ialine e rugose. Ramificazioni ifali anch'esse ialine e dotate di unioni a fibbia. Reticolo di Hartig regolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: LP4, LP5.

Pinus pinea

Forma 1 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore arancione. Ramificazione dicotomica. Superficie del mantello da liscia a dotata di ramificazioni ifali cotonose di colore giallo chiaro. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana di transizione tra plectenchimatico e pseudoparenchimatico con un'irregolare disposizione ifale che forma un grossolano reticolo. In sezione appare bistratificato con il secondo strato pseudoparenchimatico composto da cellule angolari che producono un piccolo gruppetto di cellule rotondeggianti.

Ife ialine lisce con unioni a fibbia. Reticolo irregolare, che si estende al terzo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP1, PP2, PP3, PP4, PP5, LM1, LM2, LM4, LM5, PM2.

Forma 2 [*Democybe cinnamomea* (L.: Fr.) Wünsche] (Agerer, 1987; Gronbach, 1988)

Micorriza di colore da arancione a marrone scuro, quasi completamente ricoperta di reticolo bianco e con numerose ramificazioni ifali di colore giallo. Ramificazione dicotomica. Superficie del mantello lanosa con le ramificazioni ifali che si aggregano in cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con organizzazione anulare dei fasci ifali. Ife ialine lisce con numerose unioni a fibbia. Reticolo di Hartig irregolare, che si estende fino al secondo strato di cellule corticali. I cordoni miceliari hanno struttura indifferenziata con ife piuttosto lassamente a griglia e di diametro uniforme; molte ife si accrescono fuori dal margine.

Il micobionte appartiene alla famiglia delle Cortinariaceae ed è pertanto un Basidiomicete.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP1, PP2, PM2, PM3.

Forma 3 (= Basidiomicete)

Micorriza di colore arancione, talora tendente al marrone. Ramificazione dicotomica. Superficie del mantello liscia, localmente dotata di ammassi lanosi. Spesso trattiene il substrato adeso alla superficie. Alcuni apici possono presentare ramificazione coralloide.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. Ife degli ammassi lanosi ialine lisce con numerose unioni a fibbia. Reticolo regolare, che si estende fino al terzo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP2, PP3, PP4, PP5, LM1, LM3, LM4, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5.

Forma 4

Micorriza di colore marrone scuro con apici di colore più chiaro. Ramificazione dicotomica, ma in alcuni apici anche coralloide. Superficie del mantello liscia, localmente granulosa, con rare ramificazioni ifali di colore marrone scuro. Trattiene il substrato adeso alla superficie.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife a disposizione stellata e fortemente addossate le une alle altre. In sezione appare bistratificato con lo strato interno pseudoparenchimatico con cellule epidermoidi. Ife ialine lisce con parete scura. Reticolo regolare, che si estende fino al terzo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP3, PP4, PP5, LM2, LM3, LM4, LM5, PM1.

Forma 5 (= *Cenococcum geophilum* Fr.) (Gronbach, 1988)

Micorriza di colore nero. Ramificazione semplice, ma in alcuni casi dicotomica. Superficie del mantello spinosa per la presenza di numerose ramificazioni ifali di colore scuro dirette verso l'esterno. Non sono stati osservati cordoni miceliari.

Mantello in visione piana plectenchimatico con ife a disposizione stellata e fortemente addossate le une alle altre. Ife scure lisce senza unioni a fibbia. Reticolo regolare, che si estende fino al terzo strato di cellule corticali.

Il micobionte è una forma anamorfa di un Ascomicete del genere *Elaphomyces*, appartenente alla famiglia delle *Elaphomycetaceae*.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP3, PP4, PP5, LM1, LM2, LM3, LM4, LM5, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5.

Forma 6 (= *Rhizopogon luteolus* Fr.) (Uhl, 1988) (Fig. 2)

Micorriza di colore arancione. Ramificazione coralloide. Superficie del mantello reticolata, con reticolo di colore biancastro. Sono stati osservati cordoni miceliari spessi e con base di attacco limitatata ad un punto. Sulla radichetta, tale forma micorrizica è visibile anche ad occhio nudo, in quanto origina delle strutture perliformi. Alle volte si osserva un asse allungato alla base del quale la micorriza ha struttura coralloide.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. Ife ialine lisce, talora rugose, senza unioni a

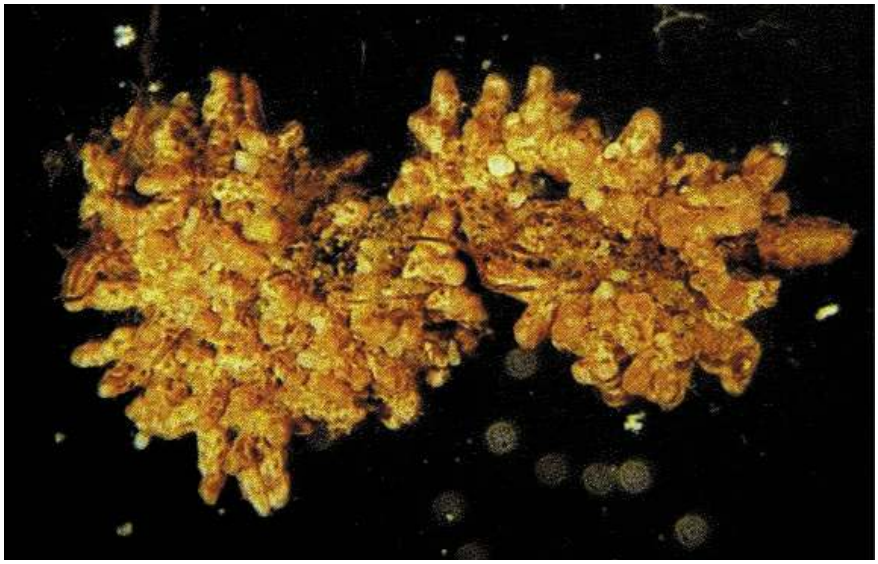


Fig. 2. Ectomicorriza formata da *Rhizopogon luteolus* Fr. con *Pinus pinea* L. con aspetto coralloide.

fibbia, a volte con inclusioni di gocciole lipidiche. Reticolo irregolare, che si estende fino al terzo strato di cellule corticali. I cordoni miceliari hanno struttura differenziata con alcune ife che si presentano molto addossate e con una distribuzione casuale.

Il micobionte appartiene alla famiglia Rhizopogonaceae, è pertanto un Basidiomicete. I suoi corpi fruttiferi, detti tartufole, si rinvengono solitamente sotto il pino, in terreni secchi sabbiosi, spesso semi ipogei, in regioni a bassa altitudine, e su suoli con reazione acida.

La forma è stata rinvenuta nei campioni: PP3, PP5, LM2, LM3, LM4, LM5, PM4, PM5.

Forma 7

Micorriza di colore arancione rosato. Ramificazione dicotomica. Superficie del mantello liscia con locale reticolatura di colore giallo chiaro rosato. Apici corti e tozzi. Talora si riscontra un principio di ramificazione coralloide.

Mantello in visione piana plectenchimatico con arrangiamento ifale piuttosto irregolare in cui non è osservabile un modello di sviluppo specifico, ma le ife tendono ad accrescersi in direzione longitudinale. In sezione appare bistratificato con lo strato inferiore pseudoparenchimatico con cellule epidermoidi. Cellule fortemente addossate a costituire una struttura compatta. Ife ialine lisce, talora rugose, senza unioni a fibbia, a volte con inclusioni di gocciole lipidiche. Reticolo regolare, che si estende fino al terzo strato di cellule corticali.

La forma è stata rinvenuta nei campioni:, LM4, PM1, PM2, PM3, PM4, PM5.

Dei 14 simbionti del leccio, 5 sono stati ascritti alla sottodivisione Basidiomycotina per le loro caratteristiche unioni a fibbia (Forme 1, 3, 5, 22, 23), mentre 5 sono state classificate come segue: *Cenococcum geophilum* Fr. (Forma 8), *Dermocybe cinnamomea* (L.: Fr.) Wünsche (Forma 18), *Genea hispidula* Berk. et Br. (Forma 19), *Xerocomus badius* (Fr.) Kühn.: Gilbert (Forma 20).

Dei 7 simbionti del pino, 2 sono stati ascritti alla sottodivisione Basidiomycotina (Forme 1, 3), mentre 3 sono state classificate come segue: *Dermocybe cinnamomea* (L.: Fr.) Wünsche (Forma 2), *Cenococcum geophilum* Fr. (Forma 5), *Rhizopogon luteolus* Fr. (Forma 6).

I simbionti identificati preferiscono suoli acidi e sabbiosi.

Nella Tab. III, e nel relativo grafico, viene riportata la percentuale di radichette di pino e leccio nei campioni provenienti dal rimboschimento misto.

Tabella III. *Percentuale di radichette di pino e leccio nei campioni misti.*

Campione	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Percentuale P	31,4	64,7	51,7	60,9	48,0	38,2	100	26,2	100	100
Percentuale L	68,6	35,3	48,3	39,1	52,0	61,8	–	73,8	–	–

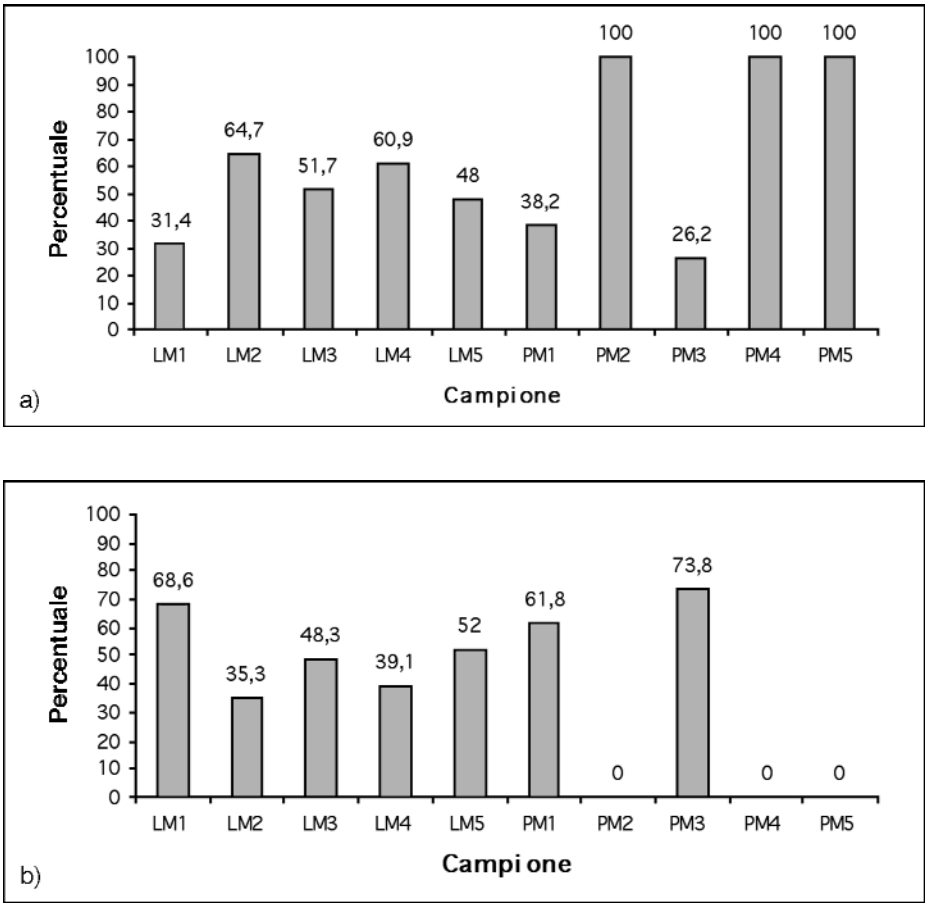


Grafico 2. a) Percentuale di radichette di pino presenti nei campioni misti. b) Percentuale di radichette di leccio presenti nei campioni misti.

Nella Tab. IV, e nel relativo grafico, viene riportata la percentuale di radichette micorrizate rispettivamente del leccio e del pino nei campioni provenienti dal rimboschimento misto.

Tabella IV. *Percentuale di radichette micorrizate di pino e leccio nei campioni misti.*

Campione	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
% P micorrizate	15,4	31,6	16,9	27,9	29,7	11,8	46,2	8,0	54,2	48,0
% L micorrizate	36,6	22,0	29,5	22,9	15,9	34,7	-	43,9	-	-

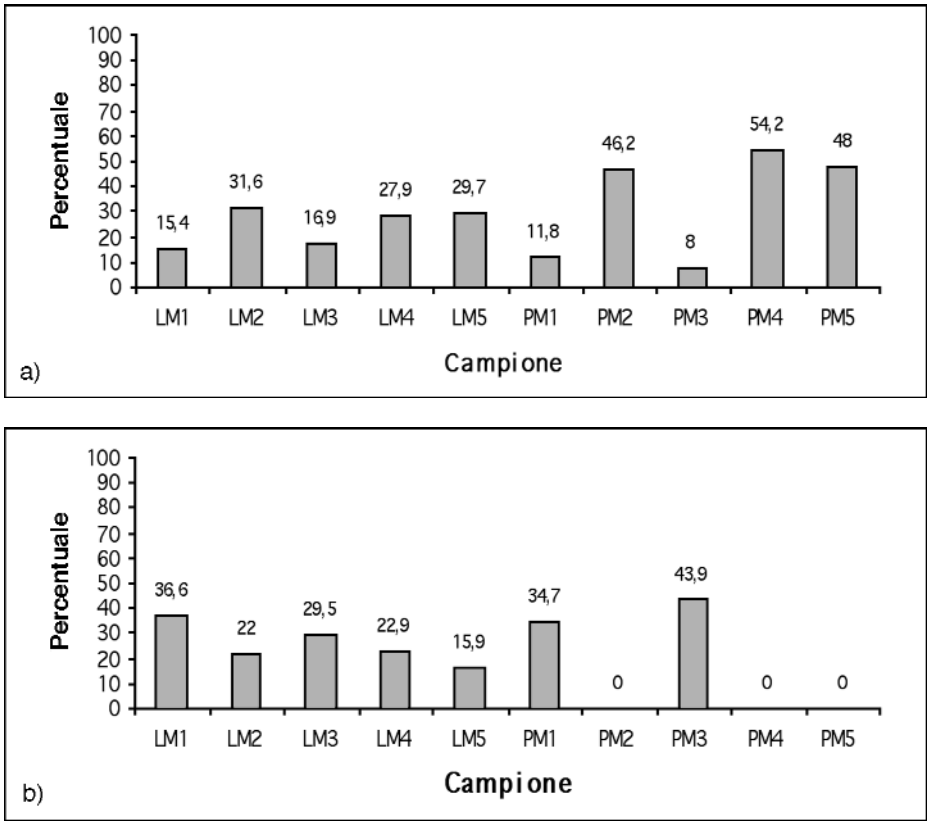


Grafico 3. a) Percentuale di radici di pino micorizzate, nei campioni misti. b) Percentuale di radici di leccio micorizzate, nei campioni misti.

Conclusioni

Questo studio ha consentito di osservare che il numero di forme rinvenute nei soprassuoli puri e misti di *Pinus pinea* e *Quercus ilex* è pari a 14 per il leccio, e 7 per il pino e trova così conferma quanto riportato in bibliografia sulla maggiore quantità di forme rinvenibili sulle Angiosperme rispetto alle Gimnosperme.

Le percentuali di micorrizazione indicano che il pino domestico in condizioni di purezza, ha valori sensibilmente inferiori rispetto al soprassuolo misto, mentre il leccio presenta una situazione opposta. Infatti, la media delle percentuali di micorrizazione è pari a 44,50 per il pino puro e 49,20 per il pino misto, e di 52,62 per il leccio puro contro 48,74 per il leccio misto. Ciò indicherebbe che la presenza del leccio nel soprassuolo misto favorisce l'instaurarsi della simbiosi nel pino.

In generale, sono interessati al fenomeno gli orizzonti superficiali degli apparati radicali nel pino e quelli profondi nel leccio.

Vi è, quindi, una più completa distribuzione spaziale delle micorrize in presenza del soprassuolo misto che si manifesta anche in una più rapida ed efficace degradazione della lettiera.

Questo studio non può considerarsi esaustivo, ma il punto di partenza per ulteriori approfondimenti sull'andamento dello status micorrizico delle specie in esame nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).

BIBLIOGRAFIA

AGERER R., *Colour Atlas of Ectomycorrhizae*, Einhorn-Verlag, Schwäbisch Gmünd, 1987-2000.

AGERER R., *Studies on ectomycorrhizae V. Mycorrhizae formed by* Dermocybe cinnamomea *and* Dermocybe sanguinea *on spruce*, «Nova Hedwigia», *44* (1-2), 69-89 (1987).

BRAND F., *Ektomycorrhizen an* Fagus sylvatica*. Charakterisierung und Identifizierung, ökologische Kennzeichnung und unsterile Kultivierung*, IHW-Verlag, «Libri Botanici», *2*, 114-119 (1991).

CHOU CHOU M., GRACE J.J., *Mycorrhizal fungi of* Pseudotsuga menziesii *in the north island of New Zeland*, «Soil Biol. Biochem.», *13*, 247-249 (1981).

CHOU CHOU M., GRACE J.J., *Characterisation and identification of mycorhizas of Douglas fir in New Zeland*, «Eur. J. For. Path.», *13*, 251-261 (1983).

DEACON J.W., DONALDSON S.J., LAST F.T., *Sequences and interactions of mycorrhizal fungi on birch*, «Plant and Soil», *71*, 257-262 (1983).

GIOVANNETTI M., MOSSE B., *An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots*, «New Phytol.», *84*, 389-500 (1979).

GRONBACH E., *Charakterisierung und Identifizierung von Ektomykorrhizen in einen Fichtenbestand mit Untersuchungen zur Merkmalsvariabilität in sauer beregneten Flächen*, J. Cramer, «Bibliotheca Mycologica», *125* (1988).

HARVEY A.E., LARSEN M.J., JURGENSON M.F., *Distribution of ectomucorrhiza in mature Douglas fir/larch forest system in Western Montana*, «Forest Science», *22*, 383-398 (1976).

LAST F.T., MASON P.A., WILSON J., DEACON J.W., *Fine roots and sheathing mycorrhizas: their formation, function and dynamics*, «Plant and Soil», *71*, 9-21 (1983).

MASON P.A., LAST F.T., WILSON J., INGLEBY K., *The concept of succession in relation to the spread of sheathing mycorrhizal fungi on inoculated tree seedlings growing in unsterile soils*, «Plant and Soil», *71*, 247-256 (1983).

MOLINA R., MASSICOTTE H.B., TRAPPE J.M., *Ecological role of specificity phenomena in ectomycorrhizal plant communities: potentials for interplant linkages and guild development*, in *Mycorrhizas in Ecosystems*, D.J. Read, D.H. Lewis, A.H. Fitter, I.J. Alexander Eds., CAB International, 1992, pp. 106-112.

MOSSE B., STRIBLEY D.P, LE TACON F., *Ecology of mycorrhizae and mycorrhizal fungi*, «Advances in Microbial Ecology», *5*, 137-210 (1981).

RIESS S., BRONZETTI D., *La simbiosi micorrizica nelle faggete di Collelongo*. Primo contributo, «Mic. Ital.», *2*, 9-12 (1993).

RIESS S., *Indagini micorriziche in* Pinus radiata *D. Don in Sardegna*, «Micologia Italiana», *2*, 69-71 (1994a).

RIESS S., *La simbiosi micorrizica nelle faggete di Collelongo*. Secondo contributo, «Micologia Italiana», *3*, 9-21 (1994b).

RIESS S., DE COLLE S., *Studio dei simbionti ectomicorrizici del* Qurcus ilex *L. in condizioni controllate di alta* CO_2, «EM-Linea Ecologica», *27* (6), 15-19 (1995a).

RIESS S., DE COLLE S., *La simbiosi micorrizica nelle faggete di Collelongo* (*AQ*) *e Monte Fogliano* (*VT*). Terzo contributo, «Micologia Italiana», *24* (3), 174-181 (1995b).

RIESS S., DE COLLE S., *Studio morfologico dei simbionti ectomicorrizici associati a* Picea abies (*L.*) *Karst*, «Micologia Italiana», *26* (3), 37-42 (1997).

RIESS S., RAMBELLI A., *Preliminary notes on mycorrhizae in a natural tropical rain forest*, in *Tropical Mycorrhiza Research*, Oxford Science Publication edited by P. Mycola, 1980, pp. 143-145.

TRAPPE J.M., *Selection of fungi for ectomycorrhizal inoculation in nurseries*, «Ann. Rev. Phytpath.», *15*, 203-222 (1977).

UHL M., *Studies on ectomycorrhizae XV. Mycorrhizae formed by* Rhizopogon luteolus *on* Pinus sylvestris, «Persoonia», *13* (4), 449-458 (1988).

INDICE DEGLI AUTORI *

Allegrini Alessia, II, 749
Allegrini Ivo, I, 355
Anselmi Silvia, I, 365; II, 749
Aromolo Rita, I, 303, 319, 331, 343, 377
Barilli Luisa, I, 319
Benedetti Anna, I, 23, 35, 45, 59, 73, 85, 157, 175, 303, 377, 397
Bianco Pietro M., II, 441, 709, 827, 835
Biondi Francesco Antonio, I, 165, 409
Bogliolo Maria Paola, I, 287
Brusori Barbara, I, 303, 331, 343, 377
Bucci Maurizio, I, 123
Busuoli Gilberto, I, 123
Casacchia Ruggero, I, 287
Cecchini Matilde, I, 319, 343
Costanzo Laura, II, 777, 827
Crescente Maria Fiore, II, 765
Crisanti Laura, I, 213
De Colle Silvia, II, 843
De Giacomo Umberto, I, 187
De Lillis Manuela, I, 213; II, 777, 827, 835
De Pace Fabio Massimo, I, 255
Della Rocca Antonio Bruno, I, 1; II, 709
Di Blasi Nicolò, I, 99, 111
Di Carlo Vincenzo, I, 319
Fanelli Giuliano, I, 213
Fanfani Alberto, I, 187, 223, 243
Figliolia Adele, I, 165, 409
Fioravanti Rita, II, 813
Fiorelli Fabiola, I, 85
Focardi Stefano, I, 165, 187, 201
Francaviglia Rosa, I, 303, 319, 331, 343, 377
Franceschini Gianluca, I, 187
Fricano Federica, I, 99
Gataleta Licia, I, 303, 319, 331, 343, 377
Giannini Maria Antonietta, I, 365
Giannini Monica, I, 365; II, 749
Giordano Ervedo, II, 789, 843
Gratani Loretta, II, 765
Grignetti Alessandra, I, 287
Grillini Marcello, I, 123
Ianniello Antonietta, I, 355
Isotti Roberto, I, 187, 201, 223
Lombardi Sonia, I, 187
Macuz Alessandra, II, 789
Manes Fausto, I, 365; II, 749, 777
Manganaro Alberto, I, 243
Marchionni Maria, I, 23, 85, 303, 377
Marinelli Enzo, I, 255
Mazziotti Gomez de Teran Carla, I, 355
Mecella Girolamo, I, 99, 111
Melini Susanna, II, 749
Menegoni Patrizia, II, 777
Morselli Luciano, I, 303, 319, 331, 343, 377
Mugnoli Stefano, II, 709
Mura Graziella, I, 273
Neri Ulderico, I, 99, 111, 165
Novo Alberto, I, 331

* Il numero romano rinvia al tomo.

Olivieri Piera, I, 303, 319, 331, 343, 377
Passarini Fabrizio, I, 331
Pecchioli Elena, I, 187
Pesoli Paola, II, 765
Piazza Maria Gioia, I, 255
Pignatti Sandro, II, 441, 709, 777
Pinzari Flavia, I, 35, 45, 59, 73, 85, 157, 175, 397
Pizzoferrato Maria C., I, 111
Pucci Leonardo, I, 187, 243
Ranazzi Lamberto, I, 243
Riess Sabine, II, 843
Ronchi Francesca, I, 187
Salvati Luca, I, 243
Salvatori Rosamaria, I, 287
Scandella Patrizia, I, 99, 111
Scarascia Mugnozza Gian Tommaso, I, xv, xlv, 23; II, 441
Scarascia Mugnozza Giuseppe, II, 789, 813
Sequi Paolo, I, 23, 35, 45, 59, 73
Tescarollo Paolo, II, 441
Tinelli Aleandro, I, 23, 201, 223, 409; II, 765, 827, 835
Tirone Giampiero, II, 813
Tomassi Rolando, I, 243
Toso Silvano, I, 187
Trinchera Alessandra, I, 35, 45, 59, 73, 85, 157, 175, 397
Valentini Riccardo, II, 813
Zarattini Paola, I, 273

INDICE

VEGETAZIONE

Sandro Pignatti - Pietro M. Bianco - Paolo Tescarollo - Gian Tommaso Scarascia Mugnozza, *La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 441

Antonio Bruno Della Rocca - Sandro Pignatti - Stefano Mugnoli - Pietro M. Bianco, *La Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano* 709

Fausto Manes - Monica Giannini - Silvia Anselmi - Susanna Melini - Alessia Allegrini, *Studio multitemporale dell'indice di area vegetale (PAI) nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 749

Loretta Gratani - Paola Pesoli - Maria Fiore Crescente - Aleandro Tinelli, *Analisi della struttura di* Pinus pinea *L. in funzione dell'età: variazione dell'indice di area fogliare (LAI) e della morfologia degli aghi* 765

Manuela De Lillis - Laura Costanzo - Patrizia Menegoni - Sandro Pignatti - Fausto Manes, *La rigenerazione del bosco sepreverde e caducifoglio nell'area di Castelporziano* 777

Alessandra Macuz - Ervedo Giordano - Giuseppe Scarascia Mugnozza, *Rinnovazione naturale dei querceti caducifogli di Castelporziano in rapporto a parametri strutturali e microclimatici* 789

Giampiero Tirone - Rita Fioravanti - Riccardo Valentini - Giuseppe Scarascia Mugnozza, *Monitoraggio dei flussi di carbonio in una lecceta della Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 813

Pietro M. Bianco - Laura Costanzo - Manuela De Lillis - Aleandro Tinelli, *Evoluzione floristica e vegetazionale nella riqualificazione delle dune costiere* 827

PIETRO M. BIANCO - MANUELA DE LILLIS - ALEANDRO TINELLI, *Biodiversità in aree umide di recente realizzazione* 835

SILVIA DE COLLE - SABINE RIESS - ERVEDO GIORDANO, *Indagine preliminare sullo Status micorrizico di* Pinus pinea *L. e di* Quercus ilex *L. nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano* 843

Indice degli autori 863

Finito di stampare nel mese di novembre 2001
dalla Tipografia della Pace
Via degli Acquasparta, 25 – 00186 Roma