

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

CREAZIONE DI UN SISTEMA ÎNFORMATIVO TERRITORIALE AMBIENTALE CASTELPORZIANO (SITAC)



TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

CREAZIONE DI UN
SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE
AMBIENTALE CASTELPORZIANO
(SITAC)

TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

a cura di Luciano Morselli Università degli Studi di Bologna / Ministero dell'Ambiente

> Realizzazione grafica di Lorenzo Moretti ENEA amb. cat. fral. Bologna

Realizzazione editoriale a cura dell'ENEA (Unità Comunicazione e Informazione)

Foto di copertina Immagine del querceto di caducifoglie nella Tenuta di Castelporziano (Particolare)

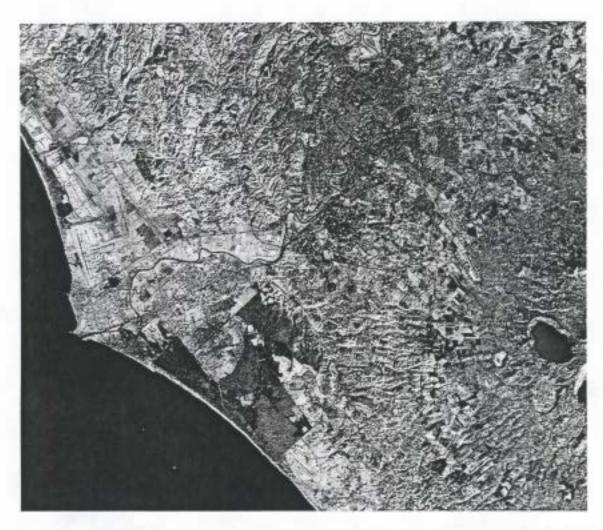
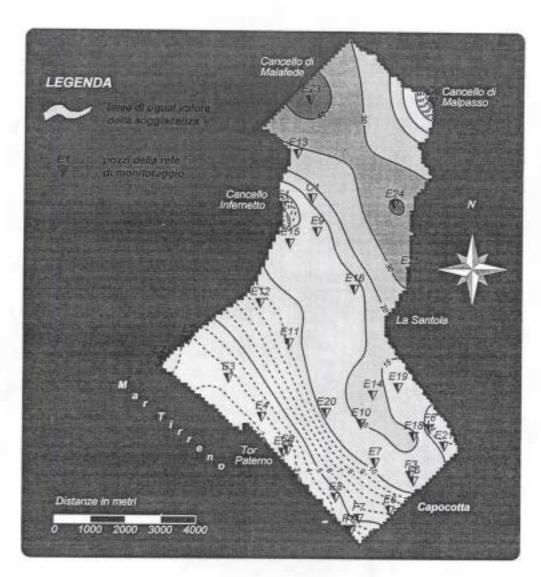


Immagine Landsat dell'area comprendente la Tenuta di Castelporziano e la città di Roma. La codifica è secondo una scala di grigi dal nero al bianco per temperature crescenti



Carta della soggiacenza

INDICE

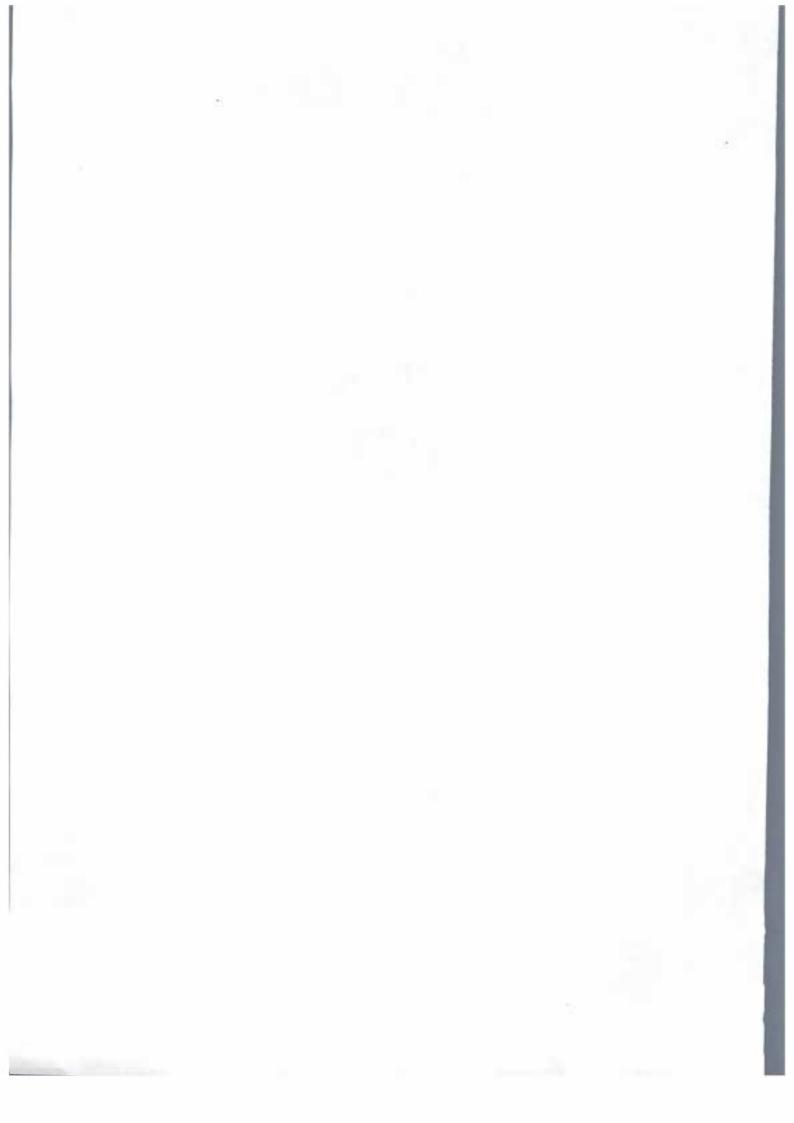
INTRODUZIONE E PRESENTAZIONE DEL RAPPORTO
Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza - Introduzione al Rapporto 1998 . 11
Prof. Luciano Morselli - Presentazione del Rapporto 1998
Commissione Scientifica
Enti ed Istituzioni partecipanti
RELAZIONI DEI GRUPPI DI LAVORO
SITAC Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano
Progetto di monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di
Castelporziano
ATMOSFERA69
Studio di inquinanti in atmosfera e loro trasformazione in un ecosistema
naturale. Interazioni con l'ambiente
Analisi dell'evoluzione degli inquinanti sulla Tenuta Presidenziale di
Castelporziano
Monitoraggio della qualità ambientale nella Tenuta Presidenziale di
Castelporziano: studi di bioindicazione attiva e di dati telerilevati da
satellite per l'analisi delle principali tipologie vegetazionali
Stato di qualità dell'aria nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano in
relazione al contributo di attività antropiche esterne: campagna estiva 1998. 104
I metalli pesanti nel particolato atmosferico totale e nelle deposizioni umide
e secche
Le eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche. Valutazione dei
trend annuali e mappatura preliminare
Studio di inquinanti in atmosfera e loro trasformazione in un ecosistema
naturale. Interazioni con l'ambiente
SUOLO
Studio e gestione del ciclo della sostanza organica del suolo in ambiente
mediterraneo
Effetto del rooting del cinghiale (Sus Scrofa L.) sulle caratteristiche
chimiche e biologiche del suolo in ambiente mediterraneo
Monitoraggio delle acque di dilavamento di Quercus ilex L. e del suolo
sottochioma per lo studio del degrado di siti forestali

	Caratterizzazione delle acque di dilavamento della vegetazione ad alto fusto: contenuto in metalli pesanti	163
	Valutazione dell'impatto antropico sulle qualità fisiche del suolo mediante	
	l'analisi di immagine	174
	Recupero e valorizzazione delle biomasse da residui: realizzazione di un	
	compost di qualità	181
	Studio e gestione del ciclo della sostanza organica del suolo in ambiente	
	mediterraneo	187
IDR	ROGEOLOGIA	189
	Studio idrogeologico e delle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque	
	sotterranee e superficiali	191
	Monitoraggio delle piscine 1997-1998	193
	Monitoraggio idrogeologico Studi idrogeologici e monitoraggio delle falde	201
	Monitoraggio idrogeologico Studi geologici e micropaleontologici	216
	Indagini geologiche, GPS e geoelettriche	219
	Studio idrogeologico e delle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque	
	sotterranee e superficiali	234
VE	GETAZIONE	235
	Componente vegetazionale dell'ecosistema di Castelporziano	237
	L'analisi della biomassa vegetale quale metodo per il monitoraggio delle	
	riserve naturali: un'applicazione in ambiente mediterraneo costiero	238
	Effetto del disturbo sulla banca dei semi di una lecceta	241
	Analisi di alcuni fattori ambientali e loro interazione con il processo di	
	rinnovazione naturale dei querceti caducifogli	248
	Studi ecofisiologici su piantine di specie caducifoglie (Quercus Cerris L. e	
	Q. Frainetto Ten.) e sempreverdi (Q. ilex L.) nel comprensorio della Tenuta	
	Presidenziale di Castelporziano	258
	Emergenze floristiche a Castelporziano	267
	Lista dei sintaxa presenti a Castelporziano	270
	Componente vegetazionale dell'ecosistema di Castelporziano	280
FAU	JNA	281
	Il monitoraggio della fauna	283
	Aspetti igienico-sanitari delle acque delle "Piscine" di Castelporziano:	
	indagine preliminare	285
	Gli ambienti temporanei della Tenuta di Castelporziano: nuovo censimento	
	e distribuzione	288
	Influenza della predazione nei cambiamenti della struttura e dinamica dei	
	nonolamenti planctonici della "Piscina della luce"	294

	Macroinvertebrati di alcune piscine della Tenuta Presidenziale di	
	Castelporziano (1990-1998)	302
	Censimenti delle entomocenosi forestali e litoranee	311
	Gli odonati della Tenuta di Castelporziano: una check list aggiornata	316
	Il popolamento di odonati	321
	Distribuzione ecologica degli anfibi nella Tenuta Presidenziale di	
	Castelporziano	332
	Struttura della comunità ornitica della Tenuta Presidenziale di	
	Castelporziano	336
	I rapaci notturni nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano	350
	Biologia del cinghiale, daino e capriolo	359
	Censimento dell'ornitofauna nelle principali piscine. Dal marzo 1997 al	
	settembre 1998	369
IM	PATTO ANTROPICO	385
	Impatto antropico	387
	Valutazione dell'impatto antropico sulle comunità microbiche del suolo	
	mediante tecniche molecolari	389
	Valutazione dell'impatto antropico sulle qualità fisiche del suolo mediante	
	l'analisi di immagine	396
•	Valutazione dell'entità dell'erosione nell'area della Tenuta Presidenziale di	
	Castelporziano	403
6	Evoluzione del delta del F. Tevere e relative variazioni della linea di costa	411
	Valutazione della vulnerabilità dell'acquifero all'interno della Tenuta di	
	Castelporziano	420
	Situazione degli incendi nella Tenuta di Castelporziano ed analisi	
	vegetazionale delle superfici interessate	427
	Barriere vegetali contro l'inquinamento acustico	436
	Aspetti paesaggistici e problemi gestionali delle piscine	447
	Inquadramento paesaggistico e valutazione dell'impatto antropico nelle area	<u> </u>
	a Nord di Castelporziano	452
	Mitigazione del muro di confine in località Ortaccio	469
	Impiego delle barriere vegetali all'interno della Tenuta di Castelporziano	473
	Valorizzazione dell'area di sosta e punto panoramico in località Contumaci .	479
	Realizzazione di aree di sosta e valorizzazione dei punti panoramici della	
	Tenuta di Castelporziano	485
	Il museo del passato ed il dibattito contemporaneo	488
	Progettazione museale applicata a temi naturalistici	495

S	Storia e modalità di trasformazione di alcuni percorsi storici: ipotesi di	
ri	ipristino e interventi di mitigazione ambientale nel comprensorio di	
С	Castelporziano-Castelfusano-Capocotta5	507
In	mpatto antropico5	526
ALLEGATI	5	527
Comur	nicato dell'Ufficio Stampa del Segretariato Generale della Presidenza	
della R	Repubblica5	529
Castel	Iporziano, quell'eccezionale "laboratorio verde"5	530
INDIRI77ARI	10	531

Introduzione e Presentazione del Rapporto



INTRODUZIONE AL RAPPORTO 1998*

Come il precedente, anche il V rapporto annuale sul programma di monitoraggio ambientale della Tenuta presidenziale di Castelporziano, coordinato dalla "Commissione consultiva per la gestione dei boschi, prati e pascoli" della Tenuta stessa, riassume le crescenti attività dei sette gruppi di lavoro in cui il programma è stato suddiviso, ed il progresso nel lavoro di sintesi che si viene costruendo attraverso proficui confronti fra gli esponenti dei diversi gruppi.

Infatti, secondo la proposta della Commissione consultiva, approvata dal Segretario Generale, di organizzare nei primi mesi del 1999 un convegno per presentare al Capo dello Stato, O.L. Scalfaro, i risultati del primo quadriennio di attività del progetto di monitoraggio ambientale, nel corso del 1998 è stata intensificata l'opera di interconnessione, comparazione e sintesi delle ricerche, delle informazioni raccolte e analizzate dai vari gruppi. Peraltro, questo impegno non ha pregiudicato la continuazione delle specifiche indagini previste dal programma per il 1998.

Tra le quali, come esempio, si può accennare: alla quantificazione dei metalli pesanti nel particolato atmosferico ed alle concentrazioni di benzene e di ozono; alle caratteristiche delle acque di lavaggio della vegetazione ad alto fusto e conseguente inquinamento del suolo; all'abbassamento della falda freatica ed all'andamento delle acque nelle "piscine" naturali, tipici microambienti in via di scomparsa lungo il litorale tirrenico; al completamento della carta della vegetazione ed ai problemi della rinnovazione del bosco sempreverde e caducifoglio, nonché dell'efficienza fotosintetica della macchia mediterranea; all'accertamento e classificazione della biodiversità vegetale; al monitoraggio dell'assorbimento di carbonio in foreste miste di pino e leccio; al recupero e compostabilità delle biomasse reperite nella Tenuta; ai periodici censimenti della fauna ed a specifiche ricerche nella composizione della fauna ornitica; all'analisi dei suoli sabbiosi e mobili della duna antica e recente; all'impatto antropico provocato sui sistemi dunali dalla balneazione e dall'evoluzione delle linee di costa; ad una prima valutazione paesaggistica dell'impatto antropico nei comprensori di Castelporziano, Capocotta e

L'insieme dei dati raccolti, unitamente a quelli degli anni precedenti, ha fornito ulteriori evidenze sui problemi ecologici del comprensorio e consente di approntare metodi e applicare interventi per una gestione mirata alla tutela degli insiemi vegetazionali e delle varie specie faunistiche, alla salvaguardia dei valori naturali e paesaggistici, specie di quelli a rischio, e, dove necessario, alla riqualificazione ambientale. L'ormai notevole mole di dati e conoscenze originali, come proposto dalla Commissione e con il consenso del Segretario Generale, merita ormai di essere messa a disposizione degli studiosi, e le memorie scientifiche saranno pubblicate nei "rendiconti" dell'Accademia Nazionale delle Scienze.

Castelfusano.

Vorrei far notare che, nelle relazioni - molto circostanziate come nei precedenti rapporti annuali - delle attività di studio e di ricerca sperimentale dei gruppi e delle relative unità operative, è evidente l'attenzione a far emergere quelle interpretazioni di problemi, di fenomeni, di processi, che possono scaturire sia dalle analisi e indagini di tipo disciplinare e tematico, proprie di ogni singolo gruppo di lavoro, sia dallo studio congiunto, interdisciplinare ed integrato, degli eventi stessi. Questo crescente impegno di studio "sistemico" ha consentito un ulteriore progresso nella realizzazione del "sistema informativo territoriale ambientale". Con la generosa collaborazione dei ricercatori delle varie unità operative, attraverso la georeferenziazione delle immagini da telerilevamento e da fotografia, la standardizzazione degli oltre duecentocinquanta milioni di dati raccolti, l'inserimento, la catalogazione e l'accessibilità dei dati di monitoraggio territoriale e ambientale, si sta procedendo nella lettura particolareggiata del territorio e degli ecosistemi di Castelporziano. Insomma, si sta componendo una banca dei dati ambientali della Tenuta che già costituisce un primo nucleo storico delle caratteristiche degli ecosistemi, delle intensità e delle evoluzioni dei fenomeni, della risposta delle diverse formazioni forestali; banca dati che sarà progressivamente arricchita di risultati delle indagini previste per il completamento del programma.

^{*}Presentazione del Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza, Rettore nell'Università della Tuscia, Viterbo e Presidente della Commissione Scientifica del "Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano"

Questa base informatica, questa banca di dati raccolti dai gruppi specialistici, dunque, grazie al sistema informatico ambientale elaborato <u>ad hoc</u>, promuove constatazioni incrociate, ipotesi, spunti di ricerca, deduzioni, esami interspecialistici della complessità dell'ambiente della Tenuta, e permette prospettive, previsioni, proposte di interventi, per una gestione dell'ambiente che ne tuteli la "naturalità" e ne assicuri la "sostenibilità" e la "durabilità".

Mentre - come già accennato - stiamo cercando di sviluppare modelli che correlino i vari strati informatici (cartografie tematiche, serie di dati puntuali, ecc.) afferenti alle singole discipline, e di individuare "indicatori" biologici e fisici particolarmente significativi, ci proponiamo di aver nozione della dinamica delle eventuali tendenze modificatrici delle attuali condizioni e, attraverso simulazioni, di prevedere e configurare future cause di variazione e di alterazione dei fenomeni ecologici e le possibili conseguenze. Lo scopo di questi studi è - in fondo - da un lato di proporre l'adozione di misure e di interventi, a breve e lungo termine, che assicurino, pur nella dinamica evoluzione dei fenomeni naturali o provocati dall'uomo, la salvaguardia degli equilibri fra le varie componenti biotiche e abiotiche dell'ecosistema di Castelporziano, e dall'altro di contribuire a elaborare un "modello" di studi ecologici per una foresta costiera mediterranea.

Lo stato di avanzamento così raggiunto ha consentito di ottemperare all'impegno di presentare al Presidente della Repubblica un quadro sufficientemente completo dei risultati ottenuti con l'esecuzione del programma di monitoraggio.

L'udienza concessa dal Presidente Scalfaro ha avuto luogo il 19 marzo 1999, nella sala del Bronzino al Quirinale, presenti i Ministri dell'Ambiente e delle Politiche Agricole, esponenti delle istituzioni di ricerca che hanno collaborato (le Università di Roma, Viterbo, Bologna, il CNR, l'ENEA, Istituti sperimentali nazionali, ISPESL, ecc.) ed un centinaio di ricercatori e borsisti (vedi negli allegati 1 e 2 il comunicato stampa ed un articolo divulgativo su un quotidiano romano).

Si può affermare che con il piano di monitoraggio, ormai alla conclusione, ed il risultante sistema informativo territoriale ambientale, la Tenuta sta aggiungendo alle peculiari caratteristiche istituzionali, naturalistiche, archeologiche, storiche, il valore di centro di studi ambientali e di osservatorio sperimentale per la gestione di "aree naturali protette". Per la complessità degli stati e dei processi ecologici rilevati a Castelporziano, l'ampio ventaglio di indagini compiute nel quadro dell'attuale programma forse meriterebbe la prosecuzione.

PRESENTAZIONE DEL RAPPORTO 1998*

La presentazione del Rapporto 1998 relativo alle ricerche effettuate nell'anno precedente, insieme ai risultati delle ricerche effettuate in questi quattro anni di attività esposti dal Prof. Scarascia Mugnozza, Presidente della Commissione Scientifica, al Sig. Presidente della Repubblica il 19 marzo scorso, permette di riassumere in gran parte le attività programmate per il Progetto quinquennale di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Un Progetto che si avvia alla conclusione e che negli ultimi anni sta elaborando i dati acquisiti e dando completezza al Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). La prima fase dei lavori, nei primi tre anni di attività, ha permesso di definire al meglio il Progetto nella sua struttura attuale attraverso una distinzione dei vari comparti ambientali per i quali operano i diversi Gruppi di Lavoro ed all'interno di essi le Unità Operative con Ricercatori provenienti dai più importanti Centri di Ricerca Nazionali e con una ormai nutrita schiera di Borsisti e di Contrattisti che hanno acquisito in questo contesto una formazione professionale di alto livello culturale interdisciplinare. All'interno di tali comparti ambientali sono state approfondite le ricerche che potessero essere di supporto all'obiettivo primario della creazione del SITAC. La seconda fase è stata quindi dedicata all'integrazione delle varie ricerche in termini interdisciplinari cercando di considerare un unicum di ricerche: dai più alti strati dell'atmosfera, dai quali attivare un telerilevamento, ai più bassi strati del sottosuolo studiando l'idrogeologia della Tenuta. In questo percorso ideale si è puntata l'attenzione sullo studio e sulla comprensione dei processi naturali ed antropici, attraverso le varie discipline chimiche, fisiche e biologiche, che intervengono e che possono interferire sull'ecosistema della Tenuta. Si sono ottenuti finora molti risultati importanti che possono essere sintetizzati per Gruppo di Lavoro o per tematica ambientale considerata, quali ad esempio:

- il satellite Landsat ed un'opportuna scala di analisi consentono il confronto del livello di conservazione della biodiversità all'interno della Tenuta rispetto al territorio circostante; sempre da immagini da satellite sono stati rilevati, per i due mesi considerati (luglio/agosto), indici di stress idrico piuttosto elevati;
- approfondimento dei meccanismi di formazione e trasporto dell'ozono grazie alla misura della radioattività associata al materiale particellare sospeso ed alla valutazione dei parametri meteorologici;
- estesa caratterizzazione di base dei suoli che ha evidenziato l'individuazione nella Tenuta di zone vulnerabili nei confronti della fertilità fisica, chimica e biologica dovute a cause diverse;
- raccolta di dati attraverso misure di monitoraggio permanente (pozzi e piscine) e di apposite campagne per ottenere l'automatizzazione del sistema permanente di monitoraggio delle acque sotterranee;
- realizzazione, in collaborazione con il GdL SITAC, della carta della vegetazione tramite un volo a bassa quota e dati ricavati dallo studio a terra di circa trecento siti;
- per il GdL fauna i dati delle ricerche effettuate hanno permesso di evidenziare la presenza di aree degne di particolare protezione e costituiscono uno strumento indispensabile per una gestione equilibrata della Tenuta, valorizzando le aree a maggior biodiversità nelle quali intervenire adeguatamente.

Il Progetto di Monitoraggio può essere anche sintetizzato come l'oggetto dell'integrazione dei linguaggi provenienti da culture diverse nello specifico ma accomunati nella interazione delle misure e nella elaborazione dei dati per raggiungere appunto un prodotto scientifico integrato ed inserito in un Sistema Informativo Territoriale Ambientale leggibile e fruibile da parte non solo dei Ricercatori partecipanti ma anche del mondo scientifico nazionale ed internazionale, tale da rappresentare un modello di riferimento per lo studio, la preservazione ed il controllo delle aree protette.

^{*} Prof. Luciano Morselli – Università degli Studi di Bologna – Ministero dell'Ambiente, Roma

La struttura di tutto il Progetto ha permesso una formazione di giovani laureati e tecnici in un contesto multidisciplinare tra i più suggestivi. Formazione che non è solo ricerca di laboratorio o prove sul campo quanto anche momenti di discussione e verifica attraverso i vari seminari tematici e generali ed attraverso la formulazione delle note scientifiche riportate nei Rapporti annuali di ricerca.

Le prospettive del Progetto di Monitoraggio rappresentano il passaggio ad un modello dinamico di studio aggiornabile ai trends evolutivi della qualità ambientale, ma anche l'inserimento nel Sistema Informativo Territoriale stesso dei dati più attuali suggerito da nuove acquisizioni scientifico-tecnologiche ed informatiche.

COMMISSIONE SCIENTIFICA

PRESIDENTE

Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza

COMPONENTI DELLA COMMISSIONE CONSULTIVA PER IL PIANO DI GESTIONE DEI BOSCHI E PASCOLI DELLA TENUTA

Prof. Alfonso Alessandrini

Prof. Carlo Blasi

Dott. Alessandro Demichelis

Prof. Alberto Fanfani

Prof. Ervedo Giordano

Prof. Alessandro Pignatti

On. Arch. Fulco Pratesi

On. Arch. Francesco Sapio

Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza (PRESIDENTE)

Dott. Ing. Aleandro Tinelli (SEGRETARIO)

Prof. Silvano Toso

Dott. Luigi Tripodi

COORDINATORI

Dr. Angelo Guerrini CNR - Area della ricerca - Roma

Dr. Angelo Marino

ENEA C.R.E. Casaccia - Roma

Prof. Luciano Morselli

Università degli Studi di Bologna / Ministero dell'Ambiente - Roma

Dott. Ing. Aleandro Tinelli

Tenuta di Castelporziano - Roma

RESPONSABILI DEI GRUPPI DI LAVORO

SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE AMBIENTALE CASTELPORZIANO (SITAC)

Ing. Antonio Bruno della Rocca ENEA inn-rin-vis C.R. Casaccia - Roma

ATMOSFERA

Prof. Luciano Morselli Università degli Studi di Bologna / Ministero dell'Ambiente - Roma

SUOLO

Prof. Paolo Sequi

Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante - Roma

IDROGEOLOGIA

Dott. Gilberto Busuoli ENEA amb C.R. Casaccia - Roma

VEGETAZIONE

Prof. Alessandro Pignatti Dipartimento di Biologia Vegetale Università "La Sapienza" Roma

FAUNA

Prof. Alberto Fanfani Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Università "La Sapienza" Roma

Dott. Silvano Toso Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica - Ozzano dell'Emilia (Bologna)

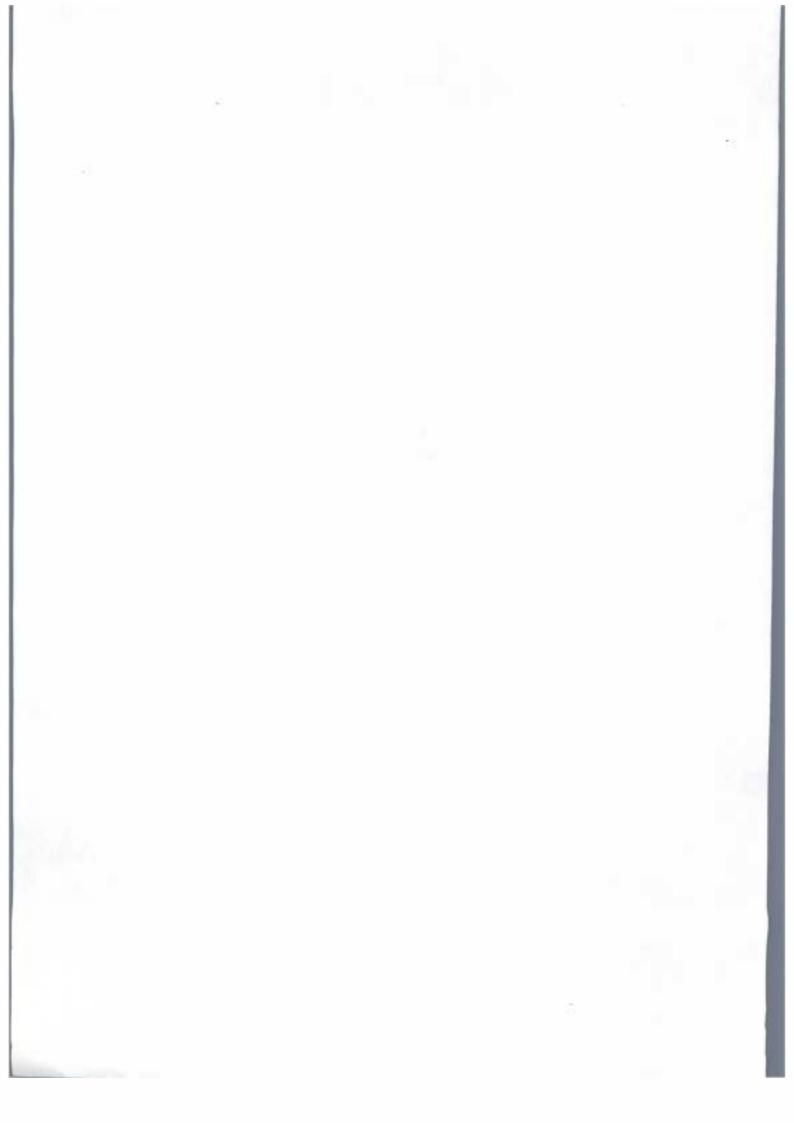
IMPATTO ANTROPICO

Dott. Ing. Aleandro Tinelli Tenuta di Castelporziano - Roma

ENTI PARTECIPANTI

Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Ministero dell'Ambiente
Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)
Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA)
Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS)
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (ISNP)
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo (ISSDS)
Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL)
Fondo Mondiale per la Natura (WWF)
Università degli Studi di Roma - La Sapienza
Università degli Studi della Tuscia (DISAFRI) - Viterbo
Terza Università di Roma

Relazioni dei Gruppi di Lavoro



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

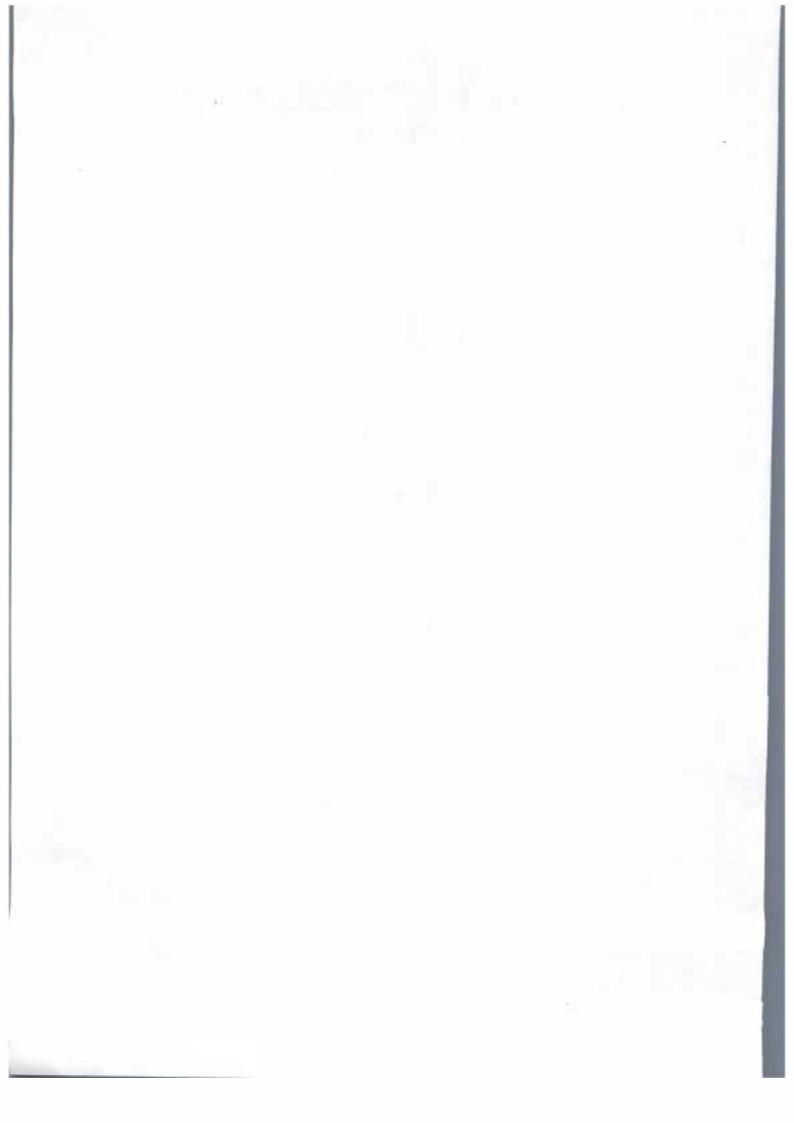
SITAC

Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano

Responsabile: Ing. Antonio Bruno Della Rocca

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

ENEA inn-rin-vis - C.R. Casaccia - Roma A. B. Della Rocca, N. A. Minciotti, P. C. Toffolutti, A. Folletto, S. Mugnoli, A. Laurenti



GRUPPO DI LAVORO SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

AMBIENTALE (SITAC)

TITOLO DELLA RICERCA Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta

Presidenziale di Castelporziano

RESPONSABILE Ing. A. B. Della Rocca

UNITA' OPERATIVA ENEA inn-riv.vis C.R. Casaccia - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. B. Della Rocca, N. A. Minciotti, P. C. Toffolutti,

A. Folletto, S. Mugnoli, A. Laurenti

1. INTRODUZIONE

Nel presente rapporto vengono illustrate le attività svolte dal GdL SITAC nel periodo che va da Luglio 1997 a Settembre 1998 per la realizzazione del Sistema Informativo Territoriale Ambientale della Tenuta di Castelporziano (SITAC). Al fine di inquadrare meglio le attività svolte si richiamano schematicamente le due fasi principali dello sviluppo del SITAC: *progettuale* e *realizzativa*.

La fase progettuale è stata suddivisa in due linee di attività:

1. indagine preliminare

2. progettazione struttura HW/SW (hardware/software) e base dati.

La fase realizzativa, a sua volta, è stata distinta in tre linee di attività:

- 3. Inserimento delle informazioni territoriali
- 4. Sviluppo funzioni
- 5. Accessibilità e catalogo.

Nel diagramma della Fig. 1 vengono illustrate le diverse fasi e le linee di attività eseguite con la loro sequenzialità logica e temporale.

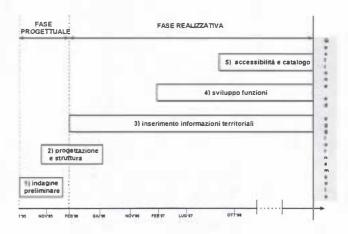


Figura 1 - Diagramma temporale delle attività per lo sviluppo del SITAC.

La prima fase è stata caratterizzata dalla formulazione di un apposito questionario per stabilire la tipologia dei dati, le esigenze e gli scopi dei ricercatori e della Direzione della Tenuta. In un secondo tempo in base alle informazioni raccolte è stato possibile progettare lo schema della base dati e la struttura hardware e software del SITAC stesso. Quest'ultimo e stato articolato in due componenti parallele ed interagenti:

- una banca dati (DBMS), per poter gestire ed elaborare i dati in modo efficiente;

- un Sistema Informativo Territoriale (SIT), in grado di gestire i dati e trarre le informazioni territoriali sotto forma di strati informativi, di immagini telerilevate e fotografie.

La seconda fase del progetto ha molteplici obiettivi:

- 1. la memorizzazione nel SITAC delle informazioni territoriali e dei dati ambientali della Tenuta. I dati raccolti, da ciascun GdL, sono essenzialmente di due tipi: dati di monitoraggio, cioè misure di campagna direttamente effettuate nella Tenuta, e strati informativi, cioè un insieme di elementi territoriali omogenei e georeferenziati riportati su forma cartografica.
- 2. l'elaborazione dei dati inseriti nel SITAC per far fronte alle specifiche esigenze di analisi espresse dai diversi GdL, con l'obiettivo di restituire le elaborazioni sia su supporto analitico che digitale.
- 3. la realizzazione di un catalogo che permette a tutti i ricercatori di conoscere e utilizzare facilmente il bagaglio di informazioni realizzato.

Nel periodo di tempo su indicato il GdL SITAC ha portato avanti la seconda fase del progetto continuando la linea di attività 3 "Inserimento delle informazioni territoriali" (par. 2) con l'acquisizione di dati fondamentali per sviluppare alcune funzioni richieste dagli utenti proseguendo così anche la linea di attività 4 "Sviluppo funzioni" (par. 3). Vista la già consistente mole di dati inseriti è stata iniziata l'impostazione della 5 linea di attività "Accessibilità e catalogo" (par. 4).

2. LINEA DI ATTIVITÀ 3 "INSERIMENTO DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI"

In questo periodo è proseguita la linea di attività di inserimento delle informazioni territoriali sia di interesse generale che specialistico. L'inserimento dei dati specifici di ogni GdL ha richiesto una serie di operazioni finalizzate alla omogeneizzazione dei dati stessi, processo necessario per permetterne una adeguata gestione ed utilizzo all'interno del SITAC.

Nei paragrafi che seguono vengono descritti nell'ordine le attività svolte per la standardizzazione dei dati (par. 2.1), per la realizzazione degli strati informativi di interesse generale (par. 2.2) e per l'inserimento di informazioni territoriali dei singoli GdL (par. 2.3).

2.1. Omogeneizzazione delle informazioni territoriali

La problematica più importante dello sviluppo del SITAC è costituita dalla gestione integrata di una vasta quantità di dati multidisciplinari e multitemporali raccolti nell'ambito del Programma di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano. Per acquisire tali informazioni nel SITAC e per permettere la loro utilizzazione è necessario conferirgli un livello di omogeneizzazione adeguato, livello che può essere raggiunto mediante un processo di standardizzazione. Il processo risulta necessario poiché i ricercatori hanno raccolto e stanno tuttora raccogliendo e registrando dati di varia natura e nei formati più diversi.

I numerosi dati che verranno illustrati schematicamente nei paragrafi successivi, sono principalmente strati informativi, in formato raster o vettoriale, e dati di monitoraggio organizzati in forma tabellare corredati da informazioni relative ai parametri ambientali misurati. Queste informazioni riguardano principalmente i seguenti punti:

- la descrizione dei parametri monitorati;
- le metodologie utilizzate per misurarli;
- le unità di misura utilizzate per esprimerli.

Tutti i dati ricevuti sono stati necessariamente trattati mediante funzioni macro di EXCEL per uniformarli tra loro e con quelli già presenti nel SITAC.

Per quanto concerne il trasferimento di informazioni di tipo geografico riconducibili a strati informativi destinati alla componente SIT, si è raccomandato, in linea con la circolare 1/96, di utilizzare la C.T.R. (Carta Tecnica Regionale) scala 1:10.000, cartografia ufficiale del SITAC.

L'interazione con ogni U.O. è stata articolata in più fasi:

- contatti preliminari via fax o via telefono stabiliti in base a indicazioni fornite dai Responsabili dei GdL;
- 2. riunioni specifiche:
 - per stabilire la tipologia e la quantità di dati da trasferire al SITAC;
- per permettere al GdL SITAC di fornire il supporto tecnico per la predisposizione dei dati secondo gli standard SITAC;

Per raggiungere gli scopi descritti sopra sono state organizzate e si è partecipato alle seguenti riunioni generali:

• tre riunioni con tutte le UU.OO. facenti parte del GdL Atmosfera presso gli uffici ISPESL;

- tre riunioni con tutte le UU.OO. facenti parte del GdL Idrogeologia presso i laboratori dell'ENEA Casaccia e dell'ISNP;
- quattro riunioni con alcune UU.OO. facenti parte del GdL Fauna presso l'Università "La Sapienza". A queste si sono aggiunti numerosi incontri con i singoli ricercatori i quali venivano contattati a seconda delle specifiche esigenze.
- 3. trasferimento dei dati al GdL SITAC, mediante supporto magnetico e/o cartaceo o tramite posta elettronica;
- 4. controllo del materiale da parte del GdL SITAC e richiesta via fax, via telefono o mediante riunioni specifiche, di informazioni mancanti, delucidazioni sui dati forniti, ecc.;
- 5. assestamento diretto dei dati con l'ausilio dei ricercatori;
- 6. acquisizione dei dati nel SITAC (operazione effettuata dal GdL SITAC spesso in presenza dei ricercatori interessati);
- 7. contatti via fax, via telefono o presso il C.R. Casaccia dell'ENEA, successivi all'inserimento dati, per eventuali altre informazioni, delucidazioni, ecc.

Tra i diversi fax inviati è opportuno ricordare quello spedito in data 22/7/98 ad ogni Responsabile dei diversi GdL al fine di validare e/o correggere i dati inseriti nel SITAC, operazione di primaria importanza per poter continuare con le successive linee di attività che prevede il Progetto di Monitoraggio.

Nel mese di Settembre 1998 sono iniziate le operazioni di validazione dei dati; nella tabella che segue vengono elencate le UU.OO. che hanno confermato la validità dei dati inseriti nel SITAC:

UU.00.	Note			
ATM02-03-06(b)	Validazione dei raster: NDVI (Indice di Vegetazione della Differenza Normalizzata); ISI (Indice di Stress Idrico); TMP (temperatura di brillanza al top dell'atmosfera, inoltre è stata visionata l'elaborazione preliminare della distribuzione spaziale del LAI (Indice di Area Fogliare).			
ATM04	Ha validato i dati sul benzene dal 18/7/96 al 02/12/97			
ATM04-06(a)	Ha validato tutti i dati del 1992 e del 95/96 .			
ATM05	Ha validato tutti i dati dal 19/07/95 al 23/08/95			
ATM07	Ha validato solo i dati dal 1996 al 97.			
FAU01	Sono stati validati tutti i dati dal 9/9/1996 al 15/5/97 riguardanti la linea di attività "Crostacei Anostraci".			
FAU04	Sono stati validati tutti i dati dal 12/3/97 al 10/10/97 riguardanti la linea di attività "Entomofaune Acquatiche".			

2.2. Realizzazione degli strati informativi di interesse generale

Gli strati informativi di interesse generale riguardano tematiche che possono essere utili per tutte le ricerche effettuate dalle diverse UU.OO. Essi comprendono coverage che sono indispensabili alla stesura di cartografie sia di base che tematiche. In relazione a tale attività è stato creato lo strato informativo relativo ai toponimi della Tenuta (par. 2.2.1) e aggiornato quello degli edifici presenti a Castelporziano (par. 2.2.2).

2.2.1. Standardizzazione dei toponimi della Tenuta

Dato che i ricercatori di diverse UU.OO. indicavano spesso nelle schede di rilevamento le località in cui misuravano i parametri di monitoraggio ambientale, si è riscontrato che tale informazione assume molta importanza quando il sito di campionamento non è riconducibile ad un singolo punto o ad una linea, elementi esprimibili da coordinate geografiche ben definite, bensì ad una area piuttosto estesa dal perimetro non ben delineato, che può essere identificata solo dal toponimo. Nel corso dell'acquisizione dei dati all'interno del SITAC si è riscontrato che i ricercatori attribuivano toponimi diversi alle stesse località, l'attribuzione non univoca di tali toponimi derivava dal fatto che venivano utilizzate cartografie diverse dove, a volte, a località uguali corrispondono nomi diversi.

Al fine di poter analizzare nell'ambito delle stesse località dati di varie discipline scientifiche raccolti con diversa base cartografica, è risultato quindi necessario uniformare i toponimi delle località della Tenuta. In un primo momento il GdL SITAC aveva ritenuto sufficiente raccomandare ai ricercatori di utilizzare la C.T.R., (Carta Tecnica Regionale), cartografia ufficiale del SITAC (circolare n. 1/96), e quindi i suoi toponimi. Ma in seguito si è appurato che i toponimi indicati dalla C.T.R. non erano sufficienti per indicare le località di tutta la Tenuta e che comunque su tale cartografia erano stati eliminati una serie di toponimi che vengono tuttora comunemente utilizzati dal Personale della Tenuta e dai ricercatori.

Si è deciso quindi di integrare le informazioni sui toponimi mediante diverse cartografie relative alla Tenuta; aggiungendo anche i nomi relativi a siti corrispondenti ad elementi geografici più circoscritti o puntuali come ad esempio ad un edificio, un ponte, un accesso e così via.

Tramite una prima stampa, in cui le posizioni ed i nomi di ogni toponimo apparissero sovrapposti al mosaico della C.T.R. per Castelporziano, si è potuto agevolmente confrontare le informazioni spaziali e qualitative già inserite per i toponimi. Si sono confrontate le fonti di informazione in elenco:

Carta Tecnica Regionale 1:10.000 - 1990

Personale della Tenuta

Carta della Tenuta "Planimetria" 1:10.000

Carta Tenuta con "Piano di Assestamento Forestale 1978-88" 1:10.000

Carta della Vegetazione di F. Bruno (C.N.R.) - 1980

Da tale confronto si è cercato di stabilire, nel caso di siti con più di un nome, quale fosse il toponimo più usato o noto; inoltre, ricavata l'importanza del toponimo in base alla sua presenza su più carte ed in base alla rappresentazione più o meno evidenziata che aveva su ciascuna.

A questo punto ci si è resi conto che era possibile raggruppare i toponimi in classi secondo la loro tipologia ad esempio: alcuni si riferivano ad aree, altri a fabbricati singoli o in complessi, alcuni ad oggetti come ponti o accessi e così via. Tale informazione risulta particolarmente utile come criterio per differenziare la rappresentazione cartografica dei singoli nomi.

Le modifiche effettuate hanno investito la posizione di alcuni toponimi, i toponimi che si riferivano a fabbricati, spostandoli al centro dell'edificio in causa ove si riferivano ad un singolo edificio o al centro dell'area ove si riferivano ad un complesso di fabbricati. Si è applicato lo stesso criterio di centralità del punto anche per i ponti. Inoltre sono state individuate 2 tipologie di toponimi delle "piscine": un tipo identificava un'area intorno alla piscina ed un altro tipo il solo oggetto fisico "piscina.

Una volta terminata la verifica delle informazioni stampate sul supporto cartaceo, si è passati alla realizzazione dello strato informativo NOMI.

Il risultato schematico del nuovo prodotto ottenuto per la cover in questione è il seguente:

coverage	layer	n° elementi	descrizione	attributi invariabili	file associati	item di relazione
NOMI	NOMI.PAT	157 punti	toponimi di località; centro del sito a cui si riferisce il toponimo	si uniti al layer (in S.I.T.)	1. NOMI.PAT 2. SITAC.REL (nmfnt)	NMFNTX (1, 2)
	NOMI.TXT ANNO.TPN	155 annotazioni	testo del toponimo	\$SIZE \$SYMBOL	/	/

Per quanto riguarda i toponimi delle strade in base al confronto con quelli realizzati per la coverage NOMI, sono stati riconosciuti 3 tipi di formati come vengono riassunti nella tabella che segue:

TIPO	Vie esterne principali	Vie interne principali	Vie interne non principali
SYMBOL	16	16	14
SIZE	53	38	38

2.2.2. Aggiornamento dello strato informativo degli edifici presenti a Castelporziano

Ai poligoni già presenti nella cover CASA sono stati aggiunti soltanto quelli degli edifici a cui i toponimi di NOMI facevano riferimento e, nel caso di complessi edificati, sono stati aggiunti i poligoni relativi a ciascun edificio del complesso. In totale ora lo stato della cover risulta il seguente:

coverage	layer	n° elementi	descrizione	attributi invariabili	file associati	item di relazione
CASA	CASA.PAT	29 poligoni	area coperta da	si uniti al layer	no	/
			edifici	(in S.I.T.)		

2.3. Inserimento di informazioni territoriali dei GdL

Il GdL SITAC, tramite apposite riunioni, ha fornito esaurienti indicazioni sulla predisposizione dei dati raccolti dai ricercatori e sui formati da utilizzare per il trasferimento dati al SITAC (ASCII, EXCEL, ecc). I dati acquisiti sono stati sia di tipo cartografico, per i quali sono stati realizzati appositi strati informativi, che di tipo attributo, espressi soprattutto in forma tabellare.

Vengono di seguito descritte le attività di inserimento di tali dati per i vari GdL.

2.3.1. GdL Atmosfera

L'interazione esistente tra le varie UU.OO. appartenenti al GdL Atmosfera al fine di produrre analisi integrate sulla qualità dell'atmosfera all'interno della Tenuta, si riscontra anche nella organizzazione dei dati all'interno del SITAC. È da notare che in questo periodo sono stati acquisiti una notevole quantità di dati da parte di tutte le UU.OO.

L'U.O. ATM01 ha fornito numerosi dati sotto forma di tabelle Excel (21 file in formato .xls) contenenti dati riguardanti "La dinamica chimica e fisica degli inquinanti" relativi a due siti di campionamento (Tor Paterno, Castello). Le informazioni acquisite riguardano i dati meteo (1996/97), chimici (1996/97), sulla radioattività (1992/96/97) e sugli inquinanti atmosferici (1996/97). Sono tuttora in corso le operazioni di standardizzazione di tali dati per poterli definitivamente inserire nel SITAC.

Le UU.OO. ATM02-03-06(b), che collaborano tra loro, hanno ritenuto opportuno inserire nel SITAC le informazioni riguardanti la distribuzione geografica di:

- 1 NDVI (Indice di Vegetazione della Differenza Normalizzata).
- 2 Indice di Stress Idrico.
- 3 Temperatura di brillanza.
- 4 Classi uso del suolo.
- 5 L.A.I. (Indice di area fogliare).

calcolati dall'elaborazione di immagini satellitari vedi come esempio le fig. 2, 3.

Per i primi due punti di cui sopra, le UU.OO. in questione hanno consegnato alcuni floppy disk contenenti numerosi file raster in formato .LAN di Erdas-Imagine per gli anni 1993/94/95/96, concordando di trasferire le informazioni non come mappe statiche da visionare, ma come veri e propri strati informativi di tipo raster da poter interrogare ed utilizzare per future analisi.

Un particolare impegno è stato richiesto per l'inserimento definitivo di tali strati informativi nel SITAC. Infatti il SW è in grado di gestire e di visionare gli strati informativi nonostante gli stessi fossero privi dei valori di istogramma e di statistiche, ma forniti di pixel e informazioni di proiezione cartografica corretti. A causa di queste problematiche si è resa necessaria una procedura estremamente complessa per permettere tale inserimento all'interno del SITAC.

In sintesi si è proceduto con la trasformazione dei file .IMG in formato GRID, riattribuendo agli stessi tramite file .PRJ, opportunamente predisposto, la proiezione cartografica corretta.

In relazione all'inserimento delle informazioni riguardanti la distribuzione geografica della Temperatura di brillanza, tali dati sono stati forniti 3 file .LAN rispettivamente per gli anni '94, '95 e '96 già georiferiti ma l'importazione degli stessi non è stata possibile poiché i risultati ottenuti non erano corretti. Anche in questo caso tramite procedure abbastanza complesse è stato possibile l'inserimento di tali strati informativi all'interno del SITAC.



Figura 2 - Esempio di elaborazione di immagini satellitari per estrarre informazioni riguardanti l'NDVI.

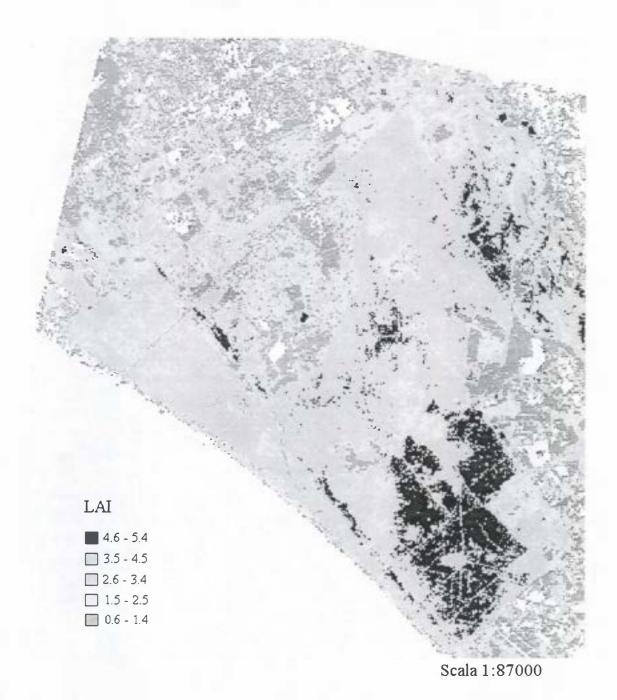


Figura 3 - Distribuzione spaziale del LAI - Luglio 1994.

Per quanto riguarda il raster tematico dell'uso del suolo è stato consegnato un file .LAN con relativa legenda in formato .doc; tuttora sono in corso le procedure appropriate per la creazione di tale strato informativo compatibile con il SITAC.

Relativamente all'inserimento delle informazioni riguardanti l'indice di Area Fogliare, l'U.O. ha più volte precisato che momentaneamente ritiene opportuno inserire nel SITAC la mappa in formato .BMP

della distribuzione del L.A.I. e non un vero e proprio strato informativo in quanto è in corso il processo di validazione. Allo stato attuale abbiamo inserito il file grafico LAI .BMP nella componente DBSM. senza altri processi se non la semplice importazione.

L'U.O. ATM05 ha consegnato 4 tabelle in formato .xls contenenti i dati riguardanti i metalli pesanti e i loro composti che si trovano nell'atmosfera associati al particolato. Il periodo di campionamento è il 1995. I dati sono stati riorganizzati per poterli inserire nel SITAC, creando nel DBMS le seguenti tabelle:

- mp .xls dati riguardanti i metalli pesanti;
- mparr .xls dati riguardanti l'arricchimento in aria di un dato metallo rispetto alla sua concentrazione di origine naturale;
- mppt .xls tabella contenente le specifiche di ciascun campionamento.

Nella componente SIT i dati di monitoraggio sopra elencati sono stati associati allo strato informativo denominato METP.

Per quanto riguarda l'U.O. ATM06 nella componente SIT, è stato creato lo strato informativo DOAS (Differential Optical Absorption Spectometer) di elementi lineari associandoli ai dati di monitoraggio riguardanti gli inquinanti aromatici dell'atmosfera precedentemente standardizzati e inseriti nel DBMS del SITAC. Tali siti sono i percorsi individuati dal raggio emesso dallo strumento di misurazione costituito da una sorgente e da uno o due specchi ripetitori. La posizione geografica dei percorsi è stata digitalizzata a video.

L'U.O. ATM07 ha consegnato in formato .xls i dati sulle deposizioni secche ed umide in due località Trafusa e Tor Paterno dal 1992 al 97. I dati sono stati standardizzati e inseriti nel DBMS del SITAC creando un'unica tabella **dp .xls** associandoli allo strato informativo DEPO creato nella componente SIT. Nelle tabelle che seguono si illustrano schematicamente le caratteristiche delle coverage create e tutti i dati di monitoraggio associati ad esse per ciascuna UU.OO.

UU.OO.: ATM02-03-06(b)

nome raster	n° layer	descrizione	risoluzione	note
		NDVI = Indice di Vegetazione della Differenza Normalizzata	30x30	Tipo di dato: Floating
ISI	I	Indice di stress idrico	30x30	Tipo di dato: Floating
TMP	1	Temperatura di brillanza al top dell'atmosfera	30x30	Tipo di dato: intero. Vedi schema 1.
VGLU	1	Classi spettrali di vegetazione e uso del suolo	10x10	sono in corso delle modifiche

Schema 1. Tabella riassuntiva dei parametri monitorati.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
valore di radiazione misurato dal sensore	VALUE		Sensore LandsatTM
numero di celle con uno stesso valore	COUNT	/	Calcolato
temperatura di brillanza al top dell'atmosfera	TMTMP	gradi	calcolato

U.O.: ATM05

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
METP	METP METP.PAT 1 punto		'	
			metalli pesanti nel particolato atmosferico PM10	seguenti

Schema riassuntivo dei metalli pesanti monitorati.

descrizione parametri	Nome item	unità di misura
Campionamento	MPCMP	
Alluminio	MPAl	ng/m³
Cadmio	MPCd	ng/m³
Cromo	MPCr	ng/m³
Rame	MPCu	ng/m³
Fе п о	MPFe	ng/m³
Manganese	MPMn	ng/m³
Nichel	MPNi	ng/m³
Piombo	MPPb	ng/m³
Vanadio	MPV	ng/m³
Selenio	MPSe	ng/m³

Schema delle specifiche riguardanti ciascun campionamento.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
identificativo del sito	METP-ID	
identificativo campionamento	MPCMP-ID	
data	MPDTA	GG/MM/AA
numero del filtro	MPFLT	
concentrazione della frazione di particolato PM10	MPPM10	mg/m³

Schema riassuntivo dei fattori di arricchimento relativi ogni metallo pesante.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
campionamento	MPCMP-ID	
cadmio	MPCd	*
cromo	MPCr	*
rame	MPCu	*
ferro	MPFe	*
manganese	MPMn	*
nichel	MPNi	*
piombo	MPPb	*
vanadio	MPV	*

U.O.: ATM06

Coverage	layer	n° elementi	Descrizione	dati associati
DOAS	DOAS.AAT	3	siti di rilevamento delle U.O.ATM06; inquinanti aromatici dell'atmosfera	Vedi schema seguente

Schema dei composti chimici aromatici monitorati.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
Benzene	DOBNZ	μg/mc	DOAS
Toluene	DOTLNh	μg/mc	DOAS
Ozono	DOO3h	μg/mc	DOAS
anidride solforosa	DOSO2h	μg/mc	DOAS
Formaldeide	DOFORh	μg/mc	DOAS
acido nitroso	DONSOh	μg/mc	DOAS
biossido di azoto	DONO2h	μg/mc	DOAS

U.O.: ATM07

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
DEPO	DEPO.PAT	2 punti	siti di rilevamento delle U.O.ATM07; deposizioni umide e secche di sostanze sospese in aria	Vedi schema seguente

Schema dei parametri su deposizioni secche e umide.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
data inizio deposizioni	DPDTA1	mm/gg/aaaa	
data lettura deposto	DPDTA	mm/gg/aaaa	
peso dry	DPPESO	g	bilancia
Precipitazioni wet	DPPGG	Mm	sensore meteo
pH	DPpH		pHmetro
Conducibilità	DPECw	mS/cm	metodo conduttimetrico
ione calcio	DPCa++	mg/L	cromatografia ionica
ione magnesio	DPMg++	mg/L	cromatografia ionica
ione sodio	DPNa+	mg/L	cromatografia ionica
ione potassio	DPK+	mg/L	cromatografia ionica
ione Ammonio	DPNH4+	mg/L	cromatografia ionica
ione Nitrato	DPNO3-	mg/L	cromatografia ionica
ione Solfato	DPSO4=	mg/L	cromatografia ionica
ione cloruro	DPCI-	mg/L	cromatografia ionica
Alcalinità	DPALCA	meq/L	titolazione potenziometrica

2.3.2. GdL Fauna

Per ottimizzare l'acquisizione dei propri dati di monitoraggio all'interno del SITAC, il GdL Fauna ha stabilito, insieme al GdL SITAC, di predisporre una scheda di inserimento dati di tipo digitale. La decisione è scaturita principalmente da una indagine interna, effettuata tra i ricercatori di Fauna, nel corso della quale è risultato evidente che da una fattiva collaborazione iniziale, tesa a stabilire la tipologia e la quantità dei dati da trasferire, si potevano evitare tempi lunghi e possibili ridondanze nel processo di acquisizione dati nel SITAC. La collaborazione si è tradotta in una scheda generale di inserimento dati che il GdL SITAC ha realizzato con i software Access ed Excel, versioni 7.0 per Microsoft Windows '95, prestando particolare attenzione a soddisfare da un lato le diversificate esigenze delle UU.OO. e dall'altro le possibilità di analisi ed i requisiti di omogeneizzazione dati richiesti dal SITAC. La scheda,

in duplice versione di modo che i ricercatori possono utilizzare l'una o l'altra in base ai SW a propria disposizione, è stata articolata in più tabelle all'interno delle quali vanno riempiti con i dati vari campi, ricorrendo a volte a codifiche precise laddove i dati fossero ricorrenti.

Per la realizzazione della scheda fauna le problematiche incontrate riguardano soprattutto la capacità di poter riassumere all'interno di una scheda sintetica tutte le specifiche esigenze di ciascun ricercatore coinvolto. Ciò ha portato a un notevole utilizzo di tempo per realizzare un prodotto finale che potesse essere accettato da tutti i ricercatori coinvolti.

Una volta completata la scheda si è proceduto alla spedizione per posta elettronica a tutti i responsabili delle UU.OO; in particolare è stato inviato il seguente materiale:

- Facmp.xls: sottoscheda "Campionamenti" della versione Excel;
- Faind.xls: sottoscheda "Individui" della versione Excel;
- Fapop.xls: sottoscheda "Campione di popolazione" della versione Excel;
- Fasp.xls: sottoscheda "Specie" della versione Excel;
- Fainftot.zip: che contiene i due file seguenti:
 - Fainfo.doc: il documento di testo con le spiegazioni sull'inserimento-dati sia nella scheda Excel sia Access;
 - Fainftab.doc: un documento dove sono stampate tutte le tabelle di codifica da utilizzare nella versione Excel; la lista dei toponimi standard da attribuire alle località di campionamento nel caso in cui il proprio sito non sia riconducibile a punto o a linea, ma ad una area non ben definita e la lista delle codifiche delle Piscine;
- Scheda in versione ACCESS file .mdb.

Vengono riportate le maschere create in Access per l'inserimento dei dati sui Campionamenti, Campione di popolazione, Individui e Specie, vedi figure: 4, 5, 6, 7.

Vista la ricchezza di informazioni afferenti al GdL Fauna, la quantità di dati raccolti (infatti si hanno 21 Linee di Attività) e spesso anche negli stessi siti di campionamento, è nata l'idea di creare una banca dati unica per l'intero GdL. In questo modo i dati vengono raggruppati in poche tabelle, dalle quali è poi possibile estrarre le informazioni con richieste specifiche per i vari campi. È in corso di realizzazione il database unico denominato *Animals.mdb*.

date or see min' 0 stablish cods substitute of the stablish of the stablish or see see see see see see see see see se	n'rillewa	legit	
etoto reccoliz wribiente (0.000) Spo suoto stere euoto (0.000) stere	m' miles	Serva	
stylente (10 000)	data		mint 0
tipo austo	netodo reccolta	B	statistic roots
ateto ouole COMA	writiente (* 04)	E	ploggis Totton
resolvable [200	tipo ausis	3	vents Ferris
	atato suota (1994)	1	r [m
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	ote algolification		transferable
note Campione di Individui		Transition and	

Figura 4 - Maschera per l'inserimento dati "Campionamenti".

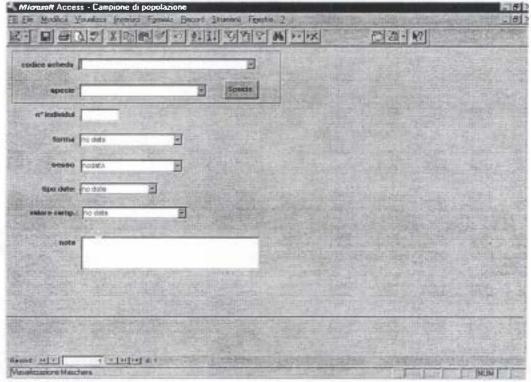


Figura 5 - Maschera per l'inserimento dati "Campione di popolazione".

rodice sp.	000 Xee 200 500 D	THE PERSON					
nonve	SCHOOL STATES				THE STREET		
orne Halleno	E		THE STATE OF		die	tribuzione	
caratogia	(COLD	1					
Liefy Rosene	No Evaluated		3				
sulpre up.	Po sists	E					
Tenologie				200 A			
wishingle	TO PERSON NO.	10000	March 2	Childs		24	
uste	CHIP PLANS		2 120	O BEET A	NO GLESS		
		JENERAL HALL					
hibiografie	*		CLEON NO.		3		
	Reuse H[+]	1 - 1 mine 411	•	Maria Salara	118		

Figura 6 - Maschera per l'inserimento dati "Specie".

dividui					
odice acheda		E	e Aller		
apacis [Participation of the Control of the	2	Spotle		
El entroste [velore earnp. To date	3		
terms F	e anta 📙	ntotope			
****	odata H	tipo deto To data	100	STEEL BEAR	
wiston -	ocata 🕒				e de la
note					
	Mark House				
	San All	part 1	Salar In		
	HA SE				
interest	1 states as	THE PERSON NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO IS NOT THE PERSON NAMED IN COLUMN TRANSPORT NAMED IN COLUMN TWO IS NAMED IN COL	SENSEN PROPERTY	AND DESCRIPTION OF THE	

Figura 7 - Maschera inserimento dati "Individui".

Di seguito vengono elencati i dati di monitoraggio giunti al SITAC e inseriti nella componente DBMS:

• per la linea di ricerca sui <u>Crostacei Anostraci</u> (FAU01), sono stati acquisiti 49 file in formato Excel di cui 27 si riferiscono alla scheda "Campione di popolazione", 21 alla scheda "Campionamenti", 1 alla scheda "Specie";

- per la linea di ricerca sugli <u>Ungulati</u> (FAU02), i dati di monitoraggio sono stati forniti direttamente in Access su sette files .mdb diversi e riguardano i seguenti argomenti: censimenti primaverili e estivi, censimenti annuali (da altana e da transetto), transetti lineari, transetti su sabbia per il rilevamento delle tracce e stato delle altane di osservazione durante i censimenti (accessibili o chiuse);
- per la linea di ricerca Entomofaune acquatiche (FAU04) sono stati acquisiti in formato Excel: 1 file riferito alla scheda "Campione di popolazione" e 1 file alla scheda "Campionamenti";
- dai collaboratori esterni:
 - 1. per la linea di ricerca <u>Inventario Entomologico e banca dati</u> sono stati acquisiti in formato Excel: 1 file riferito alla scheda "Campione di popolazione", 1 file alla scheda "Specie" e 1 file alla scheda "Individui";
 - 2. per la linea di ricerca <u>Il popolamento di Strigiformi</u> i dati sono stati acquisiti in un unico file .mdb.

Nella componente SIT si sono aggiunti nuovi strati informativi, in particolare per l'U.O. FAU02 si è creato un collegamento tra i dati di monitoraggio raccolti e i siti geografici dei rilevamenti effettuati sul campo. Tuttavia, per permettere il posizionamento esatto dei percorsi all'interno dei confini della Tenuta, si è dovuto procedere in Arc/Info ad una trasformazione delle coordinate geografiche per passare dal sistema Gauss-Boaga dei file .txt inviatici dall'U.O. al sistema UTM, che è il sistema di riferimento standard adottato dal SITAC.

Con i dati forniti sono state create le seguenti coverage: CING, UNG, GOVE, SAND e TRAN. In particolare la coverage CING è il risultato dell'unione dei 13 layer poligonali appartenenti ad altrettante coverage relativi ognuno ad un singolo home-range. Gli areali sono stati calcolati monitorando gli spostamenti di ciascun individuo ogni 25 ore per la durata di un intero anno.

La coverage CHAR di un unico layer di punti localizza i siti di campionamento dell'U.O. FAU06 che studia poche coppie di Uccelli della famiglia *Charadridae* che nidificano lungo la costa della Tenuta. La digitalizzazione dei siti di campionamento è stata effettuata a video.

Nelle tabelle che seguono si illustrano schematicamente le caratteristiche delle coverage create e tutti i dati di monitoraggio associati ad esse per ciascuna UU.OO.

U.O.: FAU02

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati	
CING	CING.AAT	89 linee chiuse	perimetri degli home-range dei cinghiali: territorio frequentato da singoli individui in un anno	/	
	CING.PAT	43 poligoni	layer intermedio serve come base topologica per il layer di regioni	/	
	CING.PAT HR	13 regioni di poligoni	aree degli home-range; superficie del territorio frequentato da singoli cinghiali in un anno	Vedi attributi nella tabella seguente	

Schema delle informazioni sui campi attributo dello strato informativo riguardante gli home range dei cinghiali.

descrizione parametri	nome item
identificativo dell'individuo	HR-ID
n. di fix eleborati per ottenere l'estensione del poligono	CGFIX
1	CGCELL
distanza media tra fix	CGMDIS
Band Width	CGBW
coordinata X media in Gauss-Boaga	CGMEANX
coordinata Y media in Gauss-Boaga	CGMEANY
deviazione standard per la X	CGDSX
deviazione standard per la Y	CGDSY
durata periodo rilevato (un anno)	CGSTG
tipo di attività dell'animale (tutte)	CGATT
stato di luce (24 ore)	CGLUX
percentuale di fix considerati per l'elaborazione	CGQNT

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
UNGH	UNGH.PAT	37 punti	Stazioni di rilevamento per il censimento degli ungulati	I dati sono nel database unico

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
GOVE	GOVEPAT	79 punti	Stazioni di rilevamento per il censimento dei cinghiali nel periodo estivo	I dati sono nel database unico

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
SAND	SAND.PAT	2 poligoni	Campionamenti su sabbia: rilevamento di tracce	I dati sono nel database unico

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
TRAN	TRAN.AAT	100 linee	Transetti lineari per il censimento degli Ungulati	I dati sono nel database unico.

U.O.: FAŲ06

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
CHAR	CHAR.PAT	14 punti	siti di monitoraggio dell' U.O. FAU08;	/
			localizzazione geografica dei nidi di uccelli della famiglia Charadridae	

2.3.3. GdL Idrogeologia

Sono continuate le operazioni di inserimento dei dati di monitoraggio dell'U.O. IDR01 che erano state avviate precedentemente riguardanti il monitoraggio dei pozzi piezometrici della Tenuta, associandoli allo strato informativo PIEZ, già precedentemente realizzato. Tutti i dati di monitoraggio sono stati acquisiti in formato Excel come era stato suggerito ai ricercatori contattati. Le tabelle prodotte nel DBMS sono:

- pz.xls per i dati sui livelli piezometrici e di soggiacenza mensili (dal 1995 al Maggio 1998) di tutti i pozzi monitorati; contiene inoltre i dati sui livelli piezometrici e di soggiacenza giornalieri solo per i pozzi E1 e E12 (dal 1/6/95 al 16/5/97).
- pzpgg .xls per i dati pluviometrici dei pozzi E1-E12 (dal 10/6/95 al 31/4/97).
- pzstra .xls per le stratigrafie.

Per quanto riguarda l'U.O. IDR03, che si occupa del "Monitoraggio delle Piscine" sotto diversi aspetti, sono stati avviati i contatti. Tutti i dati di monitoraggio, forniti in formato Excel, sono stati inseriti nella componente DBMS creando le seguenti tabelle:

- psacq .xls per i dati analitici delle acque (dal 1996 al 97);
- pssuo .xls per i dati dei suoli delle piscine (dal 1995 al 96);
- me .xls per il rilevamento dei parametri climatici rilevati dalla stazione meteo automatica situata in località Castello (dal 1995 al 97);
- memec .xls per il rilevamento dei parametri climatici rilevati dalla stazione meteo meccanica situata in località Castello (dal 1981 al 94).

Nella componente SIT del sistema sono stati creati i seguenti strati informativi PISC e METE associando i vari dati di monitoraggio.

Nelle tabelle che seguono si illustrano schematicamente le caratteristiche delle coverage create e tutti i dati di monitoraggio associati ad esse per ciascuna UU.OO.

U.O.: IDR01

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
PIEZ	PIEZ.PAT	64 punti	siti di campionamento di U.O. IDR01; localizzazione geografica dei pozzi della rete piezometrica	Vedi i 5 schemi seguenti

Schema I: parametri dei pozzi relativi ai campi invariabili.

descrizione parametri	nome item
codice pozzo	PZCOD
quota del piano campagna in metri sul livello del mare	PZQPC
profondità totale pozzo in metri	PZPTP
quota del fondo del pozzo in metri sul livello del mare	PZQFP
altezza bocca pozzo in metri dal piano campagna	PZHBP
toponimo della località	PZTPN
descrizione esatta del sito	PZLOC
descrizione del pozzo	PZDSC

Schema 2: parametri giornalieri relativi ai livelli d'acqua misurati nella falda.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
codice pozzo	PZCOD	
data rilievo del livello piezometrico	PZDTA	gg/mm/aa
livello piezometrico	PZLIV	m s.l.m.
livello di soggiacenza dal piano campagna	PZSOG	m

Schema 3: parametri mensili relativi ai livelli d'acqua misurati nella falda.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
codice pozzo	PZCOD	
mese di rilievo	PZMSE	
anno di rilievo	PZANN	
livello piezometrico	PZLIV	m s.l.m.
livello di soggiacenza dal piano campagna	PZSOG	m

Schema 4: parametri pluviometrici ogni decade.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	
codice pozzo	PZCOD		
data rilievo del livello piezometrico	PZDTA	gg/mm/aa	
precipitazioni ogni 10 giorni	PZPGG	Mm	

Schema 5 : parametri riguardanti le stratigrafie.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
codice pozzo	PZCOD	
profondità dal piano campagna: da metri	PZDAM	m
profondità dal piano campagna: a metri	PZAM	m
descrizione litologica	PZLIT	

ILO: IDR03

Coverage	layer	n° elementi	Descrizione	dati associati
PISC	PISC.PAT	75 poligoni	piscine; superficie dello specchio	Vedi i 3 schemi seguenti
PPSC	PPSC.PAT	29 punti	Centroidi di piscine naturali	

Schema 1: tabella dei parametri fisico-chimici sulla composizione dell'acqua delle piscine.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
tipo elemento territoriale associato	elemento		
identificativo del sito	sito		
data di rilievo	data		
pH	рН		metodo potenziometrico
conducibilità	ECw	uS/cm	metodo conduttimertico
totale dei sali disciolti	TDS	%0	calcolato
rapporto assorbimento sodio	SAR		calcolato
limite di Todd	TODD		calcolato
ione sodio	Na ⁺	meq/l	assorbimento atomico
ione potassio	K⁺	meq/l	assorbimento atomico
ione calcio	Ca ⁺⁺	meq/l	assorbimento atomico
ione magnesio	Mg [↔]	meq/l	assorbimento atomico
ione bicarbonato	HCO ₃ ·	meq/l	titolazione acidimetrica
ione cloro	Cl ⁻	meq/l	titolazione acidimetrica
ione solfato	SO ₄ =	meq/l	cromatografia ionica
ione boro	B.	ppm	spettrofotometria nel visibile
ferro	Fe	ppm	spettrofotometria nel visibile
manganese	Mn	ppm	spettrofotometria nel visibile
silice	SiO ₂	ppm	spettrofotometria nel visibile
azoto ammoniacale	N-NH ₃	ppm	spettrofotometria nel visibile
azoto nitrico	N-NO ₃	ppm	spettrofotometria nel visibile
azoto nitroso	N-NO ₂	ppm	spettrofotometria nel visibile
azoto totale solubile	Ntotsol	ppm	spettrofotometria nel visibile
fosforo solubile	Psol	ppm	spettrofotometria nel visibile
fosforo particellare	Ppart.	ppm	spettrofotometria nel visibile

Schema 2: tabella dei parametri fisico-chimici relativi alla composizione del suolo delle piscine.

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
tipo elemento territoriale associato	elem.		
identificazione del sito	sito		
mese del rilevamento	MSE		
anno del rilevamento	ANN		
posizione del rilevamento	POSX		
limite superiore dell'orizzonte	DACM	cm (dal piano campagna)	
limite inferiore dell'orizzonte	ACM	cm (dal piano campagna)	
sabbia grossa, diam. particelle tra 2-0.2 mm	Sg	%	apparecchio di Esenwein, metodo pipetta
sabbia fine, diam. particelle tra 0.2-0.05 mm	Sf	%	apparecchio di Esenwein, metodo pipetta
limo grosso, diam. particelle tra 0.05-0.01 mm	Lg	%	apparecchio di Esenwein, metodo pipetta
limo fine, diam. particelle tra 0.01-0.002 mm	Lf	%	apparecchio di Esenwein, metodo pipetta
argilla, diam. particelle < 0.002 mm	A	%	apparecchio di Esenwein, metodo pipetta
tessitura	TexX	USDA	triangolo USDA
conducibilità idraulica	CID	mm/h	lisimetri di laboratorio
curva di ritenzione idrica pF:2.0	CRI2	%	apparecchiatura di Richards
curva di ritenzione idrica pF:2.5	CRI2.5	%	apparecchiatura di Richards
curva di ritenzione idrica pF:3.0	CRI3	%	apparecchiatura di Richards
curva di ritenzione idrica pF:4.2	CRI4.2	%	apparecchiatura di Richards
calcare (CaCO ₃ - MgCO ₃)	CAL	%	calcimetro di Scheibler
reazione in pH 1:2.5	рН		metodo potenziometrico in H ₂ C
conducibilità elettrica I:2	EC	mS/cm	metodo conduttimetrico
capacità di scambio cationico	CSC	meq/100g	metodo con ammonio acetato
basi di scambio (cationi di scambio) Sodio	Na	meq/100g	assorbimento atomico
basi di scambio (cationi di scambio) Potassio	K ⁺	meq/100g	assorbimento atomico
basi di scambio (cationi di scambio) Calcio	Ca [←]	meq/100g	assorbimento atomico
basi di scambio (cationi di scambio) Magnesio	Mg ⁺⁺	meq/100g	assorbimento atomico
basi di scambio (cationi di scambio) Idrogeno	H	meq/100g	assorbimento atomico
percentuale di sodio di scambio	ESP	%	calcolato
saturazione basica	SB	%	calcolato

Note: I campi che hanno una X come ultima lettera del nome sono codificati.

Schema 3: tabella relativa ai parametri morfologici del suolo dei bacini delle piscine.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
tipo elemento territoriale associato	elem	
identificativo del sito	sito	
limite superiore dell'orizzonte	DACM	
limite inferiore dell'orizzonte	ACM	cm (dal piano campagna)
colore (umido)	CLRU	cm (dal piano campagna)
screziature - quantità	SCQX	
screziature - dimensioni	SCDX	
screziature - contrasto	SCCX	
struttura - grado	STGX	
struttura - classe	STC	
struttura - tipo	STTX	
consistenza - stato secco	CNS	
consistenza - stato umido	CNUX	
consistenza - stato bagnato	CNBIX	
consistenza - stato bagnato	CNB2X	
pori - quantità	PRQX	
pori - dimensioni	PRDX	
radici - quantità	RDQX	
radici - dimensioni	RDDX	
scheletro - quantità	SHQX	
scheletro - dimensioni	SHD	
note	NOT	

Note: I campi che hanno una X come ultima lettera del nome sono codificati.

Coverage	layer	n° elementi	Descrizione	dati associati
METE	METE.PAT	3 punti	dati meteo	vedi i 2 schemi seguenti

Schema 1: tabella dei parametri monitorati dalla stazione meteo meccanica sita in località Castello.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
identificativo sito	METE-ID	
data di campionamento	MEDTA	
giorno Giuliano	MEGGI	
temperatura massima dell'aria a 2 m.	METAMx	gradi
temperatura minima dell'aria a 2 m.	METAMn	gradi
pioggia	MEPGG	mm

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
identificativo sito	METE-ID	/	
data di campionamento	MEDTA	/	
giorno Giuliano	MEGGI	/	
temperatura massima dell'aria a 2 m.	METAMx	gradi	sensore Rotronic MP100
h in cui si è registrata la temperatura massima dell'aria a 2 m.	METAhMx	h, min'	
temperatura minima dell'aria a 2 m.	METAMn	gradi	sensore Rotronic MP100
h in cui si è registrata la temperatura minima dell'aria a 2 m.	METAhMn	h, min'	
temperatura media giornaliera dell'aria a 2 m.	METAGG	gradi	sensore Rotronic MP100
temperatura alle h24 dell'aria a 2 m.	METAh24	gradi	sensore Rotronic MP100
temperatura massima dell'acqua del classe a Pan	МЕТРМх	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
n in cui si è registarata la temperatura massima dell'acqua del classe a Pan	METPhMX	h, min'	
temperatura minima dell'acqua del classe a Pan	METPMn	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
h in cui si è registrata la temperatura minima dell'acqua del classe a Pan	METPhMN	h, min'	
temperatura dell'acqua del classe Pan media giornaliera	METPGG	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
temperatura dell'acqua del classe a Pan alle h24	METPh24	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
temperatura massima del terreno a -20cm	METTMx	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
n in cui si è registrata la temperatura massima terreno a -20cm	METThMx	h, min'	
remperatura minima del terreno a -20cm	METTMn	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
h in cui si è registrata la temperatura minima terreno a -20cm	METThMn	h, min'	
temperatura media giornaliera del terreno a -20cm	METTGG	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
remperatura alle h24 del terreno a -20cm	METTh24	gradi	sensore Pt 100 1/10 Din
umidità relativa massima dell'aria a 2 m.	MEUAMx	gradi	sensore Rotronic MP100
n in cui si è registrata l'umidità relativa massima dell'aria a 2 m.	MEUAhMx	h, min'	
umidità relativa minima dell'aria a 2 m.	MEUAMn	gradi	sensore Rotronic MP100
n in cui si è registrata l'umidità relativa minima dell'aria a 2 m.	MEUAhMn	h, min'	
umidità media giornaliera dell'aria a 2 m.	MEUAGG	gradi	sensore Rotronic MP100
umidità alle h24 dell'aria a 2 m.	MEUAh24	gradi	sensore Rotronic MP100
eliofania	MEELF	n/N	sensore Solar 111 +/- 6V

segue

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
radiazione solare: somma giornaliera	MERSTOT	cal/cmq	sensore Piranometro Licor LI 200SB
radiazione solare: massima al minuto	MERSM/m	cal/cmq	sensore Piranometro Licor LI 200SB
radiazione solare: durata	MERSh	h, min'	sensore Piranometro Licor LI 200SB
precipitazione	MEPRC	mm	sensore Pluviometro a vaschette
pressione	MEPSS	hPa	sensore Barometro S.I.A.P. PA 5750
evaporazione (classe A)	MEEVP	mm	
direzione del vento (rosa dei venti): media	MEDVNMe	gradi	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 0°- 45°	MEDVN1	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 45° - 90°	MEDVN2	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 90° - 135°	MEDVN3	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 135° - 180°	MEDVN4	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 180° - 225°	MEDVN5	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 225° - 270°	MEDVN6	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 270° - 315°	MEDVN7	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): 315° - 360°	MEDVN8	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): calma	MEDVN0	h, min'	sensore Anemoscopio Vector U.200P
direzione del vento (rosa dei venti): deviazione standard	MEDVNst_dev	/	/
velocità massima del vento	MEVVNMx	m./sec.	sensore Anemometro Young mod.12102
h in cui si è registrata la velocità massima del vento	MEVVNhMx	h, min'	
velocità media del vento	MEVVNMe	m./sec.	sensore Anemometro Young mod.12102
velocità del vento: vento filare	MEVVNF	Km/die	sensore Anemometro Young mod.12102
velocità del vento: magnitudo	MEVVNM	m./sec.	sensore Anemometro Young mod.12102

2.3.4. GdL Impatto Antropico

Il GdL Impatto Antropico si articola in 4 UU.OO., di cui l'ultima IMP04, denominata Unità Geopedologica, è da considerare U.O. trasversale al GdL Suolo in quanto conduce ricerche sugli effetti antropici mediante lo studio dei suoli.

L'interesse della Tenuta di preservare la fascia di dune naturali costiere ha portato ad aprire uno studio sulle specie floristiche autoctone che meglio permettono la stabilizzazione delle dune stesse, sia per le loro caratteristiche pionieristiche sia per la protezione che forniscono alle dune dagli agenti di erosione esogena, sia perché permettono o accelerano l'evoluzione verso il climax fitosociologico naturale (IMP01).

Con questo obiettivo sono stati realizzati, lungo la costa della Tenuta, dei dossi sabbiosi artificiali, disposti più o meno in allineamento parallelo alla stessa, su cui impiantare le specie floristiche da testare. La localizzazione geografica di ciascun dosso è stata rilevata misurandone la distanza, in metri, dalla linea di costa ovvero dal mare (distanze "a" e "b" dalla linea di costa ai siti 1 e 2 di fig. 8) e, poi, la distanza di quello più esterno dall'edificato più vicino (distanza "a" dall'edificio al sito 1 di fig. 8) e la distanza di ciascuno con quello subito a sud (distanza "b" da sito 1 a 2 di fig. 8).

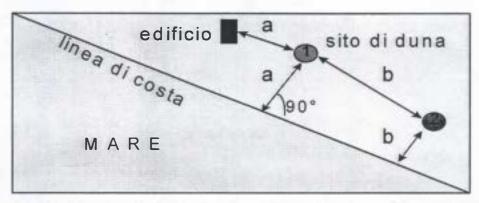


Figura 8 - Schema del metodo di rilevamento delle coordinate geografiche delle dune; le distanze "a" posizionano il sito 1 mentre le distanze "b" il sito 2.

Tali distanze, così misurate, sono state trascritte su foglio associate al numero di identificazione della duna e ad altri attributi di ogni sito. La realizzazione dello strato informativo DUNE relativo ai siti di monitoraggio dell'U.O. IMP01 è stata effettuata posizionando a video ciascun sito di duna servendosi di alcuni strati informativi di base del SITAC per avere il maggior numero di elementi geografici di riferimento.

Gli strati informativi di base utilizzati sono: a) il mosaico raster della C.T.R., b) lo strato informativo delle linee di confine, comprendente la linea di costa, c) lo strato informativo delle curve di livello per meglio leggere la morfologia costiera e la fascia dunale naturale alla quale le dune artificiali sono addossate.

Il posizionamento degli elementi punto, rappresentanti la localizzazione dei siti di campionamento, è stato stabilito misurando, sulla finestra grafica del modulo ArcEdit di Arc/Info, le distanze relative fornite e modificandole, ove necessario, secondo le istruzioni della ricercatrice di riferimento dell'U.O.

I dati di monitoraggio dell'U.O. IMP02, dopo averli standardizzati, sono stati inseriti nella componente DBMS del SITAC creando un file denominato rift .xls che contiene i dati riguardanti i rifiuti solidi e liquidi di discariche e canali ottenuti durante la campagna di campionamento del 1996/97. Nella componente SIT, invece è stato creato lo strato informativo DISC, che indica la localizzazione geografica delle discariche lungo la rete idrografica naturale e artificiale che defluisce lungo la Tenuta agganciandogli i dati monitorati.

L'U.O. IMP04 ci ha fornito i dati riguardanti le caratteristiche fisiche e chimiche dei suoli, dopo averli standardizzati, sono stati inseriti nel DBMS del SITAC creando la seguente tabella:

• sl.xls per i dati chimico-fisici dei suoli campionati nel 1996.

Inizialmente i dati monitorati erano stati agganciati allo strato informativo GEOP, ma successivamente sotto la guida del responsabile dell'U.O. tale strato informativo è stato diviso in 2 strati informativi separati chiamati SUOL e PEDO in quanto questi ultimi siti, di cui non abbiamo i dati di monitoraggio in realtà afferiscono ad indagini pedologiche condotte dall'U.O. SUO01. Quindi selezionando tali siti li

abbiamo salvati in una nuova cover PEDO cancellandoli dalla cover di origine e, costituendo, in questo modo, la cover SUOL.

Nelle tabelle che seguono si illustrano schematicamente le caratteristiche delle coverage create e tutti i dati di monitoraggio associati ad esse per ciascuna UU.OO.

U.O.: IMP01

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
DUNE	DUNE.PAT	40 punti	siti di campionamento di U.O. IMP01;	7
			dune artificiali per studi su piante stabilizzanti	

U.O.: IMP02

layer	n° elementi	descrizione	dati associati
ISC.PAT	59 punti		Vedi schema seguente
_	-	•	Isc.Pat 59 punti Localizzazione geografica di discariche in corsi d'acqua

Schema: Tabella riassuntiva dei parametri riguardanti i rifiuti solidi e liquidi di discariche e canali.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
id sito	DSSITO-ID	
id campionamento	DSCMP-ID	
data campionamento	DSDTA	mm/gg/aa
ora campionamento	DSORA	ore
minuti campionamento in centesimi	DSM	min. in centesim
minuti campionamento	DSMIN	minuti (60)
rilevatore 1	DSAUTIX	
rilevatore 2	DSAUT2X	
quota sul livello del mare	DSSLM	m
pendenza sito	DSSPL	gradi
morfologia sito	DSMRFX	
Substrato	DSSUOLX	
uso del suolo	DSLUX	
Vegetazione	DSAMBX	
descrizione ambientale	DSDSC	
tipologia del rifiuto - stato fisico	DSTIPX	
tipo di scarico nel caso di rifiuto liquido	DSSCTIPX	
diametro della condotta	DS2R	cm
attività scarico	DSSCATTX	
Caratteristiche organolettiche	DSOLFX	
Classificazione rifiuto	DSCLSX	
note sul rifiuto e sull'area interessato da esso	DSNOT	

U.O.: IMP04

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati
SUOL	SUOL.PAT	31 punti	siti di campionamento di U.O.IMP04; carotaggi per studi geopedologici superficiali	Vedi schema seguente

Schema: Tabella riassuntiva dei parametri chimico-fisici dei suoli.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
identificativo del sito	SUOL-ID	
identificativo campionamento	SLCOD	
data del rilevamento	SLDTA	
identificativo del toponimo	SLTPN	
uso del sito	SLUSX	
sostanza organica	SLS.Org	%
sabbia	SLS	%
limo	SLL	%
argilla	SLA	%
indici di stabilità di struttura	SLISS	numero puro
capacità di campo	SLCC	mm
densità apparente tra 5-10 cm di profondità	SLDAs	g/cm ³
densità apparente tra 0-5 cm di profondità	SLDAp	g/cm ³
porosità tra 0-5 cm di profondità	SLPs	%
porosità tra 5-10 cm di profondità	SLPp	%
resistenza al taglio riferita ad una saturazione in	SLRTs	kg/cm ²
acqua pari al 50% ed a una profondità di 0-5 cm		
resistenza al taglio riferita ad una saturazione in	SLRTp	kg/cm ²
acqua pari al 50% ed a una profondità di 5-10 cm		
incremento di resistenza al taglio tra la profondità	SLIRT	%
di 0-5 cm e quella di 5-10 cm calcolato come		
(R50%10cm-R50%ocm)/R50%ocm*100		

Note: I campi che hanno una X come ultima lettera del nome sono codificati.

2.3.5. GdL Suolo

Grazie ad una stretta collaborazione con i ricercatori dell'U.O. SUO01 sono stati riorganizzati tutti i dati precedentemente inseriti, accorpandoli o dividendoli dove era possibile.

In particolare sono stati uniti tra loro i dati biochimici e chimico-fisici sui suoli, creando un'unica tabella dei parametri monitorati; mentre i dati riguardanti i metalli pesanti sono stati separati da quelli chimico-fisici dei suoli. Questi dati di monitoraggio sono stati rilevati in collaborazione con l'U.O. SUO02. Le tabelle prodotte nel DBMS sono:

- bc .xls per i dati biochimici e chimico-fisici sui suoli;
- bcmetp .xls per i dati dei metalli pesanti sui suoli;
- bcpt .xls relativo agli attributi invariabili del sito.

I dati di monitoraggio sopra elencati sono associati allo strato informativo BIOC precedentemente creato che si trova nella componente SIT.

Per quanto riguarda il lavoro sulla "duna antica e recente: due ecosistemi a confronto" del 1997 (SUO01) i dati sono stati inviati in formato testo Microsoft WORD; dopo aver importato le tabelle in

formato Excel, i dati sono stati standardizzati e inserire del SITAC. La tabella creata nel DBMS, quindi, è la seguente:

• du .xls per i dati chimico-fisici e biochimici della duna antica e recente.

Le UU.OO. SUO01-04-IPM04 hanno svolto in collaborazione il lavoro riguardante "l'impatto sul suolo del rooting dei cinghiali". Il lavoro è stato inviato in formato testo Microsoft WORD; dopo aver importato le tabelle in formato Excel, i dati sono stati standardizzati e inserire del SITAC. Le tabelle prodotte nel DBMS sono:

- ro .xls e ropr .xls per le qualità fisiche e chimiche dei suoli in relazione al compattamento dovuto al traffico di animali;
- pr .xls per le indagini micromorfologiche sul compattamento del suolo.

Nella componente SIT del SITAC i primi dati di monitoraggio sopra menzionati sono stati associati allo strato informativo ROOT mentre i secondi alla coverage PORI. La scelta di farne due cover separate è scaturita dal fatto di distinguere gli strati informativi secondo il tema dei dati ad esso associati.

Nelle tabelle che seguono si illustrano schematicamente le caratteristiche delle coverage create e tutti i dati di monitoraggio associati ad esse per ciascuna UU.OO.

U.O.: SUO01

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati	note
DUNA	DUNA.PAT		Siti di campionamento dell'U.O. SUO01 relativi alle dune antiche	seguente	I 2 punti che qui identificano le dune si ritrovano anche nella
		64 G B	e recenti		coverage PEDO (SUO01)

Schema dei parametri monitorati sulla duna antica e sulla duna recente.

Descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodo di misurazione
identificativo del sito	DU-ID		
data di rilevamento	DUDTA		
nome orizzonte	DUORZ		
limite superiore massimo dell'orizzonte	DUDACM	cm. (da piano campagna)	
limite superiore minimo dell'orizzonte	DUPRFMN	cm. (da piano campagna	
limite inferiore minimo dell'orizzonte	DUPRFMX	cm. (da piano campagna)	
limite inferiore massimo dell'orizzonte	DUACM	cm. (da piano campagna)	
capacità ritenzione capillare a pF 2.5	DUCC	%	curva di pF - apparecchiatura di Richards
pH estrazione in acqua rapporto 1:2.5	DupH		
carbonio organico totale	DUTOC	%	mineralizzazione Springer- Klee
sostanza organica	DUS.Org	%	
carbonio totale estraibile	DUTEC	%	estraz. in % soda/pirofosfato
			di sodio - Springer-Klee
carbonio degli acidi umici e fulvici	DUC(H+F)	%	frazionam. su PVP e miner. Springer-Klee

segue

Descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodo di misurazione
tasso di umidificazione	DUHR	%	
grado di umidificazione	DUDH	%	
rapporto carbonio/azoto	DUC/N		
C di anidride carbonica evoluto in 14	DUC-CO ₂	mg CO ₂ /Kg	fissazione CO2 in soda
gg.		suolo	
quoziente di mineralizzazione	DuqM	(mg CO ₂ tot 14 gg/mg C org. tot.)/g suolo	
velocità di mineralizzazione della sostanza organica per giorno kcin(giorni- 1)	DUk/g		

UU.OO.: SUO01-04-IMP04

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati	note
ROOT	ROOT.PAT		Siti di campionamento dell'U.O. SUO01-04 sui transetti relativi ad una indagine sul <i>rooting</i> dei cinghiali	seguenti	I punti che qui identificano i transetti si ritrovano anche nella coverage SUOL (IMP04)

Schema 1: relativo ai parametri misurati sul rooting dei cinchiali (Transetti).

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
identificativo del campionamento	ROCOD		
nome del transetto	RONME		
data del rilevamento	RODTA		
profondità: limite superiore del campionamento	RODACM	cm. (dal piano campagna)	
profondità: limite inferiore del campionamento	ROACM	cm. (dal piano campagna)	
capacità ritenzione capillare a pF 2.5	ROCC	%	
carbonio organico totale	ROTOC	%	mineralizzazione Springer- Klee
sostanza organica	ROS.Org.	%	
carbonio totale estraibile	ROTEC	%	estraz. in % soda/pirofosfato di sodio - Springer-Klee
carbonio degli acidi umici e fulvici	ROC(H+F)	%	frazionam. su PVP e miner. Springer-Klee
tasso di umidificazione	ROHR	%	
grado di umidificazione	RODH	%	
C organico estratto e non umificato	RONH		
indice di umificazione	ROHI		
rapporto carbonio/azoto	ROC/N		

segue

descrizione parametri	nome item	unità di misura	metodologia di misurazione
carbonio di biomassa microbica	ROCb	mgC/Kgsuolo	fumigazione, estrazione
rapporto C biomassa/C org. tot.	ROCb/TOC	%	
C di anidride carbonica evoluto il 14 gg.	ROC-CO ₂ a	mg CO₂/Kg suolo	fissazione CO ₂ in soda
C di anidride carbonica evoluto in 14 gg.	ROC-CO ₂ b	mg CO₂/Kg suolo	fīssazione CO ₂ in soda
quoziente metabolico della biomassa	ROq(CO ₂)	(mg CO ₂ 14° g/mg C- biom)/Kg suolo	
quoziente di mineralizzazione	ROqM	(mg CO ₂ tot 14 gg/mg C org. tot.)/g suolo	
velocità di mineralizzazione della sostanza organica per giorno kcin(giorni-1)	ROk/g		

Schema 2: relativo ai parametri misurati sul rooting dei cinghiali (Pori).

descrizione parametri	nome item	unità di misura
codifica del sito	ROOT-ID	
data del rilevamento	RODTA	
profondità: limite superiore del campionamento	RODACM	cm. (dal piano campagna)
profondità: limite inferiore del campionamento	ROACM	cm. (dal piano campagna)
numero del transetto	ROTRN	
numero segmento	ROSGM	
segmento rooting	ROSGR	
porosità totale	ROTOT	%cm ⁻²
descrizione	RODSC	

U.O.: SUO04

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	dati associati	note
PORI	PORI.PAT	4 punti	Siti di rilevamento dell'U.O. SUO04; indagini micromorfologiche sul compattamento del suolo.	Vedi lo schema seguenti	I punti di rilevamento sono in comune con IMP04

Schema relativo ai parametri monitorati.

descrizione parametri	nome item	unità di misura
identificativo del sito	PORI-ID	
data del rilevamento	PRDTA	
profondità: limite superiore del campionamento	PRDACM	cm. (dal piano campagna)
profondità: limite inferiore del campionamento	PRACM	cm. (dal piano campagna)
uso suolo	PRUSX	
pori regolari	PRREG	%cm ⁻²
pori irregolari	PRIRR	%cm ⁻²
pori allungati	PRALL	%cm ⁻²
porosità totale	PRTOT	%cm ⁻²

Note: I campi che hanno una X come ultima lettera del nome sono codificati.

2.3.6. GdL Vegetazione

All'elenco delle specie presenti nella Tenuta è stato aggiunto il codice identificativo di ciascuna di esse preso dal libro della "Flora d'Italia" di S. Pignatti Ed. Edagricole. Tale codice risulta indispensabile per la costruzione del database in quanto esso identifica univocamente ciascuna specie facilitando così la costruzione di query o comunque di altre procedure di interrogazione al database stesso. Dato che sono state riscontrate delle incongruenze in alcuni rilievi fitosociologi si sta procedendo alla correzione di tali imperfezioni per procedere successivamente alla costruzione del database della Vegetazione.

Dai dati dei rilievi fitosociologici e dalla elaborazione di immagini digitali aeree è stata realizzata la nuova carta della vegetazione della Tenuta che ora si trova all'interno del database come strato informativo chiamato CVEG.

Nel capitolo 3, dedicato allo sviluppo funzioni, verrà descritto tutto il processo utilizzato per la realizzazione di tale Carta.

3. LINEA DI ATTIVITA' 4 "SVILUPPO FUNZIONI"

3.1. Carta della Vegetazione

3.1.1. Coordinamento iniziale per la realizzazione della Carta della Vegetazione

Nel corso delle operazioni eseguite per l'acquisizione dei propri dati nel SITAC, i ricercatori del GdL Vegetazione appartenenti all'U.O. VEG01 hanno potuto riscontrare, sotto la guida del GdL SITAC, le potenzialità di utilizzo di dati aerei per realizzare una Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano. Al fine di valutare adeguatamente le suddette potenzialità il GdL SITAC ha elaborato i dati per creare un prototipo di Carta della Vegetazione per l'area Nord della Tenuta.

I dati telerilevati da aereo con il sensore multispettrale Daedalus ad elevata risoluzione geometrica (circa 4m x 4m per pixel) sono stati sottoposti a processi di georeferenziazione e classificazione, finalizzato quest'ultimo a suddividere gli elementi base dell'immagine (pixel) in varie classi corrispondenti alle tipologie vegetali o agli altri elementi presenti in Tenuta (area urbanizzata, suoli nudi, ecc). La classificazione, eseguita su 600 ettari ed utilizzando tutte le 12 bande del sensore, ha richiesto la conoscenza a priori delle localizzazioni delle tipologie vegetali, aree urbane, ecc. della Tenuta al fine di poter definire l'algoritmo di classificazione per l'immagine in grado di assegnare i pixel ad una o ad altra classe. La conoscenza a priori era costituita dai dati di verità a terra raccolti da VEG01, una seconda serie di dati a terra sono stati poi utilizzati per valutare l'accuratezza della classificazione che è risultata essere dell'83%.

Sulla base del prototipo di Carta della Vegetazione, il GdL SITAC ha presentato una proposta per lo studio e lo sviluppo di algoritmi di elaborazione dei dati multispettrali estesi sull'intera Tenuta al fine di realizzare una Carta della Vegetazione globale. La proposta è stata accolta dall'Accademia Nazionale delle Scienze che ha conferito a partire dal giugno 1997 un contratto destinato al suddetto scopo, il cui risultato finale verrà inserito con adeguato formato nel SITAC per permettere in futuro analisi incrociate con altre tipologie di dati.

Nel giugno 1997 è iniziato un periodo di interazione del contrattista, incaricato della realizzazione della Carta, con il GdL SITAC per inquadrare le sue attività nell'ambito dello sviluppo del SITAC. L'interazione è consistita principalmente nelle seguenti operazioni:

- introduzione al Progetto di Monitoraggio Ambientale su Castelporziano;
- introduzione allo sviluppo del SITAC ed allo stato delle attività al giugno 1997;
- illustrazione dei materiali, strumenti e metodi utilizzati per la realizzazione del prototipo della Carta della Vegetazione:
 - dati telerilevati da aereo mediante sensore multispettrale Daedalus;
 - dati di verità a terra dell'U.O. VEG01;
 - software ERDAS dedicato alla elaborazione di immagini;
 - metodo di classificazione supervised con algoritmo di classificazione maximum likelihood;
 - trasferimento delle conoscenze necessarie per la futura omogeneizzazione dei dati della Carta con le altre informazioni già presenti nel SITAC;
 - supporto nel coordinamento iniziale di un gruppo di lavoro trasversale ad alcune UU.OO. di Vegetazione che avrebbe affiancato il contrattista nel corso delle attività.

Alla luce di quanto detto sopra si è proceduto alla realizzazione della nuova carta della vegetazione della Tenuta.

3.1.2. Introduzione alla realizzazione della Carta

L'esigenza di disporre di una Carta aggiornata della Vegetazione presente nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano è emersa ripetutamente sia ai fini di un completo monitoraggio ambientale della Tenuta, sia per le attività relative alla efficiente gestione del suo territorio.

D'altra parte, il cospicuo livello di biodiversità che caratterizza la vegetazione della Tenuta è causa di notevoli ostacoli per chiunque voglia identificare i limiti territoriali tra le numerose associazioni vegetali, senza ricorrere a lunghe osservazioni in situ oppure a vaghe definizioni delle classi stesse e a tratteggiature "miste" sulle rappresentazioni cartografiche di quanto rilevato. Tali fattori se da un lato conservano un'autonoma validità oggettiva, dall'altro testimoniano anche le difficoltà di rappresentare in un unico contesto grafico, il più preciso ed esauriente possibile, la distribuzione delle molteplici categorie di vegetazione coesistenti.

In questo quadro generale è maturata la decisione di sperimentare sul territorio della Tenuta il ricorso a 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.

Il lavoro è stato preceduto, come detto sopra, da uno studio sperimentale di fattibilità condotto solo sull'area di Malafede. Essa, infatti, ha costituito una significativa zona di test dal momento che include buona parte delle associazioni e popolamenti 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 e della descrizione delle 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.

La prima problematica affrontata in tal senso è consistita nella necessità di coniugare da un lato, l'esigenza di riportare sulla mappa il maggior numero possibile di classi vegetazionali e, dall'altro, le inevitabili limitazioni di natura grafica e cartografica connesse con la rappresentabilità di un conseguente alto numero di poligoni a colori differenti aventi peraltro estensioni superficiali molto ridotte (spesso anche al di sotto degli errori di graficismo) e frammentate.

La soluzione di compromesso stabilita si è fondata su due punti: il raggruppamento della totalità delle classi vegetazionali in 15 categorie principali preselezionate; comunque l'esclusione dalla rappresentazione cartografica delle aree aventi un'estensione superficiale al di sotto di ¼ di ettaro.

Si sono così attenuati alcuni livelli di informazioni utili a maturare 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 necessari per l'adeguata leggibilità della carta. Chiaramente, rispetto alle associazioni presenti, si è dovuto effettuare un accorpamento, soprattutto per quanto riguarda i boschi umidi; le associazioni presenti (Carici-Fraxinetum, Querco-Carpinetum, Lauro-Carpinetum e Populetum albe) hanno comunque spesso un'estensione di poche centinaia di metri quadri e

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.

Le informazioni ottenute sono comunque tutte registrate nel SITAC sotto forma numerica, e permettono ulteriori analisi relative a settori più piccoli, riferite 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 semplicemente rendere più facili gli studi futuri sulla cartografia territoriale informatizzata. Le ricerche sperimentali condotte hanno permesso di confermare la possibilità di usare i 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 di Castelporziano il cui riconoscimento ha permesso l'elaborazione finale della carta che rappresenta un deciso passo avanti sia nei confronti della conoscenza della vegetazione di Castelporziano che delle nuove metodologie cartografiche rese possibili dal progresso informatico.

Infine va sottolineato che l'accurata pianificazione delle fasi di lavoro è stata orientata alla ricerca di una metodica che seppur costruita per un'esigenza specifica (la realizzazione della nuova Carta della Vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano), risulti assolutamente malleabile e facilmente adattabile per molte altre situazioni territoriali. Si è cercato infatti non tanto di creare una metodica rigida che soddisfacesse richieste ben delineate, ma che all'uopo possa venire adattata ad altre situazioni con poche modifiche.

Di seguito si descrive per sommi capi la metodologia sviluppata per quanto riguarda le procedure di "image processing".

3.1.3. Realizzazione della Carta

L'avvio delle attività di realizzazione della Carta è stato preceduto da 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. L'obiettivo principale di questa fase 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 dei passi di lavoro fondamentali stabiliti al termine della fase progettuale è riportata di seguito:

- georefenziazione delle riprese aeree;
- classificazione;
- mosaicatura;
- vettorializzazione ed editing.

Tali fasi di lavoro sono state pianificate prendendo in considerazione per ciascuna:

- 1) la specifica problematica individuata;
- 2) la soluzione adottata;
- 3) i prodotti finali ottenuti, tenendo presente che questi ultimi costituiscono l'input per lo sviluppo della fase successiva. Ed è proprio in quest'ottica che tutta la procedura sviluppata può essere efficacemente esportata ad altre realtà ambientali. Tutto il lavoro è stato realizzato nei laboratori informatici del C.R. Casaccia dell'ENEA utilizzando programmi ed apparecchiature del Dipartimento INN-RIN-VIS.

In particolare, per ciò che riguarda gli ambienti di elaborazione software, questi sono stati costituiti da ERDAS/IMAGINE per tutte le procedure di image processing e gestione dei file raster e da 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, unitamente a 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 della Carta.

3.1.4. Accuratezza della Carta

Al termine della realizzazione della Carta, dal punto di vista tecnico, ne è stata stimata l'accuratezza scientifica

"Accuracy assessment" è il termine generale per la comparazione della classificazione con i dati geografici che si assumono come verità, per determinare l'accuratezza del processo di classificazione. Generalmente i dati che si assumono essere veri derivano direttamente da misurazioni di campagna.

A tale scopo viene generalmente usato un set di pixel di riferimento. Tali "reference pixels" sono punti dell'immagine classificata per i quali si conosce o si esaminerà la verità al suolo. E' importante che tali pixel siano scelti in maniera casuale.

Il numero dei pixel di riferimento è un fattore estremamente importante per determinare l'accuratezza della classificazione. E' stato dimostrato infatti, che sono necessari più di 250 pixel di riferimento per valutare l'accuratezza media di una classe in un intervallo compreso fra +/-5%.

Il sistema ERDAS/IMAGINE fornisce i reference pixels in maniera del tutto casuale, quindi, dopo aver condotto un'ampia ricerca bibliografica si è deciso di agire nel seguente modo:

- scelta random di cento aree di lha di superficie da considerare quali "control areas";
- effettuazioni di sopralluoghi in campo per valutare dettagliatamente tutto ciò che è presente all'interno delle control areas;
- valutazione dell'accuratezza.

Quantificazione dell'accuratezza

Concettualmente il processo di quantificazione dell'accuratezza è estremamente semplice; si tratta di sovrapporre le control areas analizzate in campo sulla carta della vegetazione classificata e dare in pasto al sistema tutte le informazioni ricavate in modo che il sistema le possa elaborare tramite degli algoritmi che mettono in relazione i dati di campagna con il risultato della classificazione stessa.

Nel nostro caso le control areas utilizzate sono state ricavate "chiedendo" al sistema di scegliere a caso cento punti che fossero distribuiti su tutta la Tenuta e rappresentativi di ciascuna classe. Le coordinate di tali punti sono state utilizzate per costruire delle aree quadrate di 1ha di superficie delle quali le coordinate stesse sono le coordinate del centro. In tal modo non si omette di considerare un fattore fondamentale nel calcolo dell'accuratezza che è quello della scelta random dei punti da analizzare. Le control areas sono state rilevate in campagna dal Dott. P.M. Bianco dell'Università "LA SAPIENZA" di Roma.

Una volta che l'esperto vegetazionista ha fornito i dati relativi (sono state analizzate 57 control areas su cento pari a circa l'1% della superficie dell'intera Tenuta), questi sono stati sovrapposti alla carta della vegetazione per il confronto con i dati derivati dalla classificazione.

Per realizzare tale confronto sono stati ulteriormente scelti in maniera casuale 100 punti all'interno di ognuna delle control areas così alla fine l'analisi dell'accuratezza è stata effettuata su 5700 punti.

Il sistema ERDAS/IMAGINE alla fine del calcolo dell'accuratezza fornisce due tipi di report:

La matrice di errore che paragona semplicemente i punti di riferimento con i punti classificati costruendo una matrice c x c dove c è il numero delle classi.

Il report dell'accuratezza calcola la statistica dell'accuratezza percentuale basata sui risultati della matrice di errore.

L'accuratezza ottenuta per la Carta della Vegetazione della Tenuta di Castelporziano risulta essere dell'88.42%.

3.1.5. Scelta finale dei colori e stesura definitiva della legenda

I colori delle varie classi sono stati scelti dagli esperti che li hanno associati alle varie classi vegetazionali tenendo conto sia dell'ecologia delle stesse che dei colori che normalmente si usano per la realizzazione delle carte della vegetazione. Anche la legenda definitiva è stata indicata dagli stessi esperti.

Di seguito viene riportata la legenda della Carta della Vegetazione:

- 1. Echinopo-Quercetum frainetto
- 2. Boschi igrofili
- 3. Viburno-Quercetum ilicis (a macchia)
- 4. Vibumo-Quercetum ilicis (ad alto fusto)
- 5. Vibumo-Quercetum ilicis (ericetum)
- 6. Viburno-Quercetum ilicis (suberetosum)
- 7. Garighe
- 8. Vegetazione colturale

- 9. Praterie aride
- 10. Vegetazione delle piscine
- 11. Rubo-Ulmion
- 12. Rimboschimenti
- 13. Non vegetato
- 14. Edificato
- 15. Idrografia
- 16. Confini della Tenuta
- 17. Strade
- 18. Sentieri.

3.1.6. Descrizione della Carta

La carta della vegetazione così realizzata viene ad avere delle caratteristiche estremamente peculiari rispetto ad altre carte ottenute con metodi più tradizionali. Ciò lo si deve soprattutto al fatto che tale elaborato è un prodotto digitale che quindi viene ad avere anche le seguenti proprietà:

- aggiornabilità nel tempo: tale carta infatti diventa un vero e proprio database interrogabile che fornisce delle informazioni in maniera dinamica;
- facilità di poterne modificare gli attributi;
- possibilità di poterne migliorare la qualità alla luce di nuovi studi;
- possibilità di poter confrontare facilmente tale prodotto con altri elaborati in formato digitale o con immagini da satellite.

Un'informazione che si può estrarre è ad es. la superficie totale della Tenuta che risulta essere di 60154956,828 m² cioè poco più di 6000 ha.

Per quanto riguarda invece la stampa della carta, questa è stata realizzata in ambiente ARC/INFO per renderla uniforme a tutti gli altri prodotti realizzati nell'ambito del SITAC come ad es. la carta delle piscine. La carta viene ad avere le seguenti specifiche:

- 1. il reticolato U.T.M. per l'esatta localizzazione di ogni suo singolo punto. Alcune specifiche del sistema di coordinate usato sono riportate in un piccolo riquadro dove viene specificata anche la scala e la direzione Nord-Sud;
- 2. un riquadro dove viene indicata la collocazione della Tenuta rispetto al territorio italiano dove si danno delle indicazioni sul quadro dei fogli C.T.R. che la coprono.

Dalla descrizione della procedura si può affermare che il prodotto così ottenuto viene ad avere tali caratteristiche: un indiscusso valore scientifico; le specifiche di un vero e proprio database digitale con tutte le informazioni che possono venir estratte in linea per mezzo di query molto semplici.

Come si è potuto constatare comunque, per avere un prodotto valido scientificamente non si può prescindere da una sinergia fra l'informatico e lo specialista che possa avallare in campo ciò che la procedura al computer produce.

Molto spazio è stato dato al processo di "accuracy assessment" poiché è forse proprio questo il punto originale che rende peculiare tutto il procedimento rispetto a quelli "tradizionali".

3.1.7. Caratteristiche della coverage CVEG

La nuova Carta della Vegetazione della Tenuta è presente all'interno del SITAC sotto forma di una coverage vettoriale contenente 716 poligoni, ognuno identificato con un parametro che rappresenta la classe di appartenenza.

Il risultato schematico del nuovo prodotto è il seguente:

Coverage	layer	n° elementi	descrizione	attributi invariabili	file associati	item di relazione
CVEG	CVEG.PAT	716 poligoni	area della Tenuta divisa in poligoni in funzione della classe vegetazionale	/	cveg.lut	VGCLS

3.1.8. Modifiche della coverage CVEG per la stampa

Si è creata una tabella di relazione in Arc/Info (.LUT, per Look Up Table) per associare ad ogni classe e quindi al poligono appartenente a quella classe un determinato colore. Tecnicamente ciò è reso possibile per mezzo di un item comune ("VGCLS") che codifica tutte le classi rappresentate sulla Carta (vedi le Tab.1).

Nella rappresentazione grafica di ogni classe e nella stampa della Carta si sono rispettate le indicazioni sui colori da usare fornite dal Prof. Pignatti in base sia alla cartografia tematica standard sia a considerazioni di natura ecologica (per es. i colori tendenti al rosso indicano una vegetazione più "secca", quelli tendenti al verde una vegetazione più igrofila).

Tab.1. Schema del file CVEG.LUT per la codifica della Carta della Vegetazione

item	descrizione	formato			esempio
	parametri	largh.	output	tipo	dei valori
VGCLS	identificativo della classe vegetazionale	4	8	В	10
VGDSC	nome per esteso della classe vegetazionale	70	70	С	praterie umide
SYMBOL	identificativo del simbolo grafico per il plottaggio	2	4	В	57

Per il plottaggio della Carta della Vegetazione, sono state create tre diverse leggende: per la codifica delle classi vegetazionali, per la codifica degli elementi topografici (strade, idrografia ecc.) e per la codifica delle *Emergenze* (vedi Tab. 2). Queste ultime, indicateci dal Prof. Pignatti in base ad una verifica sul campo, si riferiscono ad associazioni vegetali di particolare interesse da un punto di vista conservazionistico e per questo motivo vengono indicate in una legenda a parte, con simboli grafici diversi. I simboli usati in questo caso non sono a copertura totale ma si sono utilizzati rispettivamente campiture reticolari o simboli puntuali, a seconda dell'estensione dell'emergenza. La ragione dell'uso di questa simbologia deriva proprio dalla particolare tipologia degli elementi da marcare; le emergenze infatti sono specie o associazioni vegetali a distribuzione estremamente localizzata che ricadono spesso in associazioni vegetali diverse dall'emergenza stessa.

Per quanto riguarda la classe *Rimboschimenti* si è optato per una codifica di tipo testuale: all'interno dei poligoni identificati dai rimboschimenti, sono state inserite delle lettere, indicanti la/le specie più rappresentative di quell'area; il nome per esteso di tali specie è stato comunque inserito nella Carta, nell'ambito della legenda generale.

Tab. 2. Lista delle Emergenze e delle specie che caratterizzano i Rimboschimenti.

	Emergenze	Rimboschimenti		
1.	Lauro-Carpinetum	1.	Eucalyptus sp.	
2.	Querco-Ulmetum	2.	Quercus ilex	
3.	Isoeto-Nanojuncetea	3.	Pinus pinea	
4.	Caricetum divisae	4.	Robinia Pseudoacacia	
5.	Moenchio-Tuberarietum guttatae	5.	Quercus sp.	
		6.	Quercus suber	

Per permettere la registrazione, all'interno del SITAC, della posizione delle diverse specie che caratterizzano le zone di rimboschimento è stata creata una mappa a parte (map composition) adatta allo scopo.

Per arricchire l'informazione sulla mappa, oltre alle legende sopra indicate, sono state inserite:

- 1) la cartina dell'Italia con, evidenziata, la posizione della Tenuta;
- 2) la cartina del Lazio dove sono rappresentate la città di Roma e la Tenuta;
- 3) il quadro d'unione della Tenuta, così come risulta dalla CTR;
- 4) la freccia del Nord e le informazioni sulla proiezione geografica utilizzata;
- 5) la scala;
- 6) il titolo della Carta;
- 7) la sigla del SITAC;
- 8) il logo ENEA e il dipartimento;
- 9) la data del plottaggio.

Inoltre, per completare l'informazione sulla localizzazione geografica, sono stati sovrapposti alla Carta: il reticolo UTM con l'indicazione delle coordinate, la rete della viabilità (a linea doppia) e la rete idrografica.

Si sottolinea che, sebbene gli elementi grafici sopraindicati facessero già parte del SITAC, molti di essi hanno dovuto subire delle modifiche al fine di adattarli al caso specifico della Carta della Vegetazione.

A questo punto è stata scritta una procedura AML (Arc Macro Language) per la creazione standardizzata di mappe; tale procedura può essere utilizzata per la stampa di ulteriori prodotti cartografici.

In fig. 9 si riporta la Carta della Vegetazione.

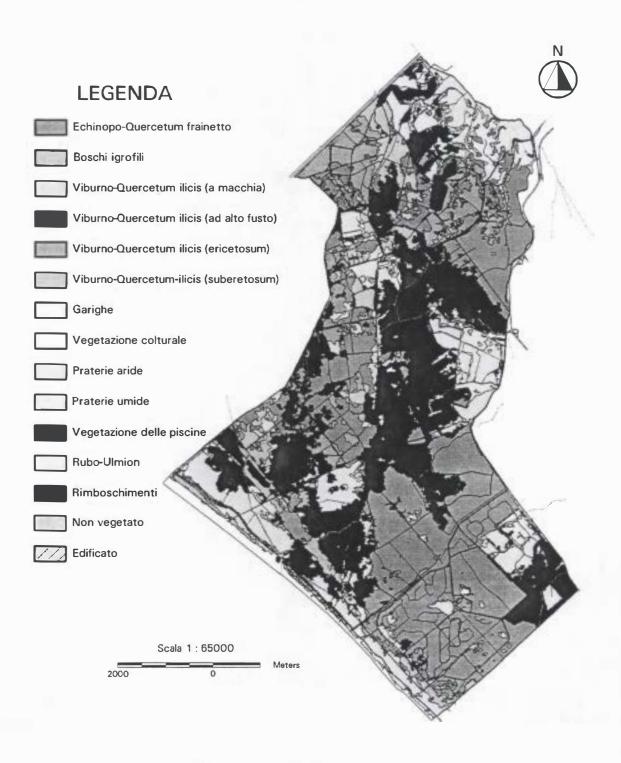


Figura 9 - Carta della Vegetazione.

3.2. Procedure macro per l'inserimento dati

Visto lo stato di avanzamento del progetto SITAC e la notevole mole di dati ormai già implementati (nella parte D.B.M.S. e nella parte S.I.T.), nell'ambito della linea di attività "Sviluppo Funzioni" sono state sviluppate delle procedure AML e sono stati creati dei menu di facile utilizzo per rendere più veloce e funzionale il trasferimento dei dati di monitoraggio, trasformati in .dbf dal formato Excel o Access, nella parte S.I.T., per collegarli ai relativi strati informativi.

Il primo menu, vedi fig. 10, è strutturato funzionalmente in 4 parti, dall'alto al basso. Nella prima parte sono elencate tutte le directory dei vari GdL e la directory principale. Cliccando su uno dei pulsanti il sistema "legge" il contenuto di quella directory e, nella parte sottostante a sinistra, vengono elencati tutti i file con estensione .dbf presenti. Per procedere alla trasformazione del file .dbf in un file INFO si seleziona dall'elenco il file desiderato e, nella casella di input a destra, si scrive il nome del nuovo file INFO che verrà creato premendo il pulsante "Esegui". Spesso solo alcuni dei dati presenti nel file .dbf sono realmente necessari per il collegamento allo strato informativo oppure necessitano di modifiche ai parametri dei campi. Per questo motivo, nella parte sottostante, è possibile visualizzare la struttura interna del file INFO e, eventualmente, mediante i relativi menu, modificare, cancellare o aggiungere un campo. L'esecuzione di queste operazioni è sia sotto il controllo di procedure AML appositamente create, sia sotto il controllo diretto collegato ai pulsanti "Esegui" dei vari menu. Infine, nell'ultima parte in basso del menu principale (fig. 10) sono posizionati i pulsanti per uscire dall'applicazione, per l'attivazione e disattivazione della funzione ECHO (utile per visualizzare il comando dato, i riferimenti dei messaggi di errore e, infine, le procedure AML usate) e per il rimando dell'operatore ai comandi manuali.

Nelle tab. 3, 4, 5 si riportano le procedure macro relative a quanto descritto sopra.

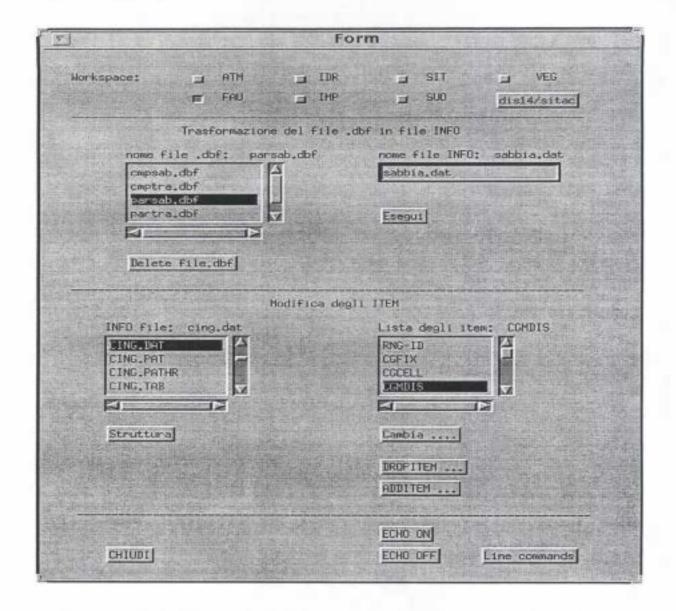


Figura 10 - Menu per la trasformazione dei file .dbf in file INFO e per eseguire eventuali modifiche sugli ITEM (SIT01).

Tab. 3. Schema delle procedure macro.

```
ALTER.AML
                       ca bia i parametri del file INFO
                 \Rightarrow
&workspace %.wks%
tab
    sel %.infofi%
    alter %.campo%
&if [NULL %.name%] &then &do
    &end
    &else &do
            %.name%
    &end
&if [NULL %.larg%] &then &do
    &end
    &else &do
            %.larg%
```

```
&end
&if [NULL %.tipo%] &then &do
    &end
    &else &do
           8.tipo%
    &end
&if [NULL %.dec%] &then &do
   &end
   &else &do
           %.dec%
    &end
&if [NULL %.alt%] &then &do
    Lend
    &else &do
          %.alt%
    &end
sel
&return Operazione terminata.
```

Tab. 4. Schema delle procedure macro.

DROPADD.AML \Rightarrow apre i menu per aggiungere o cancellare un item

Tab. 5. Schema delle procedure macro.

SETWKS.AML \Rightarrow setta le variabili globali per i relativi workspace

```
&if %.flag% &then
&do
  &if %.wks% eq atm &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
  &if %.wks% eq fau &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
   &if %.wks% eq idr &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks% &if %.wks% eq imp &then
  &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
   &if %.wks% eq sit &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
  &if %.wks% eq suo &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
  &if %.wks% eq veg &then
   &s .home = /dis14/sitac/%.wks%
&end
&else
&do
  &s .wks = ' '
&end
&return
```

4. LINEA DI ATTIVITA' 5 "ACCESSIBILITÀ E CATALOGO"

La mole di dati inseriti nel SITAC ha reso necessaria nel corso del periodo 7/97-9/98 l'avvio di questa linea di attività che, comunque, sarà sviluppata ampiamente soprattutto nei prossimi mesi, quando la fase dell'inserimento e la validazione dei dati sarà in via di conclusione.

E' stata delineata la struttura di un database relazionale in ambiente in Access (file *Sitac_meta.mdb*) organizzato in una serie di tabelle che mediante l'utilizzo di maschere strutturate in maniera mirata e di query specifiche, guidano l'utente nella consultazione dei metadati.

Si può osservare la struttura generale del database organizzato nella fig.11.

I box rettangolari indicano i diversi livelli di accesso e fanno riferimento ognuno ad una tabella appositamente creata che contiene i dati catalogati, mentre le frecce indicano le relazioni tra i livelli collegati.

Nella tab. 6 viene riportata schematicamente la struttura di ogni livello del database e come si può vedere è stata portata al massimo la possibilità di interrogazione incrociata, sfruttando l'inserimento di codici univoci (o identificativi) che richiamano i diversi livelli. Questa relazionalità tra livelli diversi aumenta e rende più funzionale ed elastica l'accessibilità del dato.

E' necessario precisare che , la struttura del presente database potrà subire dei cambiamenti, vista la sempre presente possibilità di modifiche, anche sostanziali, indicate dai Responsabili dei GdL come l'inserimento delle "Linee di Ricerca".

4.1 Stesura di un rapporto schematico riguardante i metadati

Con l'obiettivo di fare il punto della situazione in cui si trovava il SITAC è stato redatto in Maggio 1998 un documento per ciò che concerne i *dati di monitoraggio* e gli *strati informativi* inseriti nel database. Questo documento risulta di primaria importanza per il GdL SITAC per poi estrarre i metadati.

Per poter scrivere tale rapporto è stata revisionata tutta la directory SITAC, che è suddivisa in 11 sottodirectory, le 8 sottodirectory relative ai dati provenienti dai GdL più le seguenti sottodirectory:

- LAB destinata alle demo e file .doc (es. le circolari i fax ecc.);
- MAP destinata a mappe tematiche elaborate con ARC/INFO-ERDAS;
- OLD contiene i dati originali forniti dai ricercatori.

Per quanto riguarda le 8 sottodirectory dei GdL sono a loro volta divise in:

- IN contiene i dati forniti dai ricercatori in un formato compatibile con il DBMS;
- LAB contiene i dati che hanno subito una elaborazione da parte del GdL SITAC;
- GIS contiene dati da destinare alla componente SIT per l'associazione ai corrispondenti strati informativi;
- OUT contiene le tabelle riassuntive dei parametri monitorati.

Inoltre i dati strutturati in maniera definitiva sono posizionati direttamente sotto una delle 8 sottodirectory in cui si suddivide il SITAC secondo la loro disciplina di appartenenza.

La revisione completa di tutti i dati forniti e/o inseriti nel SITAC ha comportato un notevole impegno; ciò è stato possibile grazie ad un'attiva collaborazione tra tutti i contrattisti impegnati in altre mansioni dello stesso progetto.

Per facilitare l'esposizione di "chi ha fornito cosa" al SITAC il documento è suddiviso in 3 parti, conferendo alle prime due un carattere propedeutico. Infatti, la prima parte (A) riguarda l'articolazione delle azioni pianificate per lo sviluppo del SITAC ed aiuta ad individuare la linea di attività nel cui contesto i dati di monitoraggio e gli strati informativi sono stati inseriti nel SITAC. La seconda parte (B) illustra la struttura organizzativa del Programma di monitoraggio nel suo complesso, così come è attualmente nota al GdL SITAC, ed aiuta ad identificare le UU.OO. che hanno fornito dati di monitoraggio e strati informativi al SITAC.

La terza parte (C) elenca e descrive sinteticamente i *dati di monitoraggio e gli strati informativi* inseriti o in corso di inserimento nel SITAC, suddividendoli per Gruppi di Lavoro (GdL).

Il documento si conclude con un paragrafo dedicato alle più importanti indicazioni conclusive che emergono dall'esame di quanto riportato nelle parti precedenti.

Tale rapporto risulta essere di primaria importanza per estrarre i metadati in modo da poter strutturare in maniera organica in ambiente Access il database dell'accessibilità e catalogo; inoltre risultata di utile consultazione sia all'interno del GdL SITAC, per individuare subito il dà farsi, e sia quando lo stesso GdL SITAC è convocato a delle riunioni per esporre lo stato di avanzamento delle ricerche.

Visto l'utilità di questo documento sarà cura del GdL SITAC aggiornarlo.

Schema generale della struttura del database METADATI

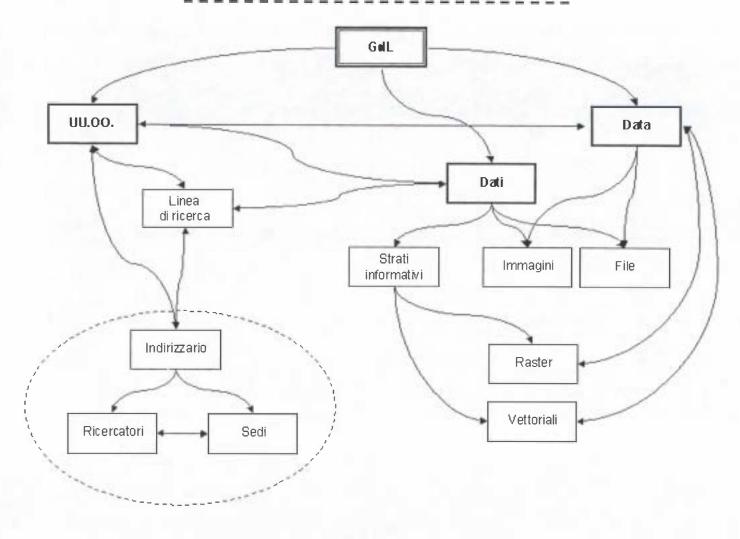


Figura 11 - Schema della struttura generale del database dei METADATI.

Tab. 6. Schema della struttura dei livelli nel database METADATI. (i campi in grassetto fungono da link con altri livelli)

LIVELLO	CAMPI	Livello collegato
GdL	ID-GdL	
	ID-DT	⇒ Dati
	nome GdL	
	nome Responsabile	
	n° tot di UU.OO.	
	tipologia dati forniti	
UU.OO.	ID-UO	
	ID-LdR	⇒ Linea di Ricerca
	ID-DT	⇒ Dati
	nome Responsabile	
	nomi collaboratori	
	UU.OO. collegate	
	linea di ricerca	
Linea di Ricerca	ID-LdR	
	ID-UO	⇒ UU.OO.
	ID-DT	⇒ Dati
	nome Responsabile	
	nomi collaboratori	
Ricercatori	Cognome	
	Nome	
	ID-LdR	⇒ Linea di Ricerca
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	ID-Sd	⇒ Sedi
	Indirizzo	→ Dear
	CAP	
	Città	
	Telefono	
	Fax	
	E-mail	
Sedi	ID-Sd	
	UU.OO. afferenti	
	elenco ricercatori	
Dati	ID-DT	⇒ Dati
	ID-Tip	- Du.,
	ID-UO	<i>⇒ UU.00.</i>
	ID-LdR	⇒ Linea di Ricerca
Strati informativi	ID-DT	⇒ Dati
, and intorniutivi	ID-Tip	⇒ Vettoriali
	10-1 lb	$\Rightarrow veitoriali$

LIVELLO	CAMPI	Livello collegato
Vettoriali	ID-Tip	⇒ Dati
	ID-Vt	
	ID-Dt	⇒ Data
	ID-Fi	\Rightarrow File
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	nome	
	attributi	
	n° elementi grafici	
	descrizione	
	data	
	periodo	
	files associati	
	percorso	
Raster	ID-Tip	⇒ Dati
	ID-Ra	
	ID-Dt	⇒ Data
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	nome	
	n° di layer	
	descrizione	
	risoluzione pixel	
	data	
	periodo	
	percorso	
Immagini	ID-Tip	⇒ Dati
	ID-IM	
	ID-Dt	⇒ Data
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	nome	
	descrizione	
	data	
	periodo	

segue

LIVELLO	CAMPI	Livello collegato
File	ID-Tip	⇒ Dati
	ID-Fi	
	ID-Vt	$\Rightarrow Vettoriale$
	ID-Dt	\Rightarrow Data
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	nome	
	descrizione	
	elenco items	
	item di relazione	
	data	
	periodo	
	percorso	
Data	ID-Dt	
	ID-Fi	\Rightarrow File
	ID-IM	\Rightarrow $lmmagini$
	ID-Ra	\Rightarrow Raster
	ID-Vt	$\Rightarrow Vettoriali$
	ID-GdL	$\Rightarrow GdL$
	ID-UO	$\Rightarrow UU.OO.$
	data	
	periodo	

5. RIASSUNTO DI TUTTE LE INFORMAZIONI PRESENTI NEL SITAC

In figura 12 viene riportato lo schema organizzativo, suddiviso in GdL con diverse le UU.OO. di appartenenza, che riassume le coverage create in relazione alle tabelle Excel contenenti i *dati di monitoraggio* associati. Gli *strati informativi* sono scritti con un carattere maiuscolo mentre i file Excel associati con un carattere minuscolo. In tale schema si possono ritrovare anche le collaborazioni esistenti tra le varie UU.OO. come ad esempio nei GdL Atmosfera e Suolo.

Questo schema, aggiornato alla data del presente rapporto, risulta essere graficamente utile a qualsiasi utente per avere il quadro generale del SITAC, e soprattutto per GdL SITAC per rendersi conto con quale UU.OO. deve collaborare in maniera attiva per il reperimento dei dati da inserirli nel database.

Schema Organizzativo degli strati informativi in relazione alle tabelle contenenti i dati di monitoraggio

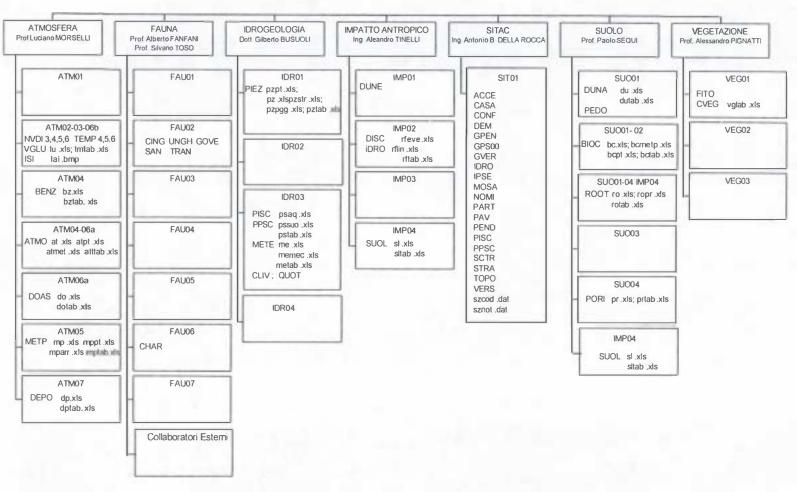


Figura 12 - Schema riassuntivo delle informazioni contenute nel SITAC.

6. ATTIVITA' FUTURE PER LO SVILUPPO DEL SITAC

In accordo con quanto previsto nella fase realizzativa del Progetto SITAC le attività proseguiranno secondo le tre linee di attività: "inserimento delle informazioni territoriali", "sviluppo funzioni" e "accessibilità e catalogo".

L'inserimento delle informazioni territoriali prevede, oltre alla acquisizione di nuovi dati forniti dai vari GdL, la validazione di tutti i dati presenti nel SITAC e l'aggiornamento della Carta delle Piscine e dello strato informativo riguardante la viabilità.

Per quanto riguarda la Carta delle Piscine, che era stata realizzata una bozza nel 1997, la fase di aggiornamento riguarderà sia l'aspetto geografico, con l'esatta localizzazione delle piscine sulla base dei dati che fornirà l'I.S.P.E.L., sia i dati di monitoraggio agganciando tali dati bioterritoriali allo strato informativo delle piscine. Per far ciò sarà necessaria individuare innanzitutto un codice univoco per l'identificazione dei siti di campionamento tra le diverse UU.OO. e apportare le eventuali correzioni ai toponimi delle piscine.

Particolare cura sarà prestata all'elaborazione dello strato informativo aggiornato della viabilità, in quanto è emersa l'esigenza di attribuire alla rete viaria la loro effettiva estensione in larghezza per rispondere a problematiche di varia natura, quali ad esempio la valutazione dell'estensione areale di campi che includono strade o calcolo degli indici di biomassa. E' evidente come la superficie occupata dalla rete viaria incida su stime di tale genere. Per soddisfare tale esigenza quindi è necessario valutare l'effettiva area di insistenza della rete sul territorio.

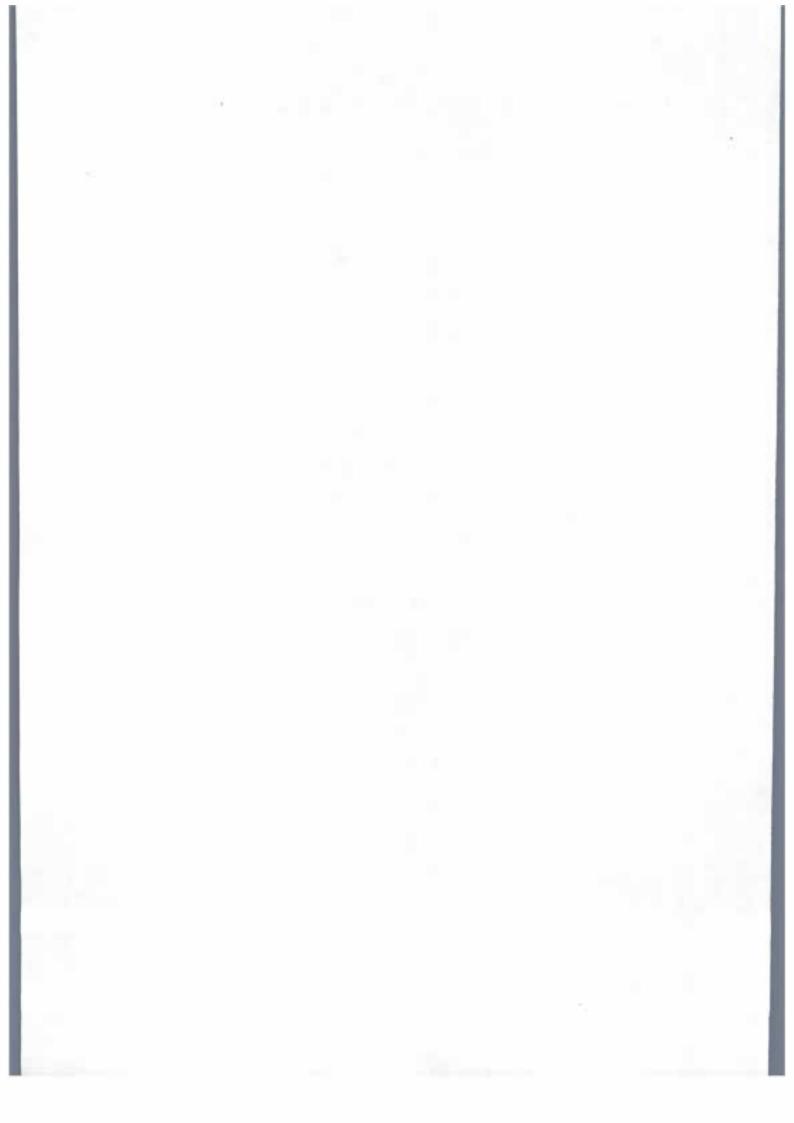
Per quanto concerne lo "sviluppo funzioni" verranno affrontate le problematiche relative allo sviluppo di algoritmi per analisi specifiche di alcune discipline come quelle afferenti ad esempio al GdL Atmosfera e GdL Idrogeologia, che hanno fornito già determinate richieste. Inoltre l'obiettivo principale del SITAC è quello di accentuare l'aspetto interdisciplinare riguardante il monitoraggio ambientale. Tale disciplina non può prescindere ormai da una sinergia in cui vengono ad essere coinvolti esperti e ricercatori di un numero elevato di discipline scientifiche.

La mole di dati inseriti nel SITAC ha reso ormai necessaria l'attivazione della linea di "accessibilità e catalogo" che verrà ampiamente sviluppata soprattutto nei prossimi mesi, quando la fase di inserimento e la validazione dei dati sarà in via di conclusione.

7. BIBLIOGRAFIA

- 1. AA.VV. (1992) "Programma per un'azione di monitoraggio ambientale nella Tenuta di Castelporziano" Ed. ENEL.
- 2. AA.VV. (1992) "Carta Tecnica Regionale (C.T.R.)", Documenti del territorio Supplemento Anno VII nº 26.
- 3. AA.VV. (1995) Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano "Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC)", Il Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 12 Maggio, 1995 Atti del convegno.
- 4. AA.VV. (1996) Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano "Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC)", Ill Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano, 14 Giugno, 1996 Atti del convegno.
- AA.VV. (1997) Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano
 "Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC)", IV
 Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano. In corso di stampa.
- 6. ARC/INFO Guides (1994) ARC/INFO 7.0 ESRI Inc.
- 7. ArcView Guides (1995) ArcView 2.0 ESRI Inc.

- 8. Brivio P.A., LECHI G.M. & Zilioli E. (1992) "Il telerilevamento da aereo e da satellite", Carlo Delfino Editore.
- 9. ERDAS Field Guide Version 8.1 (1982 1994) ERDAS Inc.
- 10. Lillesand T.M. & Kiefer R.W. (1987) "Remote sensing and image interpretation", John Wiley & Sons Inc.
- 11. Microsoft ACCESS (1994) Manuale dell'utente Versione 2.0 Microsoft Corporation.
- 12. Star J., Estes J. (1990) in "Geographic Information System" Prentice-Hall, New Jersey, 1990.
- Rapporto Lynx a cura di C. Toffolutti relativo all'incarico di "Progettazione del SITAC" (1996/97).
 Rapporto Conclusivo Ottobre 1997.
- 14. Rapporto Intermedio a cura di S Mugnoli relativo all'incarico "Elaborazione immagini multispettrali aeree". 24 Settembre 1997.
- 15. Rapporto finale II anno della borsa di studio a cura di N.A. Minciotti relativo all'incarico "Standardizzazione delle informazioni territoriali per il SITAC". 9 Gennaio 1998.
- 16. Rapporto Finale a cura di S Mugnoli relativo all'incarico "Elaborazione immagini multispettrali aeree". 24 Settembre 1997.
- Rapporti a cura di C. Toffolutti relativo all'incarico "Sistema Informativo Territoriale Ambientale per Castelporziano" (1997/98). "SITAC" Rapporto Intermedio Febbraio 1998. Rapporto Finale Ottobre 1998.
- 18. Rapporto a cura di A. Laurenti relativo all'incarico "Sistema Informativo Territoriale Ambientale per Castelporziano" (1998/99). "SITAC" Rapporto Intermedio Ottobre 1998.
- 19. Rapporto a cura di A. Folletto relativo all'incarico "Standardizzazione delle informazioni territoriali per il SITAC" (1998/99). "SITAC" Rapporto Intermedio Ottobre 1998.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

ATMOSFERA

Responsabile: Prof. Luciano Morselli

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

CNR - Istituto Inquinamento Atmosferico - Montelibretti - Roma I. Allegrini,, C. L. Ursini, A. Ianniello, R. Sparapani

Università di Roma "La Sapienza" - Dip. di Biologia Vegetale F. Manes, M. A. Giannini, M. Giannini, V. Silli

CNR - I.I.A. - Roma R. Salvatori, R. Casacchia

ENEA amb - C.R. Frascati - Roma ENEA - C.R. S. Teresa - La Spezia S. Merolli, S. Polenta, M. Zanardi, D. Romano, S. Rea, S. Cannarsa, D. Bacciola, M. Picci

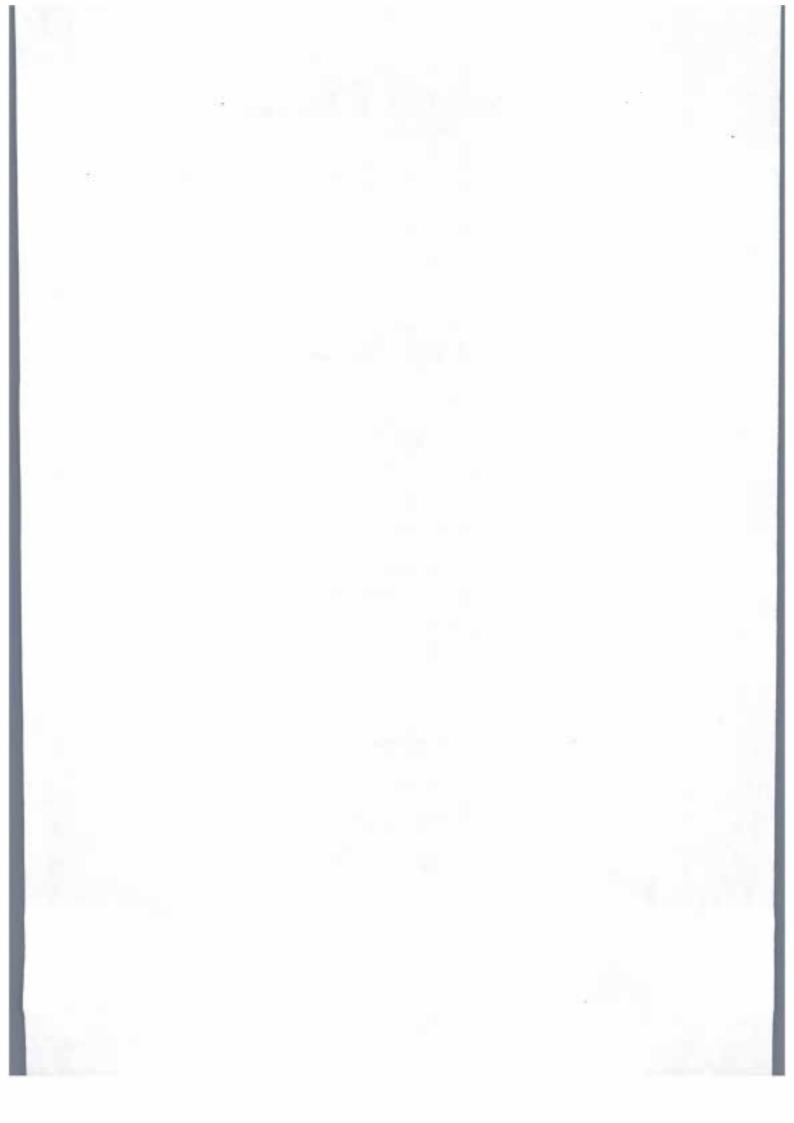
Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente ENEA amb-cat-fral - C.R. Bologna L. Morselli, P. Olivieri, L. Barilli, M. Cecchini

ISPESL - Roma

L. Lepore, I. Ventrone, G. Scalisi, F. Sallusti, P. Di Filippo, U. Poli, M. Ippoliti, M. P.Bogliolo, F. Casolaro

ISNP - Roma

R. Francaviglia, V. Di Carlo, R. Aromolo, L. Gataleta



GRUPPO DI LAVORO

ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA

Studio di Inquinanti in Atmosfera e loro Trasformazione in un Ecosistema Naturale. Interazioni con l'Ambiente

RESPONSABILE

Prof. L. Morselli

UNITA' OPERATIVA

Università degli Studi di Bologna / Ministero dell'Ambiente - Roma

INTRODUZIONE

Le ricerche sin qui effettuate, e che riguardano i quattro anni di attività del Progetto di Monitoraggio, raccolgono praticamente l'iter a suo tempo ipotizzato:

- approccio metodologico allo studio relativamente all'atmosfera;
- creazione di Unità Operative con specifiche competenze;
- struttura e contenuti del programma quinquennale di attività per l'acquisizione dati e loro elaborazione;
- specifici interventi sul campo con la realizzazione di reti di monitoraggio o punti di osservazione o raccolta di campioni da caratterizzare nei laboratori;
- elaborazione dati e loro inserimento nel SITAC;
- verifica ed implementazione con acquisizione ed approfondimenti dei temi considerati e creazione di ulteriori temi che si sono resi necessari considerare nel proseguo della ricerca;
- aspetti conclusivi e proposte per un modello di studio per le aree protette.

Tale approccio ha coinvolto 7 U.O. appartenenti a 11 Enti diversi con circa 35 ricercatori per anno tra strutturati e borsisti, ha fornito una visione generale sulla qualità dell'atmosfera all'interno della Tenuta, già ampiamente riportata nei rapporti precedenti e che mette in rilievo una contaminazione limitata rispetto a realtà antropizzate e che risente della elevata pressione antropica esterna alla Tenuta. Sono stati ottenuti inoltre risultati inediti di grande utilità per comprendere i meccanismi di contaminazione ed i processi specifici che intervengono nell'atmosfera, ma anche importanti contributi a quella che potrà essere la gestione ed il controllo ambientale di aree protette attraverso azioni di monitoraggio e di Sistemi Informativi Territoriali Ambientali applicati.

Sono alcuni dei principali risultati relativamente al nostro GdL che vorrei rendere evidenti per comprenderne la rilevanza così come è stato presentato al Signor Presidente della Repubblica il 19 Marzo scorso:

- da immagini da satellite Landsat è stato possibile realizzare un confronto sulla conservazione della biodiversità all'interno della Tenuta rispetto al territorio circostante. Inoltre, per anni successivi, sono stati rilevati indici di stress idrico piuttosto elevati per i mesi di luglio/agosto considerati;
- è stato ipotizzato un modello per comprendere la formazione e la presenza dell'Ozono in Tenuta in quantità anche elevate. Mediante misure di radioattività associata e considerazioni climatiche del territorio, l'elevata instabilità atmosferica nelle ore diurne porta, attraverso spostamento di considerevoli masse d'aria, i precursori dell'ozono all'interno della Tenuta dove si forma l'ozono raggiungendo concentrazioni anche elevate (50-70 ppb). Nelle ore notturne la stabilità atmosferica ed il consumo dell'ozono da parte delle sostanze organiche naturali rendono la concentrazione di tale inquinante molto limitata (0-10 ppb);
- i microinquinanti quali metalli pesanti e benzene sono stati rilevati attraverso campagne con rilevatori passivi per il benzene e raccolta con i mezzi mobili per i metalli pesanti nel particolato. Il benzene risente del trasporto e si ritrova anche all'interno della Tenuta; i metalli pesanti sono stati riscontrati maggiormente vicino alle vie di comunicazione ad elevato traffico veicolare che circondano la Tenuta;

 la caratterizzazione delle deposizioni atmosferiche secche ed umide ha messo in rilievo la scarsa acidità delle piogge ed il rischio degli apporti acidi risulta essere piuttosto limitato; dal calcolo dei Carichi Critici emerge una maggiore vulnerabilità mostrata dalle pinete, comunque non si superano i valori dei Carichi Critici.

L'inserimento dei dati nel SITAC ha comportato sia l'acquisizione di banche dati che saranno di riferimento per un confronto tra aree della stessa natura e le influenze di aree fortemente antropizzate, ma soprattutto la creazione di mappe tematiche che risultano inedite per la Tenuta e di grande rilievo anche per realtà ambientali considerate nei vari anni formulando specifici trends.

GRUPPO DI LAVORO

ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA

Analisi dell'Evoluzione degli Inquinanti sulla Tenuta

Presidenziale di Castelporziano

RESPONSABILE

Dott. I. Allegrini

UNITA' OPERATIVA

Istituto sull'Inquinamento Atmosferico - CNR - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

I. Allegrini, C. Mazziotti Gomez de Teran, C. Vazzana

INTRODUZIONE

La conoscenza dello stato della qualità dell'aria e l'individuazione dei processi chimico-fisici che governano l'evoluzione degli inquinanti è stato l'oggetto dell'indagine effettuata dall'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico - CNR all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano nel corso del 1998. Durante tale studio sono state realizzate misure in continuo della concentrazione di alcune specie atmosferiche di estremo interesse per lo studio dell'interazione ambiente-vegetazione.

Inoltre, è stata effettuata una accurata valutazione della situazione meteorologica e della distribuzione spaziale della concentrazione delle specie inquinanti ed é stato possibile identificare le sorgenti e le modalità di trasporto degli inquinanti atmosferici sulla Tenuta. Per tale scopo, alle misure in continuo mediante analizzatori automatici, sono state aggiunte misure mediante l'utilizzo di campionatori passivi. Dall'analisi dei dati raccolti durante il monitoraggio intensivo e gli studi di campo é stato evidenziato che

i fattori che regolano il trasporto degli inquinanti sono:

la circolazione di brezza di mare nelle ore diurne

- la circolazione di brezza di terra nelle ore notturne
- la circolazione connessa all'isola di calore urbana che si sviluppa nelle ore notturne nella limitrofa area metropolitana di Roma e che si estende sopra parte della Tenuta.

In particolare, è stato osservato come quest'ultimo meccanismo di trasporto contribuisca in maniera rilevante all'accumulo delle specie inquinanti all'interno della Tenuta in particolari condizioni meteorologiche.

Ulteriori studi di campo verranno effettuati nella Tenuta nel corso del 1999 per approfondire i risultati raggiunti e sviluppare un modello che sia utile non solo per valutare e prevenire i danni all'ambiente all'interno della Tenuta, ma che fornisca anche indicazioni sulla qualità dell'aria nell'area metropolitana di Roma.

SITUAZIONE METEOROLOGICA SULLA TENUTA DI CASTELPORZIANO

La descrizione dell'evoluzione temporale della concentrazione di un inquinante atmosferico è un compito estremamente complesso a causa della presenza simultanea di processi emissivi, di processi chimico-fisici di trasformazione e di processi di diffusione e di trasporto. In particolare, questi ultimi sono influenzati dai fenomeni meteorologici, quali ad esempio l'avvezione, la circolazione di brezza e la variazione dell'altezza dello strato rimescolato. Inoltre, tutte le misure effettuate all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano sono state effettuate a livello del suolo, mentre tutti i processi atmosferici coinvolgono tutto lo strato limite planetario. Pertanto, per la comprensione dei processi di inquinamento atmosferico a partire dalla misura a terra della concentrazione degli inquinanti di interesse é stata effettuata parallelamente la determinazione della radioattività naturale dovuta ai prodotti di decadimento del Radon. Tale tecnica, infatti, consente di ricavare utili informazioni sull'altezza dello strato rimescolato e sui parametri che definiscono la turbolenza atmosferica [1].

Dall'analisi dei dati raccolti nel corso del 1998 e sulla base dei dati meteorologici degli anni precedenti é stato evidenziato che, in condizioni sinottiche di alta pressione, il trasporto degli inquinanti sulla Tenuta di Castelporziano dalla limitrofa città di Roma é regolato dalla circolazione di brezza e dalla circolazione dell'isola di calore urbana.

Un importante fenomeno che regola il trasporto degli inquinanti sulla Tenuta é la circolazione di brezza; se ne distinguono due tipi: il regime di circolazione di *brezza di mare*, che si sviluppa nelle ore pomeridiane ed è caratterizzato da venti dai quadranti occidentali che possono raggiungere anche velocità molto elevate, e quello di *brezza di terra*, che si forma nelle ore notturne.

Le brezze scaturiscono dal diverso comportamento termico delle terre e delle acque e dagli squilibri barici che ne derivano [2]. Infatti, il calore che si sviluppa sui crinali dei monti retrostanti l'area metropolitana di Roma, induce, nelle ore pomeridiane, un effetto di sollevamento delle masse d'aria verso quote più elevate. In queste condizioni, gli inquinanti emessi dall'area metropolitana sono sollevati a diverse centinaia di metri di altezza dove possono ulteriormente reagire sotto l'azione della irradiazione solare formando gli inquinanti secondari tipici dell'inquinamento fotochimico, tra gli altri ozono, biossido di azoto, acido nitrico. Il loro trasporto sulla Tenuta é dovuto alla contemporanea presenza di una controbrezza che spira negli strati superiori della troposfera e che provoca lo sprofondamento delle masse d'aria inquinate nell'ambiente marino (vedi fig. 1). Tale effetto, però, é nascosto dal trasferimento turbolento verticale che si realizza nel corso delle ore pomeridiane.

Nelle ore notturne, invece, l'atmosfera diviene stabile; questa stabilità è però limitata a bassa quota, mentre alle quote più elevate è presente la brezza di monte che fa sentire i suoi effetti al di sopra dello strato di inversione notturno. Poiché la brezza di terra interessa quote più elevate, essa trascina masse d'aria inquinate che stazionano appunto ad alta quota. In ogni caso, il suo effetto sulla Tenuta è spesso molto limitato in quanto lo strato di inversione notturno impedisce il rimescolamento delle masse d'aria. Pertanto, nelle ore notturne il trasporto di inquinanti avviene prevalentemente mediante la circolazione dell'isola di calore urbana.

L'isola di calore urbana é un fenomeno che si sviluppa nelle ore notturne e che provoca gradienti di temperatura tra la città e il territorio circostante [3]. Infatti, la presenza delle superfici urbane al posto della vegetazione provoca un'alterazione del bilancio energetico in quanto il calore assorbito dagli edifici tende a rimanere confinato all'interno della città stessa [4]. A causa di tale gradiente di temperatura si forma una circolazione di masse d'aria che provoca il trasporto degli inquinanti dal centro alle zone periferiche (vedi fig. 2). A seconda dell'estensione dell'isola di calore, l'inquinamento primario prodotto dalla città di Roma può raggiungere il sito di Castelporziano portando concentrazioni molto elevate e paragonabili a quelle osservate all'interno dell'area urbana. Ne segue che, nella situazione della Tenuta di Castelporziano, è possibile distinguere due diversi tipi di siti: all'interno e all'esterno della circolazione dell'isola di calore.

La meteorologia della tenuta di Castelporziano, dunque, è molto complessa ed è in grado di influenzare in misura determinante le concentrazioni degli inquinanti primari e secondari che si rilevano in essa.

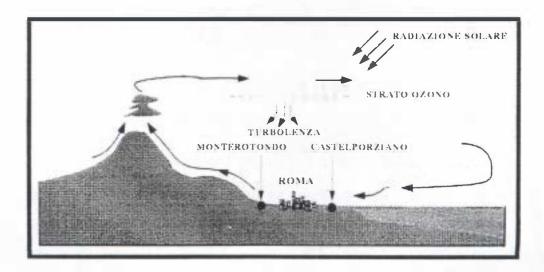


Figura 1 - Circolazione di brezza di mare.

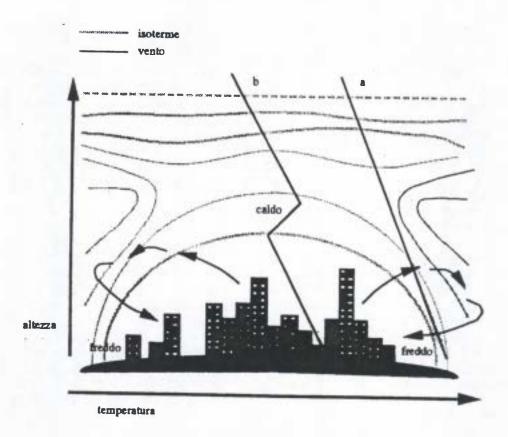


Figura 2 - Circolazione dell'isola di calore urbana.

MISURE DI RADIOATTIVITÀ NATURALE OZONO E DI OSSIDI DI AZOTO MEDIANTE ANALIZZATORI AUTOMATICI

I dati di radioattività naturale, ozono e ossidi di azoto presentati in questo lavoro sono stati raccolti nell'anno 1998. In particolare, nelle figure seguenti sono riportati i risultati di maggior interesse.

La misura della radioattività naturale è stata effettuata mediante uno strumento automatico che campiona su membrana il materiale particolato sospeso e ne misura l'attività beta associata ai prodotti di decadimento a vita breve del Radon (ADAM, Ambient Dust Automatic Monitor).

Per la misura in continuo della concentrazione atmosferica di ozono (O_3) è stato utilizzato un analizzatore API (M. 400). La tecnica si basa sull'assorbimento da parte delle molecole di ozono di luce UV di lunghezza d'onda di 254 nm, emessa da una lampada a mercurio.

La misura in continuo del monossido di azoto (NO) e degli ossidi di azoto totali NO_x (NO, NO₂, HONO), invece, è stata effettuata mediante un analizzatore a chemiluminescenza (Environment AC30M). Tale strumento effettua alternativamente la misura di NO e di NO_x ogni 5 secondi.

Radioattività naturale

I dati di radioattività naturale mostrano, in condizioni sinottiche di alta pressione, l'alternanza tra la stabilità delle ore notturne (valori massimi di radioattività) e l'instabilità delle ore diurne (valori minimi). In tali periodi, questo andamento è risultato essere anticorrelato a quello dell'ozono.

I periodi di forte avvezione, invece, sono caratterizzati da una leggera modulazione della radioattività.

Ozono (O3)

Nel corso dell'anno, all'interno della Tenuta, sono stati osservati valori elevati di ozono specialmente nel periodo primaverile ed estivo (vedi 23-25 Aprile - fig. 4B -, 8-14 Maggio - fig. 5B - e 20-21 Luglio - fig. 6). Tali valori possono essere spiegati attraverso diversi meccanismi: ad esempio, in condizioni di stabilità atmosferica, nelle ore diurne, non appena avviene la rottura dello strato di inversione, si osserva un forte aumento della concentrazione di ozono a causa della fumigazione verticale di masse d'aria

contenenti inquinanti emessi dall'area metropolitana di Roma. Tale trasferimento di masse d'aria risulta provocato dalla circolazione di brezza di mare precedentemente descritta.

Nelle ore notturne, invece, lo strato a diretto contatto con il suolo risulta essere disaccoppiato allo strato superiore e stabile. Pertanto, in queste condizioni, si osserva solitamente una diminuzione della concentrazione di ozono a valori minimi in quanto l'ozono presente nello strato d'aria superficiale viene consumato dalle sostanze emesse a livello del suolo (solitamente sostanze organiche) oppure perché si deposita. Tuttavia, quantunque questo meccanismo venga generalmente rispettato, spesso si verificano episodi di inquinamento notturno con livelli di ozono relativamente elevati (intorno ai 40 ppb vedi come ad esempio il 9 e il 14 Aprile - fig. 3B); tale fenomeno risulta essere determinato dalla presenza di una forte brezza di terra che provoca una oscillazione e una alterazione della stabilità dello strato di inversione. Le concentrazioni che si osservano durante questi eventi sono comunque apprezzabili e contribuiscono all'esposizione totale della vegetazione.

Quando i processi avvettivi non sono trascurabili, invece, si osservano livelli elevati di ozono (vedi 12-13 Aprile - fig. 3B - , 1-3, 18-19 Ottobre - fig. 7B, 9 - , 20-21 Dicembre - fig. 11 B).

Monossido di azoto (NO)

I livelli di concentrazione di monossido di azoto, come si osserva dalle figure seguenti (fig. 4C, 5C, 8, 10B e 11C), aumentano tra le ore 8:00-10:00 prima che cresca la concentrazione di ozono; tale situazione si verifica prima della rottura dell'inversione notturna ad opera di due fattori concomitanti: il traffico locale e la rapida fotolisi del biossido di azoto. Infatti, nelle prime ore del mattino il traffico locale costituisce la sorgente predominante, poiché la Tenuta è circondata da due importanti strade, quali la via del Mare e la via Pontina. Tuttavia, in condizioni sinottiche di alta pressione, all'interno dello strato di inversione notturno si accumulano masse d'aria inquinate contenenti prodotti fotochimici, come il perossiacetilnitrato (PAN) e il biossido di azoto. Nelle prime ore del mattino, il monossido di azoto viene prodotto rapidamente dalla fotolisi di NO₂ fino a che non si raggiunge l'equilibrio fotostazionario tra O₃, NO₂ e NO. Queste sorgenti di NO compensano l'effetto di diluizione associato allo sviluppo simultaneo del rimescolamento mattutino, provocando il verificarsi di massimi relativi di concentrazione di NO. Viceversa, la presenza di massimi è di NO attorno alla mezzanotte, confermano l'ipotesi della presenza, in particolari condizioni meteorologiche di un trasporto orizzontale connesso allo sviluppo dell'isola di calore nell'area metropolitana di Roma.

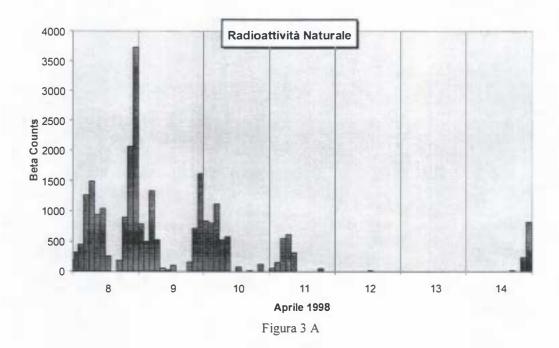
Biossido di azoto (NO₂)

Nel corso del 1998, in condizioni sinottiche di alta pressione, l'andamento temporale del biossido di azoto ha presentato un andamento speculare a quello dell'ozono; le reazioni fondamentali che coinvolgono le due specie sono infatti complementari. In condizioni fortemente avvettive, invece, sono state osservate elevate concentrazioni di ozono parallelamente a valori minimi di NO₂.

0.

Per lo studio e la determinazione dei periodi di attività radicalica è stato utilizzato un parametro pseudoscalare O_x , rappresentato dalla somma delle concentrazioni di O_3 e NO_2 . In fig. 10D e 11D, in cui é riportato l'andamento temporale di O_x nel periodo 22-30 Novembre e 16-21 Dicembre, si osserva una forte variazione del parametro, dovuta all'azione fotochimica degli inquinanti che si accumulano in condizioni di stabilità atmosferica. Viceversa nel secondo periodo mostrato in figura, in cui si verifica una condizione di forte avvezione, tale parametro si mantiene costante.

Questo tipo di analisi che prevede di avere a disposizione dati di radioattività naturale, di ozono, di biossido di azoto ed indicatori di processi fotochimici consente quindi di individuare i periodi di attività radicalica.



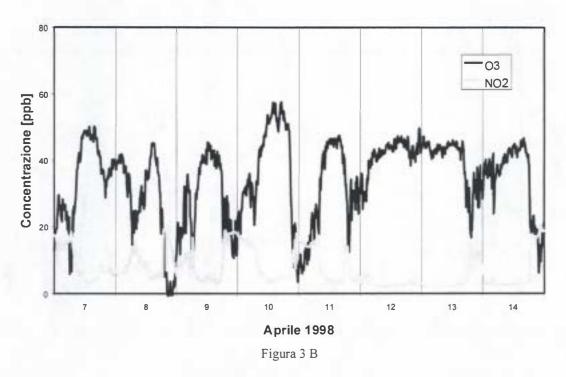


Figure 3 A e B - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O_3 e NO_2 nel periodo 7 - 14 Aprile.

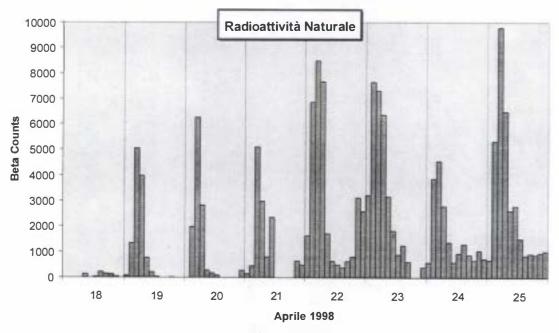


Figura 4 A

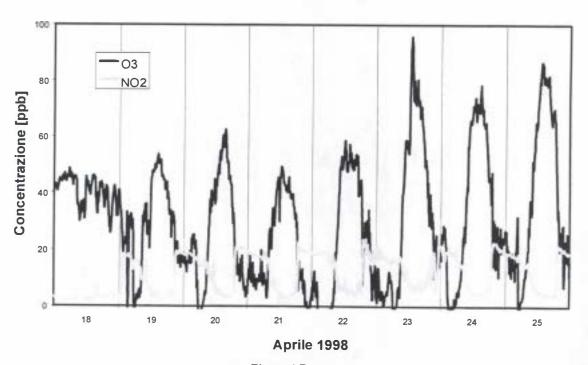


Figura 4 B

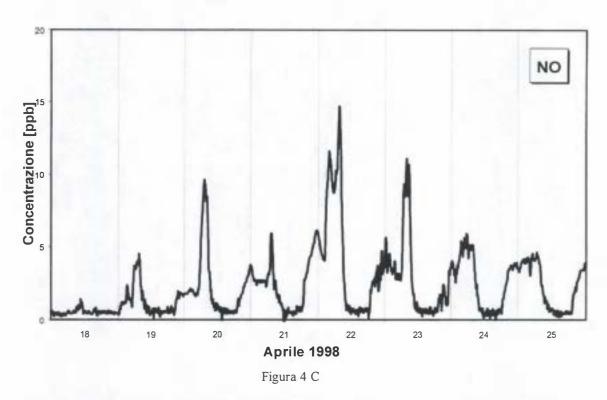
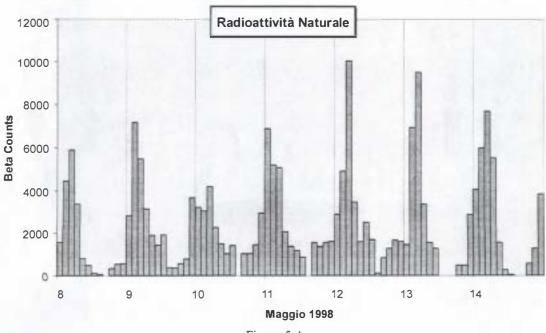


Figure 4 A, B e C - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O₃, NO₂ e NO nel periodo 18 - 25 Aprile.



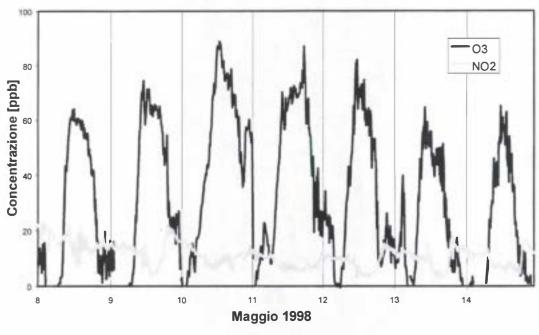


Figura 5 B

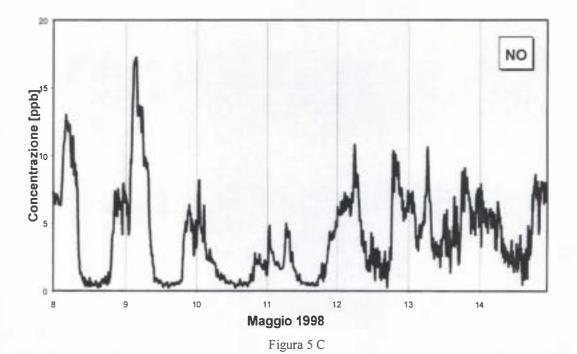


Figure 5 A, B e C - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O₃, NO₂ e NO nel periodo 8 - 14 Maggio.

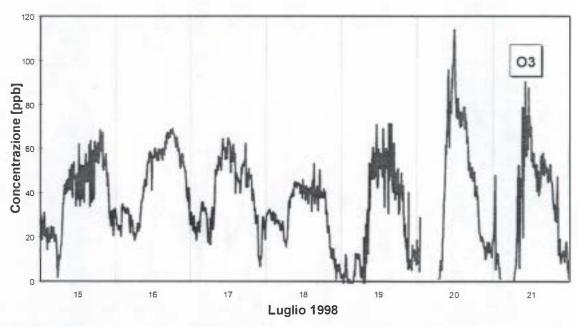
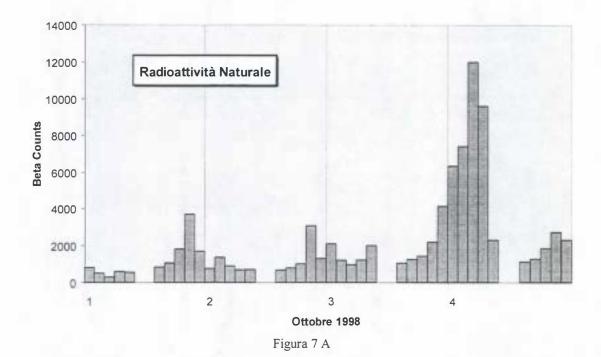


Figura 6 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamento temporale di ${\rm O_3}$ nel periodo 15 - 21 Luglio.



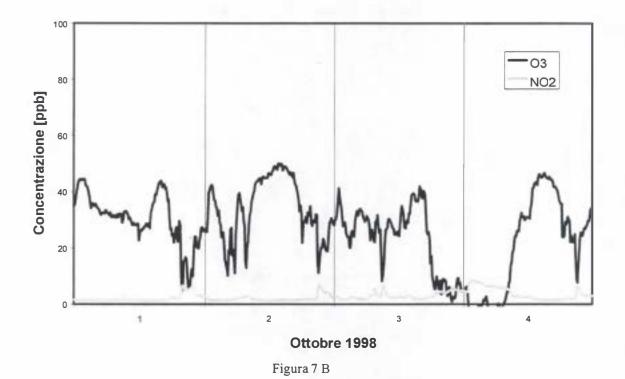


Figure 7 A e B - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O₃ e NO₂ nel periodo 1 - 4 Ottobre.

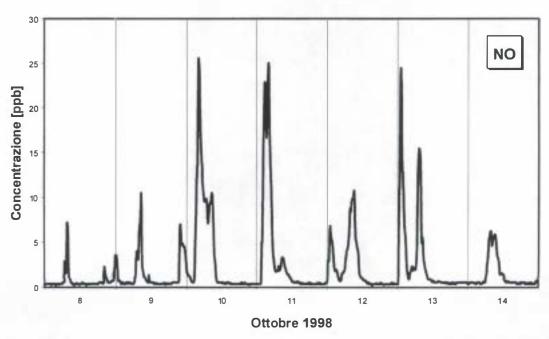


Figura 8 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamento temporale di NO nel periodo 8 - 14 Ottobre.

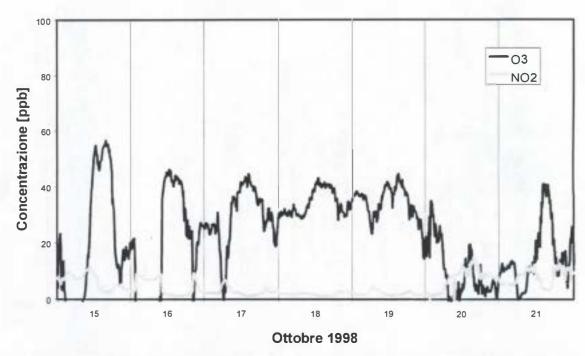
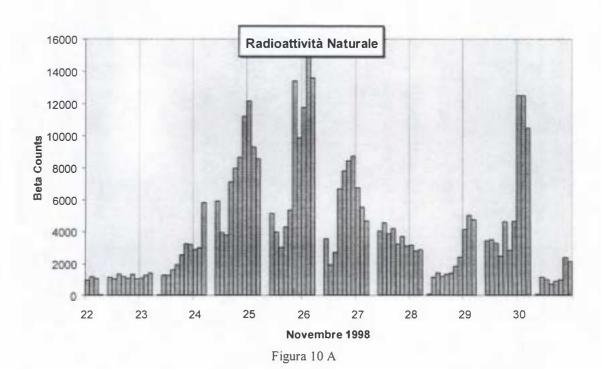


Figura 9 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di O_3 e NO_2 nel periodo 15 - 21 Ottobre.



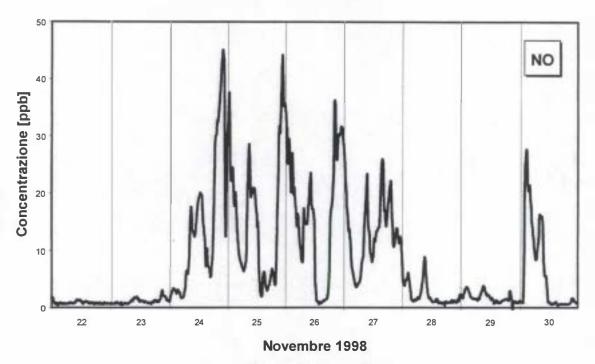


Figura 10 B

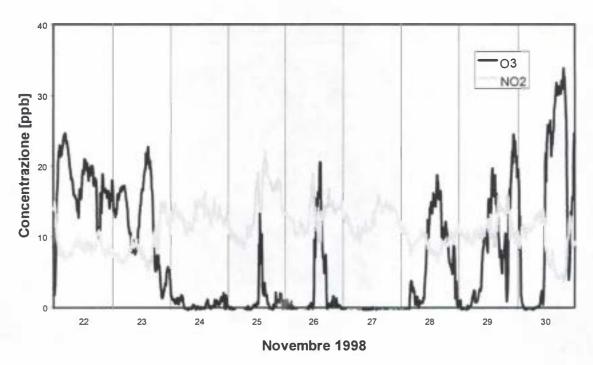


Figura 10 C

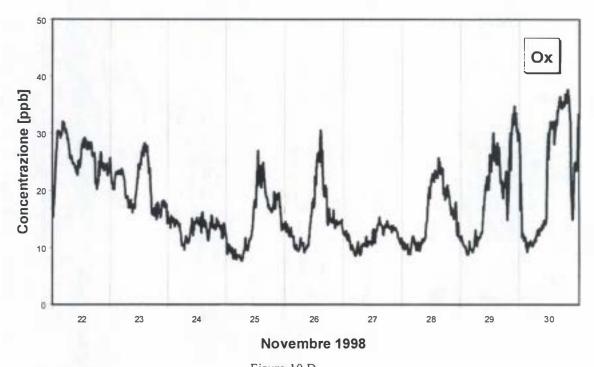
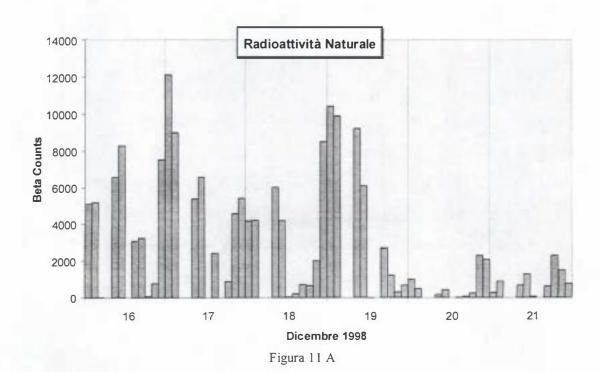


Figura 10 D

Figure 10 A, B, C e D - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O₃, NO₂, NO e Ox (Ox = O₃ + NO₂) nel periodo 22 - 30 Novembre.



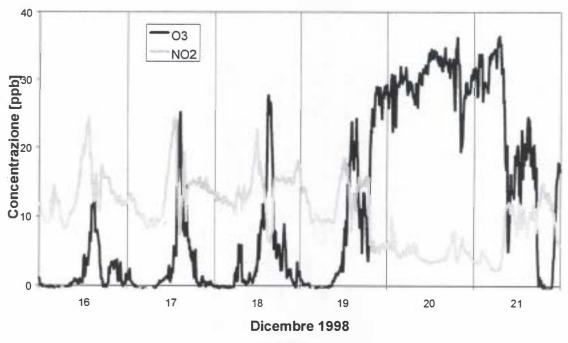


Figura 11 B

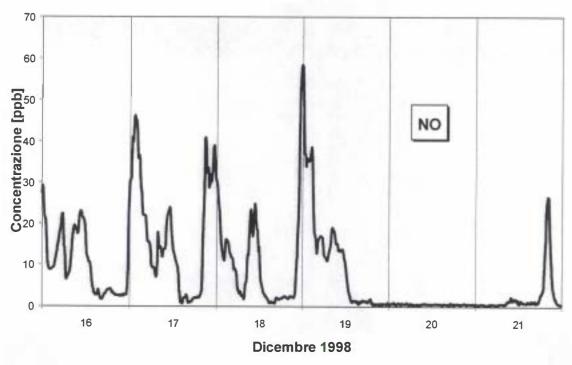


Figura 11 C

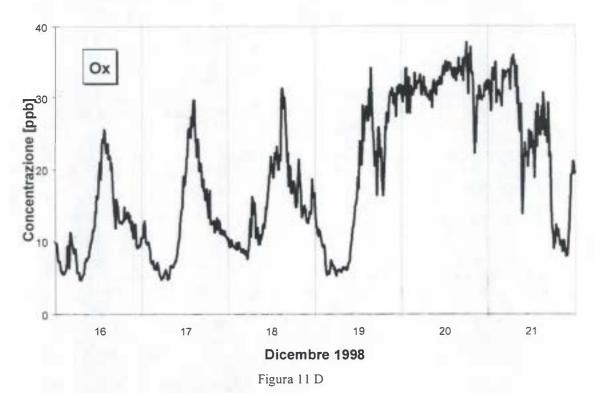


Figure 11 A, B, C e D - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante analizzatori automatici: andamenti temporali di radioattività naturale, O₃, NO₂, NO e Ox (Ox = O₃ + NO₂) nel

MISURE DI OZONO, DI BIOSSIDO DI AZOTO E BENZENE MEDIANTE CAMPIONATORI PASSIVI

periodo 16 - 21 Dicembre.

Nell'ambito di uno studio della distribuzione di alcuni inquinanti di interesse all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, è stato effettuata una campagna di monitoraggio mediante l'utilizzo di campionatori passivi. In particolare sono state effettuate misure di biossido di azoto e ozono nel periodo 21-29 luglio ed il monitoraggio dell'ozono é stato poi proseguito nel periodo agosto-ottobre.

Il metodo di campionamento passivo si basa sul campionamento diretto della specie inquinante di interesse, la quale, sfruttando la normale diffusione delle molecole gassose [5] in aria, attraversa la camera del campionatore stesso e viene adsorbita su un'opportuna superficie reattiva. I campionatori passivi, rispetto ad altri sistemi di tipo attivo, presentano innumerevoli vantaggi quali lo scarso ingombro e la silenziosità. Inoltre, poiché non utilizzano pompe aspiranti e nessuno strumento che muove o trasporta l'aria attraverso la camera fino alla superficie adsorbente, non hanno bisogno di manutenzione, possono campionare in qualsiasi ambiente senza bisogno di alimentazione elettrica ed infine, grazie al loro basso costo, possono essere sfruttati per campionare in più punti contemporaneamente allo scopo di avere una "mappatura" dell'inquinante in una determinata area.

Il campionamento passivo è regolato dalla prima legge di Fick [6], la quale stabilisce che il flusso diffusionale di una specie gassosa è direttamente proporzionale al coefficiente di diffusione del gas e al gradiente di concentrazione all'interno del tubo ed inversamente proporzionale al cammino diffusionale:

$$J = -DA \frac{dc}{dx}$$
 [1]

dove: J = flusso dell'inquinante, ng/sec
D = coefficiente di diffusione, cm²/sec

A = area della sezione del cammino diffusionale, cm²

dc/dx = cambiamento della concentrazione lungo il cammino diffusionale, (ng/cm³)cm⁻¹. Se la variazione della concentrazione è (C_1-C_o) lungo tutta la lunghezza del cammino diffusionale (X_1-X_0) = L, l'equazione [1] diventa:

$$J = D\frac{A}{L}(C_1 - C_0)$$
 [2]

dove: L = lunghezza del cammino diffusionale

 C_I = concentrazione dell'inquinante nell'ambiente esaminato, ng/cm³ C_0 = concentrazione dell'inquinante sulla superficie absorbente, ng/cm³.

Considerando il reattivo adsorbente perfettamente efficiente, la concentrazione dell'inquinante sulla superficie, C_0 , si può assumere uguale a zero e, inserendo anche il tempo di esposizione, l'equazione [2] si semplifica nella seguente forma:

$$Q = D \frac{A}{L} C_1 t$$
 [3]

dove: Q = massa totale trasferita, ng

t = tempo di esposizione, sec.

Conoscendo quindi la quantità del gas trasferito su una data superficie sarà possibile poi calcolare la concentrazione del gas in aria.

I campionatori passivi utilizzati per la determinazione dell'ozono e del biossido di azoto sono costituiti da un tubo cilindrico di materiale acrilico, del tipo dei tubi di Palmes, di Iunghezza 7.1 cm e diametro 1.1 cm, chiuso da due tappi di polietilene uno dei quali contiene la superficie impregnata con la soluzione adsorbente.

La reazione sfruttata per la cattura dell'O₃ è la reazione redox degli ioni nitrito (NO₂') [7,8] che, reagendo con l'ozono, si ossidano a nitrato, NO₃⁻. La superficie di absorbimento è costituita da un filtro in microfibra di vetro che viene quindi impregnato con un'aliquota di una soluzione di NaNO₂, Na₂CO₃ e Glicerina in H₂O MQ. In tale soluzione il carbonato di sodio mantiene le condizioni alcaline ed assicura che la reazione di ossidazione sia specifica per l'ozono, mentre la glicerina è un composto igroscopico che mantiene il reagente ad umidità costante. Gli ioni nitrato passano in soluzione acquosa mediante estrazione con la soluzione Dionex (NaHCO₃ e Na₂CO₃ in H₂O MQ) e vengono poi determinati tramite analisi per cromatografia ionica.

Il supporto reattivo utilizzato per la cattura dell'NO₂ è costituito da due griglie di acciaio inossidabile ricoperte di una soluzione di trietanolammina (TEA) in acetone [9]. La TEA costituisce un forte adsorbente per tale specie gassosa in quanto, quando entra in contatto con l'NO₂, essa forma un prodotto di reazione molto stabile, la nitrosodietanolammina (NDELA). Tale prodotto però, tramite estrazione con la soluzione Dionex, viene idrolizzato dando nitrito (NO₂), una specie anionica che può essere analizzata per cromatografia ionica.

L'esposizione dei campionatori passivi è stata effettuata utilizzando dei supporti costituiti da un disco di alluminio fissato ad un'asta alta circa 1.5 m. I campionatori passivi sono stati quindi-fissati in posizione verticale tramite delle clips ai supporti, lasciando l'apertura in basso ovvero il tappo contenente la superficie adsorbente rivolta verso l'alto. In ogni sito di campionamento sono stati collocati tre campionatori passivi per ciascuna specie, di cui uno lasciato chiuso per la determinazione dei valori di bianco campo.

Nella prima parte della campagna, in particolare dal 21 al 29 luglio, i campionatori per la determinazione di biossido d'azoto e di ozono sono stati esposti in 11 differenti località all'interno della tenuta di Castelporziano indicate con dei codici in ordine alfabetico dalla A alla K (vedi Tab. 1).

Nei mesi di agosto – ottobre 1998 lo studio è stato proseguito limitatamente a quanto concerne la determinazione dell'ozono. I campioni sono stati raccolti all'interno del vivaio gestito dal Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università "La Sapienza", denominato Vivaio II, nell'ambito di una collaborazione con tale Dipartimento.

Tab. 1. Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante campionatori passivi: località in cui sono stati effettuati i campionamenti dal 21 al 29 luglio 1998.

Codice	Sito
A	Traliccio della Telecamera - località Grotta di Piastra
В	Torre antincendio
С	Impalcatura - località Scopone
D	Vivaio della Tenuta
Е	Santo Quercio
F	Tellinari
G	Ingresso - Via Pontina
Н	Pseudo-steppa
I	Boscaglia Pseudo-steppa
J	Duna - località Grotta di Piastra
K	Ingresso Malafede

La Fig. 12 rappresenta le concentrazioni di biossido di azoto nei vari siti di campionamento nella Tenuta. Nel grafico è riportato anche il valore medio delle concentrazioni misurate durante lo stesso periodo dall'analizzatore automatico a chemiluminescenza, il quale è situato vicino al Vivaio della Tenuta (indicato come sito D). Dal confronto dei valori medi ottenuti attraverso le due tecniche si può notare un'ottima correlazione tra i due diversi metodi, il che dimostra che l'impiego della tecnica di campionamento passivo per l'NO₂ risulta essere molto efficace per la caratterizzazione della distribuzione spaziale di tale inquinante.

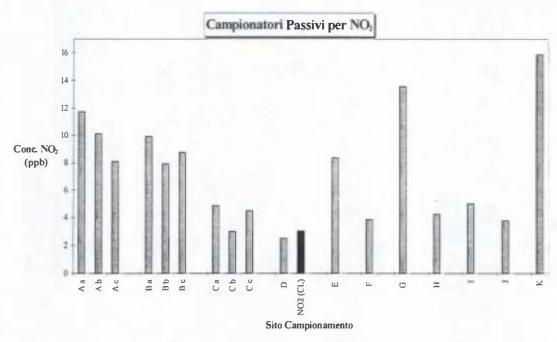


Figura 12 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante campionatori passivi: concentrazioni medie di biossido di azoto determinate nel periodo 21-29 luglio 1998 nelle località riportate in Tab. 1. Il valore NO₂ (CL) è il valore medio delle concentrazioni misurate tramite l'analizzatore automatico a chemiluminescenza sito in prossimità del punto D.

In Figg. 13 e 14 sono rappresentate le concentrazioni di ozono rilevate durante tutta la campagna e rispettivamente nel periodo 21-29 luglio nelle 11 località distribuite all'interno della Tenuta e nel periodo agosto-ottobre nel sito Vivaio II. Le concentrazioni medie ottenute con la tecnica dei campionatori passivi risultano sovrastimare di circa il 30% i valori ottenuti mediante l'analizzatore automatico. Va sottolineato, comunque, che la tecnica di campionamento passivo per l'ozono al tempo in cui è stata effettuata la campagna di monitoraggio era ancora in fase sperimentale.

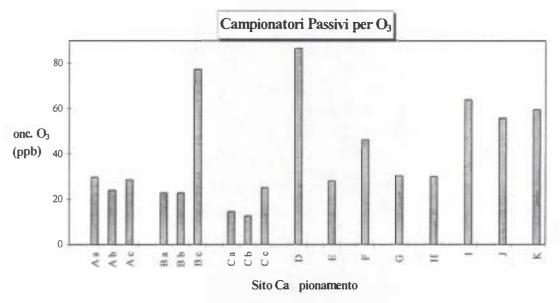


Figura 13 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante campionatori passivi: concentrazioni medie di ozono determinate nel periodo 21-29 luglio 1998 nelle località riportate in Tab. 1.

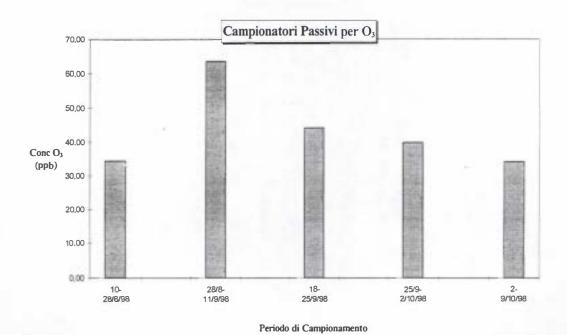


Figura 14 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante campionatori passivi: concentrazioni medie di ozono determinate nel periodo agosto-ottobre 1998 nella località Vivaio II.

In fig. 15 sono riportati i dati recenti di concentrazione di VOC-BTX (benzene, toluene e xilene rispettivamente) determinati esponendo campionatori passivi per circa 10 settimane nell'estate 1998. I dati riportati si riferiscono quindi alle concentrazioni medie di queste sostanze. Dai dati appare evidente come le concentrazioni massime si riscontrano in prossimità dell'area urbana, mentre nelle zone costiere i dati indicano che le concentrazioni di queste sostanze sono molto basse. Anche questi risultati costituiscono una evidenza sperimentale che porta a concludere che la Tenuta sia effettivamente interessata dalla circolazione dell'isola di calore urbana.



Figura 15 - Campagna di monitoraggio della Tenuta di Castelporziano mediante campionatori passivi: concentrazioni medie di VOC-BTX (benzene, toluene e xilene) determinate nel periodo Luglio-Agosto 1998.

CONCLUSIONI

Le informazioni acquisite nel corso del 1998 e la successiva elaborazione dei dati raccolti sono di estremo interesse perché hanno consentito di effettuare delle considerazioni utili allo studio dell'interazione ambiente-vegetazione. Inoltre, è stato messo in luce l'influenza della meteorologia sulle concentrazioni di inquinanti primari e secondari osservate all'interno della Tenuta stessa. Di conseguenza, appare necessario che vengano sviluppate strategie di osservazione e di monitoraggio relative alla tutela della Tenuta di Castelporziano in cui la valutazione della situazione meteorologica assuma un ruolo sempre più rilevante.

BIBLIOGRAFIA

- 1. A. Febo, C. Perrino, C. Giliberti e I. Allegrini: "Use of proper variables to describe some aspects of urban pollution" *NATO Asi Series Vol 8 Urban Air Pollution Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 1996.
- 2. D.L: Blumental, W.H. White e T.B. Smith: "Anatomy of a Los Angeles smog episode: pollutant transport in the daytime sea breeze regime" *Atmospheric Environment* 12, 893 1978.
- 3. T.R.Oke: "The Heat Island of the Urban Boundary Layer: characteristics, causes and effects" Wind, climate in cities Kluwer Academic Publishers, 81 1995.

- 4. S. Bretz, H. Akbari e A. Rosenfeld: "Practical issues for using solar-reflective materials to mitigate urban heat islands" *Atmos. Environ.* 32, 95 1998.
- 5. M. Harper e C.J. Purnell: "Diffusive sampling A review", Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 48, 214 1987.
- 6. E.D. Palmes e R.H. Lindenboom: "Ohm's law, Fick's law and diffusion samplers for gases" *Anal. Chem.* 51, 2400 1979.
- 7. P. Koutrakis, J.M. Wolfson, A. Bunyaviroch, E. Foehlich, K. Hirano e J.D. Mulik: "Measurement of ambient ozone using a nitrite coated filter" *Anal. Chem.* 65, 209 1993.
- 8. F. De Santis, I. Allegrini, M.C. Fazio, D. Pasella e R. Piredda "Development of a passive sampling technique for the determination of nitrogen dioxide and sulphur dioxide in ambient air" *Anal. Chim. Acta* 346, 127 1997.
- 9. E.D. Palmes, A.F. Gunnison, J. Dimattio e C. Tomczyk: "Personal sampler for nitrogen dioxide", *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 37, 570 1976.

GRUPPO DI LAVORO ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA Monitoraggio della Qualità Ambientale nella Tenuta

Presidenziale di Castelporziano: Studi di Bioindicazione Attiva e di Dati Telerilevati da Satellite per l'Analisi delle

Principali Tipologie Vegetazionali

RESPONSABILE Prof. F. Manes

UNITA' OPERATIVE Dipartimento di Biologia Vegetale, Università "La

Sapienza - Roma

ISPESL - DIPIA - Roma

CNR - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA F. Manes, M.A. Giannini, M. Giannini, V. Silli,

M.P. Bogliolo, U. Poli, R. Casacchia, R. Salvatori

INTRODUZIONE

La nostra Unità Operativa nel corso del 1998, oltre a proseguire le attività di monitoraggio già avviate, ha ulteriormente sviluppato una integrazione tra i diversi approcci di analisi della vegetazione della Tenuta e i parametri ambientali, con particolare riguardo a ricerche di bioindicazione e di distribuzione delle temperature superficiali.

Tra i vari inquinanti atmosferici, l'ozono troposferico (O₃) è considerato l'agente gassoso più fitotossico e rappresenta una causa di riduzione del raccolto di molte specie vegetali in vaste aree dell'Europa (1). Alcune specie vegetali mostrano un alto grado di sensibilità all'O₃ rendendo possibile la valutazione della qualità ambientale (2). Ricerche in questa direzione sono attualmente condotte a livello internazionale, in particolare questo studio di bioindicazione si inserisce nell'ambito del programma dell'UN/ECE (Commissione Economica Europea delle Nazioni Unite) ICP-Crops (3). In particolare, nel 1997 sono stati valutati gli effetti dell'ozono ambientale su *Trifolium repens* L. cv. Menna mediante l'utilizzo di una sostanza chimica antiossidante, l'etilenediurea (EDU), in grado di proteggere le piante dagli effetti dell'ozono (4). Nel 1998 è stata impiegata una differente metodologia di biomonitoraggio mediante l'utilizzo di due cloni di *Trifolium repens* L. cv. Regal, uno sensibile (NC-S) e l'altro resistente (NC-R) nei confronti degli effetti dell'ozono troposferico (5); questi cloni permettono di monitorare l'ozono presente nell'ambiente realizzando un sistema efficiente di biomonitoraggio (6).

Le tecniche di telerilevamento sono diventate un importante ausilio e complemento ai metodi tradizionali di ricerca nello studio e nel monitoraggio delle risorse del territorio. In particolare, l'applicazione del telerilevamento nell'analisi di ecosistemi naturali ha recentemente messo in evidenza la potenzialità di tale approccio sperimentale nel prevedere la sensibilità e la vulnerabilità delle cenosi vegetali agli stress ambientali. Lo studio di appropriati indici di verde telerilevati consente di ottenere informazioni sulle condizioni strutturali e funzionali della vegetazione in relazione alle variazioni indotte dai fenomeni naturali (clima; attacchi parassitari; ecc.) ed a quelle dovute all'azione antropica (inquinamento dei comparti aria, acqua e suolo; variazioni del livello della falda; interventi selvicolturali; sviluppo urbano e industriale). L'attività di elaborazione ed interpretazione dei dati satellitari ha consentito di mettere a punto metodologie per la classificazione e la correzione atmosferica di dati multitemporali della Tenuta di Castelporziano.

MATERIALI E METODI

Studi di bioindicazione attiva

Le metodologie adottate in questi studi sono definite nei Protocolli del Programma Internazionale UN/ECE ICP-Crops (7, 8). Gli studi sono stati svolti all'interno del vivaio della Tenuta e per l'intero periodo degli esperimenti le piante di trifoglio sono state protette dalla pioggia e dall'eccessiva radiazione solare tramite una rete ombreggiante di copertura.

Esperimento su Trifolium repens L. cv. Menna (1997)

Allevamento delle piante e trattamento con EDU

In tale fase sperimentale sono state coltivate in vaso 40 piante di *Trifolium repens* cv. Menna. In ognuno dei vasi sono stati seminati 9 semi, provvedendo al diradamento, 16 giorni dopo l'emergenza, e mantenendo 3 piante in ogni vaso. Metà delle piante in vaso hanno ricevuto il trattamento con EDU (set +EDU) sotto forma di soluzione liquida (150 ml per vaso di una soluzione 150 ppm) fornita al terreno, mentre all'altra metà è stata fornita una uguale quantità di acqua distillata (set -EDU). La prima applicazione di EDU è stata effettuata quando la prima foglia era completamente sviluppata, successivamente l'EDU è stato fornito ogni due settimane.

Valutazione del danno fogliare e analisi dell'attività perossidasica

Durante il periodo di crescita è stato valutato sulle foglie il danno macroscopico causato dall'ozono. Alla fine del periodo sperimentale è stata effettuata l'analisi dell'attività delle perossidasi su foglie sane di entrambi i set mediante uno spettrofotometro (Jasco 7800) (9).

Esperimento su cloni di Trifolium repens L. cv. Regal (1998)

Allevamento delle piante

Gli espianti dei due cloni forniti dal Prof. A. S. Heagle dell'Università del North Carolina (USA) sono stati mantenuti in camere di crescita (Labco mod. CT 15, Italia) in condizioni di temperatura e umidità controllate e con un fotoperiodo di 12 ore per un periodo di circa 28 giorni (24/07/1998 – 22/08/1998) trattando le piantine con una sospensione di batteri azotofissatori e fertilizzante N-P-K. A radicazione avvenuta 20 piante per ogni clone sono state rinvasate e trasferite all'esterno presso il vivaio della Tenuta. Per questo scopo sono stati utilizzati vasi da 30 cm di diametro fertilizzati con Osmocote (N-P-K a lento rilascio) ed irrigati mediante una riserva d'acqua posta inferiormente, attraverso stoppini in fibra di vetro.

Parametri ambientali

Nel corso dell'attività sperimentale sono stati registrati parametri ambientali (temperatura massima e minima, umidità relativa) nella zona del vivaio ed è stata misurata la concentrazione ambientale di ozono mediante un analizzatore fotometrico UV (cortesemente fornito dall'ISPESL) posto nei pressi del vivaio. Valutazione del danno fogliare e misure di fluorescenza fogliare della clorofilla a

Anche in questo caso è stato valutato il danno fogliare macroscopico causato dall'ozono. Alla fine del periodo sperimentale sono state effettuate misure di fluorescenza fogliare su foglia sane di entrambi i cloni mediante l'utilizzo di un fluorimetro portatile Hansatech (PEA, Plant Efficiency Analyser; Hansatech, Ltd. Norfolk, UK); lo strumento registra la fluorescenza emessa dalla foglia e, per mezzo di un apposito software, calcola i seguenti parametri di fluorescenza: fluorescenza basale (Fo), fluorescenza massima (Fm), fluorescenza variabile (Fv=Fm-Fo) ed il rapporto Fv/Fm.

Analisi di indici telerilevati da satellite

L'elaborazione degli indici telerilevati è stata condotta, mediante il software ILWIS 1.4, su immagini LANDSAT 5 TM (Telespazio s.p.a.) acquisite il 5 agosto 1993, 23 luglio 1994, 26 luglio 1995, 28 luglio 1996, 15 luglio 1997 e 3 agosto 1998. Per ogni anno considerato sono stati calcolati gli indici di verde NDVI e TM5/TM4 che danno informazioni, il primo, sulla biomassa fogliare fotosinteticamente attiva, ed il secondo, sullo stress idrico. Le formazioni vegetazionali campionate all'interno della Tenuta sono le seguenti: boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con *Carpinus orientalis;* boschi di latifoglie a prevalenza di querce caducifoglie con sottobosco di sclerofille; boschi di latifoglie a prevalenza di leccio; aree a vegetazione sclerofilla: macchia alta; rimboschimenti a *Pinus pinea*.

L'analisi degli indici è stata messa in relazione con i dati meteoclimatici forniti dalla Direzione della Tenuta. Da tali dati sono stati ottenuti i diagrammi di Bagnouls-Gaussen e di Mitrakos (10) relativi ai sei anni considerati.

E' stata effettuata l'analisi della varianza e il test di Student-Newman-Keuls ad un livello di significatività $P \le 0.05$ mediante il programma statistico SPSS (SPSS, Corp. USA). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative.

Analisi di dati telerilevati per le determinazione della distribuzione delle temperature superficiali

La banda 6 (Infrarosso termico) delle immagini TM a disposizione è stata utilizzata per inquadrare lo stato termico della superficie. I valori digitali relativi alla banda 6 sono infatti misure quantizzate della radianza al sensore, e questa è a sua volta direttamente correlata con la temperatura della superficie, a meno degli effetti di assorbimento atmosferico. Le immagini sono state registrate e georiferite, ed elaborate eseguendo un level-slicing secondo una scala di colori, riportata in toni di grigio. Ogni tono corrisponde ad una variazione di l DN (numero digitale), equivalente a circa 0.4°C. È stato applicato

inoltre un filtro passa-basso (media) per attenuare il rumore presente e l'effetto di quadrettatura dovuto al sovracampionamento dell'immagine (ogni pixel di 120 m è duplicato, in 4 pixel da 30 m per renderlo congruente con le altre bande, acquisite con tale risoluzione). Il filtro utilizzato è una media 7x7 per l'immagine di Marzo (più rumorosa) e una media 5x5 per le immagini estive. Al fine di analizzare le relazioni tra la Tenuta e il suo intorno è stata scelta una finestra che si estende al di là dei confini della Tenuta stessa, comprendendo l'area metropolitana di Roma.

Correzione atmosferica delle immagini telerilevate da satellite

I risultati ottenuti nel corso dell'attività svolta negli anni precedenti hanno permesso di stabilire che il metodo dell'*empirical line* (cfr. III e IV Report) rappresenta la procedura più accurata per la correzione atmosferica delle immagini relative alla Tenuta. Questo metodo utilizza misure radiometriche al terreno di *target* considerati invarianti ossia di superfici le cui caratteristiche di riflettanza rimangono costanti nel tempo. Come nella campagna di misure spettroradiometriche del 1996 è stato utilizzato uno spettroradiometro che opera nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 350 e 2500 nm. Nella stessa finestra spettrale sono ripresi i dati di sensori multispettrali satellitari utilizzati per il calcolo di indici utili al monitoraggio ambientale, quale il Thematic Mapper del Landsat.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Studi di bioindicazione attiva

Risultati relativi all'esperimento su Trifolium repens L. cv. Menna (1997)

Non è stato possibile effettuare l'osservazione delle alterazioni fogliari macroscopiche causate dall'ozono per l'arricciamento nelle foglie e nei piccioli, determinato probabilmente dall'elevata concentrazione di sali nell'acqua di irrigazione. L'attività perossidasica, che rappresenta un biomarker di alterazione biochimico-fisiologica in piante esposte ad inquinanti (11), ha evidenziato nelle piante -EDU valori significativamente superiori rispetto al set +EDU. Questo risultato è in accordo con altri studi (12, 13) che mostrano come l'attività perossidasica aumenti in risposta all'esposizione delle piante agli inquinanti atmosferici.

Risultati relativi all'esperimento su cloni Trifolium repens L. cv Regal (1998)

Vengono riportati i dati climatici e le concentrazioni di O₃ relativi al periodo estivo 1998 (Fig. 1, 2).

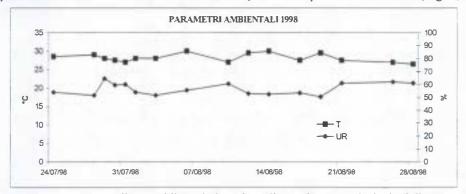


Figura 1 - Temperatura media e umidità relativa giornaliere misurate nel vivaio della Tenuta.

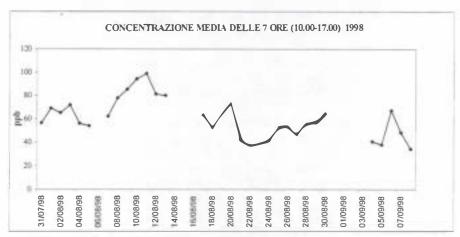


Figura 2 - Concentrazione media delle 7 ore di ozono misurata nei pressi del vivaio della Tenuta.

Il monitoraggio delle concentrazioni di ozono condotto nei pressi dell'area sperimentale dal 31/07/98 al 07/09/98 ha rivelato una concentrazione media delle 7 ore (10:00-17:00, ora solare) pari a 60 ppb per l'intero periodo sperimentale. La diminuzione delle concentrazioni di O₃ rilevate durante il periodo sperimentale (Fig. 2) è dovuta alla diminuzione della intensità di irraggiamento solare e della temperatura (14). Questo esperimento, come già avvenuto per quello del 1997, ha presentato problemi dovuti all'arricciamento delle foglie che ha reso difficile la valutazione delle alterazioni causate dall'ozono. Comunque, alla fine del periodo sperimentale, sono stati osservati sulla superficie adassiale delle foglie del clone sensibile (NC-S) tipici danni fogliari indotti dall'ozono come descritto da Heagle et al. (1994) (5). Questo risultato può essere messo in relazione con gli elevati valori delle concentrazioni medie di ozono registrati durante il periodo estivo. A questo riguardo Benton et al. (1995) (15) hanno osservato la comparsa di danni fogliari in *T. repens* con dosi di ozono superiori a 35 ppb di media per 7 ore; il livello di ozono monitorato in questo studio è superiore, quindi, al valore indicato come soglia di sensibilità per la specie studiata. E' interessante osservare che il clone NC-R non ha mostrato alcun danno fogliare, rappresentando, così, un efficiente sistema di controllo rispetto agli effetti fitotossici dell'ozono.

La fluorescenza della clorofilla a su foglie di piante intatte rappresenta un efficiente metodo non invasivo e non distruttivo al fine di valutare la funzionalità dell'apparato fotochimico (16) e può costituire un indicatore dello stato di alterazione delle piante in relazione alla concentrazione degli inquinanti (17). I risultati relativi ai parametri della fluorescenza fogliare non hanno evidenziato differenze significative tra i due cloni (Tab. 1).

Tab. 1. Valori dei parametri della fluorescenza fogliare espressi in unità relative e relative deviazioni standard.

	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
NC-R	507 ± 54	2639 ± 269	2132 ± 272	0.806 ± 0.032
NC-S	500 ± 70	2750 ± 131	2249 ± 151	0.817± 0.028

Analisi di indici telerilevati da satellite

In Fig. 3 è riportato l'andamento multitemporale, relativo al periodo estivo, degli indici di vegetazione considerati (NDVI e TM5/TM4), dal 1993 al 1998, per le 5 tipologie vegetazionali esaminate. Tale andamento, già in parte discusso nei precedenti Report (cfr. III e IV Report), mostra nel 1998, per tutte le formazioni vegetazionali, una riduzione dell'NDVI e un aumento delle condizioni di stress idrico; tale risultato è probabilmente da imputare alle scarse precipitazioni registrate durante il mese di giugno (Fig. 4, 5), proprio nel periodo in cui risulta maggiore lo sviluppo fogliare. Inoltre, la minore variabilità nei valori dell'indice di stress idrico osservata per il bosco di latifoglie a prevalenza di leccio (Fig. 3), osservata nel corso degli anni esaminati, indica come tale formazione vegetazionale sia quella che meglio si adatta alle condizioni di aridità che si verificano durante il periodo estivo in ambiente mediterraneo. Infatti tale specie rappresenta l'elemento fondamentale della foresta sclerofilla sempreverde, vegetazione climax della regione mediterranea.

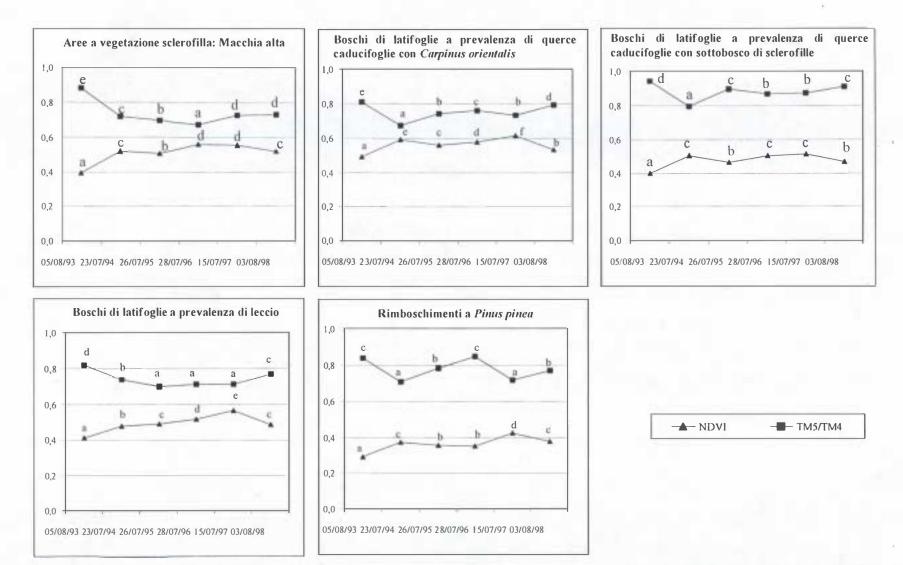


Figura 3 - Andamento multitemporale degli indici NDVI e TM5/TM4 relativo al periodo estivo 1993-1998 per le cinque tipologie vegetazionali analizzate all'interno della Tenuta.

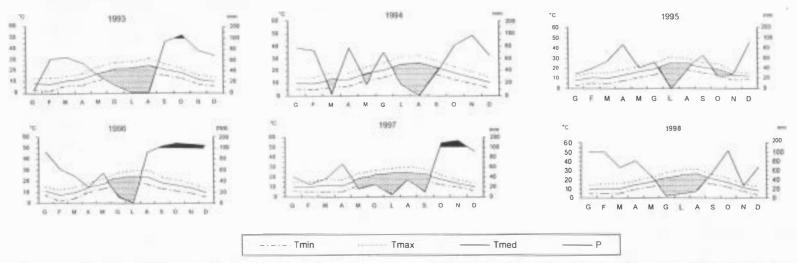


Figura 4 - Diagrammi di Bagnouls-Gaussen della stazione termo-pluviometrica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano relativi agli anni 1993-1998.

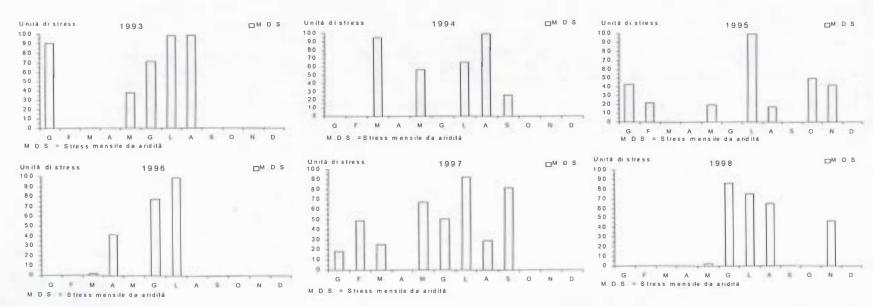


Figura 5 - Diagrammi di Mitrakos della stazione termo-pluviometrica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano relativi agli anni 1993-1998.

Analisi dei dati telerilevati per le determinazione della distribuzione delle temperature superficiali Nella Tabella 2 sono riportati i principali valori di riferimento riguardanti le temperature di brillanza al top dell'atmosfera nell'area inquadrata dall'immagine (esclusa la superficie marina) e per la sola Tenuta. Le temperature sono state calcolate con l'equazione di Planck a partire dai valori di radianza ottenuti applicando ai DN una funzione approssimata di calibrazione radiometrica.

Tab. 2. Valori di riferimento delle temperature di brillanza al top dell'atmosfera (°C) nell'area inquadrata dall'immagine (escluso il mare) e per la sola Tenuta di Castelporziano, per i passaggi del satellite considerati.

	Area Totale			Tenuta di Castelporziano		
Data	T minima	T max	T media	T minima	T max	T media
09/03/97	2.4	20.1	12.8	9.9	16.0	11.3
15/07/97	19.2	46.3	33.2	21.4	39.1	25.8
03/08/98	22.3	48.9	35.6	25.3	44.8	29.5

Le caratteristiche termiche della superficie (Fig. 6) sono fortemente determinate dalla presenza di acqua e/o vegetazione verde. Tali coperture hanno nelle ore diurne temperature relativamente basse, per effetto della elevata inerzia termica e a causa dei fenomeni di evaporazione (per l'acqua) e di traspirazione (per le piante). Le piante inoltre utilizzano parte dell'energia assorbita per la fotosintesi, e ciò contribuisce a diminuire la radianza emessa nell'infrarosso termico. Sulla terraferma le temperature più basse si osservano in corrispondenza di vegetazione arborea, perché l'estensione fogliare è maggiore e il mascheramento del suolo completo (es. Colli Albani, Tenuta di Castelporziano nelle immagini estive). Viceversa i suoli nudi o coperti di vegetazione senescente e le aree edificate hanno valori termici più elevati, in quanto, a causa della bassa inerzia termica, subiscono un riscaldamento più rapido e più elevato rispetto alle aree vegetate e direttamente correlato con l'insolazione subita. Le differenze di temperatura di brillanza rilevabili sull'immagine tra aree vegetate e suoli nudi corrispondono a differenze di temperatura cinetica molto simili, anche se leggermente minori, in quanto l'emissività della vegetazione è approssimabile a l (quindi la temperatura di brillanza è uguale a quella cinetica), mentre quella dei suoli, seppure variabile, è dell'ordine di 0.95-0.98, e quella della vegetazione secca ha valori tra 0.90 e 0.95 a seconda della specie.

Nelle immagini estive si può osservare che l'area metropolitana presenta uno stato termico complessivamente caratterizzato da temperature inferiori a quelle delle aree rurali circostanti (Tab. 3).

Tab. 3. Temperature di brillanza al top dell'atmosfera per due aree di circa 3500 pixel ciascuna, estratte rispettivamente in corrispondenza dell'area metropolitana e di suolo agricolo, per i passaggi del satellite considerati.

Data	T media città	T media suolo	
09/03/97	12.8	13.2	
15/07/97	31.9	36.8	
03/08/98	33.2	39.1	

A causa della risoluzione geometrica del sensore, ogni singola informazione di temperatura è un valore mediato su un'area di 1.44 Km². All'interno di quest'estensione, la tessitura di un suolo nudo o parzialmente coperto di vegetazione senescente (stoppie) può essere considerata omogenea, mentre, in corrispondenza di centri abitati, la media si riferisce a coperture differenti e disposte con diverse orientazioni rispetto al sole. In particolare, la presenza di superfici fortemente riflettenti, di vegetazione verde, e di ombre dovute alla presenza ravvicinata di costruzioni, contribuisce ad abbassare la media della radianza emessa e quindi la temperatura (per lo meno nell'orario di passaggio del satellite, circa le 10:30 ora solare). A conferma di ciò si può notare come aree aperte ma uniformemente edificate e/o asfaltate, quali la stazione Termini o l'aeroporto di Fiumicino, risultino avere temperature decisamente elevate; allo stesso modo si può notare come la temperatura si abbassi dove, all'interno della città, sono presenti maggiori estensioni di verde (Villa Ada, Villa, Borghese). Le immagini acquisite nell'Infrarosso

vicino (a risoluzione maggiore) confermano che la vegetazione verde all'interno della città, seppure in piccole quantità, è molto distribuita e non trascurabile. Detto ciò, non si può escludere che ci sia un contributo dovuto alla presenza in atmosfera di una maggiore abbondanza di sostanze che assorbendo la radiazione emessa dalla superficie producono una temperatura apparente al top dell'atmosfera inferiore a quella reale della superficie. Si deve però tenere conto che la banda 6 del sensore TM è posta in corrispondenza di una finestra di trasparenza atmosferica, vale a dire che la trasmittanza atmosferica è massima, anche per quanto riguarda i principali assorbitori dell'infrarosso termico: vapore acqueo, CO₂, O₃; anche gli effetti di assorbimento da parte del particolato sono di bassa entità a queste lunghezze d'onda. La somma di tali effetti non è quindi in grado di produrre un assorbimento tale da giustificare le differenze di temperatura osservate. Simulazioni effettuate con il codice di trasferimento radiativo MODTRAN3 indicano una diminuzione della Temperatura di brillanza al sensore dell'ordine di qualche decimo di grado per un aumento di umidità dell'aria negli strati inferiori dell'atmosfera del 20% (da 60% a 80%).

L'immagine di Marzo è caratterizzata, come prevedibile, da temperature più basse; appare inoltre termicamente molto più omogenea; ciò a causa della minore insolazione subita dalla superficie e, soprattutto, a causa della minore estensione di suoli nudi che risultano infatti quasi ovunque coperti parzialmente di vegetazione, come confermato dalle bande del Visibile e Infrarosso vicino. Nella stessa immagine, le temperature della città e dei suoli agricoli sono confrontabili (Tab. 3). La Tenuta di Castelporziano presenta costantemente temperature inferiori alla media dell'immagine, con differenze più elevate nel periodo estivo (Tab. 2). Quindi essa costituisce nel suo insieme una vasta area mediamente più fredda, e con gradienti termici stagionali ridotti. Ciò ha sicure conseguenze sul microclima locale.



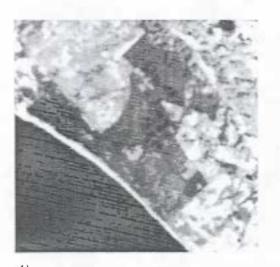


A) B,

Figura 6 - Immagini Landsat TM banda 6 dell'area comprendente la Tenuta di Castelporziano e la città di Roma. Sono riconoscibili i Colli Albani ad E, e l'aeroporto di Fiumicino, seguito dalla pineta di Fregene, sul lato occidentale, lungo la costa. La codifica è secondo una scala di grigi dal nero al bianco per temperature crescenti. La scala utilizzata comprende 15 livelli (corrispondenti ad un intervallo di circa 6 °C) per l'immagine di Marzo, e 40 livelli (circa 16 °C) per l'immagine estiva. A) Immagine del 9 Marzo 1997; B) Immagine del 3 Agosto 1998.

Al fine di particolareggiare l'analisi del comportamento termico della superficie nell'area della Tenuta, dall'immagine totale è stata estratta una finestra in corrispondenza della Tenuta stessa, ed è stato applicato un level-slicing finalizzato ad evidenziare i gradienti termici minori presenti nell'area (Fig. 7). Le temperature presentano infatti una complessiva omogeneità (Tab. 2), legata all'omogeneità delle coperture. Le differenze più rilevanti si riferiscono ad aree a temperatura più elevata in corrispondenza della spiaggia, delle aree poste a coltura, e della steppa.

Altre differenze minori si notano tra le zone di bosco sempreverde (pinete) e di latifoglie-caducifoglie. In particolare il gradiente è invertito con cadenza stagionale: le aree a caducifoglie hanno temperature più elevate nell'immagine di Marzo (perché prive di fogliame) e più basse nelle immagini estive.



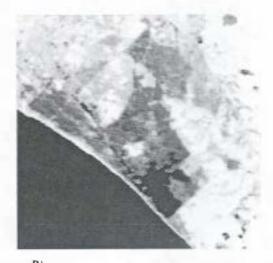


Figura 7 - Immagini Landsat TM banda 6 della Tenuta di Castelporziano. La codifica è secondo una

scala di grigi dal nero al bianco per temperature crescenti. La scala utilizzata comprende 10 livelli (corrispondenti ad un intervallo di circa 4°C) per l'immagine di Marzo, e 35 livelli (circa 12°C) per le immagini estive. A) Immagine del 9 Marzo 1997; B) Immagine del 3 Agosto 1998.

Attività di campagna per la messa a punto della correzione atmosferica

Le misure di riflettanza sono state acquisite misurando prima la riflettività di un pannello bianco di riferimento (spectralon), di cui sono note le caratteristiche spettroradiometriche, e successivamente quella del target. Dal rapporto tra le due misure si ottiene la riflettanza della superficie in esame. Sono state eseguite diverse sessioni di misure sulle sabbie, collocando lo strumento a diversa distanza dal suolo e variando l'angolo di puntamento per verificare le variazioni sulla riflettività determinate sia dalle diverse dimensioni del target sia dal diverso angolo di riflessione della luce solare. È stato possibile verificare come nel caso di una superficie sabbiosa la riflettanza non varia consistentemente in funzione del campo di vista mentre presenta variazioni sensibili solo per angoli di puntamento superiori ai 40 gradi rispetto al nadir. In Figura 8 sono riportate le curve relative alle misure effettuate nella campagna del 1996 (maggio-giugno) e del 1998 (settembre). Entrambe le curve sono il risultato della media di 50 misure ognuna delle quali ottenuta da 10 cicli di acquisizione, con lo strumento a circa 50 cm di altezza dal terreno, in condizioni di cielo limpido e in una fascia oraria corrispondente ai passaggi satellitari. Il confronto tra le due curve conferma la validità del metodo utilizzato per l'applicazione delle procedure di correzione atmosferica in quanto sabbie misurate in periodi stagionali ed in anni diversi mostrano lo stesso andamento nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 350 e 1350 nm. Nelle regione spettrale dell'infrarosso riflesso (1400-1800 nm e 1900-2400 nm) le due curve si discostano leggermente, ma senza mostrare un andamento sostanzialmente diverso. Tale variazione potrebbe essere dovuta ad un diverso contenuto in acqua delle sabbie. Il rumore riscontrato alle lunghezze d'onda di 1400 e 1800 nm è dovuto al vapor d'acqua atmosferico.

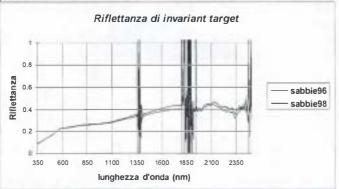


Figura 8 - Curve di riflettanza relative alle misure effettuate sulle sabbie nella campagna del 1996 (maggio-giugno) e del 1998 (settembre).

CONCLUSIONI

La Tenuta di Castelporziano rappresenta un'area di notevole valore naturalistico da tutelare in modo da salvaguardare le sue peculiari caratteristiche ecologiche e l'elevata diversità di specie e di habitat. A questo riguardo gli studi di biomonitoraggio nella Tenuta risultano di notevole importanza nella definizione dei livelli critici per la vegetazione naturale. Infatti, l'impatto dell'ozono sulle comunità vegetali si realizza non solo attraverso un'influenza sulla crescita e la produttività delle piante ma anche attraverso cambiamenti nella composizione in specie e relativa perdita di biodiversità. L'analisi multitemporale dei dati telerilevati, relativi agli indici di verde, ha permesso, inoltre, di mostrare le variazioni della biomassa fogliare fotosinteticamente attiva e dello stress idrico cui è sottoposta la vegetazione nel periodo estivo dei sei anni considerati. I dati qui riportati risultano, quindi, utile base di confronto, discussione e integrazione sperimentale con altri Gruppi di Lavoro, quali ad esempio Impatto Antropico, Vegetazione, Idrogeologia, Fauna.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia l'Unità Operativa ISPESL coordinata dal Dott. Lepore per aver cortesemente fornito l'analizzatore fotometrico UV che ha consentito il monitoraggio dell'ozono all'interno della Tenuta durante il periodo estivo 1998.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Ashmore M.R., Bell J.N.B., Rutten A.I (1985). Forest damage in West Germany and the role of ozone. Ambio, 14: 81-87.
- Manes F., Anselmi S., Giannini M.A. (1996). Bioindicazione e biomonitoraggio in aree urbane mediante l'uso di specie vegetali. IAED (International Association for Environmental Design). Quaderno N°5, Atti del V Seminario "Inquinamento nelle aree urbane: Ricerche di base e aspetti applicativi". Roma, 12 Luglio 1996, pp. 6-21.
- 3. UN/ECE Workshop Report, (1996). University of Kuopio, Department of Ecology and Environmental Science. L. Kärenlampi and L. Skärby (Editors).
- 4. Astorino G., Margani I., Tripodo P., Manes F., (1995). The response of *Phaseolus vulgaris* L. cv. Lit. to different dosages of anti-ozonant ethylenediurea (edu) in relation to chronic treatment with ozone. Plant Science 111: 237-248.
- 5. Heagle A.S., Miller J.E. and Sherrill D.E. (1994). Atmospheric Pollutants and Trace Gases, A White Clover System to Estimate Effects of Tropospheric Ozone on Plants. J. Environ. Qual., 23:613-621.
- 6. Giannini M.A., Silli V., Tinelli A., Manes F., (1998). Tropospheric ozone biomonitoring by white clover clones. VII International Congress of Ecology, INTECOL, Firenze 19-25 luglio 1998, p.157.
- 7. UN/ECE (1997). ICP-Crops Experimental Protocol for 1997. The ICP-Crops Coordination Centre, The Nottingham Trent University, UK.
- 8. UN/ECE (1998). Experimental Protocol for theICP-Crops, 1998 Season. Institute of Terrestrial Ecology. Centre fo Ecology & Hydrology.
- 9. Manes F., Federico R., Bruno F. (1986). Peroxidase activity in Nicotiana tabacum L. leaves treated with simulated acid rain. Phytopath. Medit. 25: 76-79.
- 10. Mitrakos K., (1980). A theory for Mediterranean plant life. Acta Oecologica, 1 (15) n° 3, pp. 245 252.
- 11. Castillo F.J., Penel C. and Greppin H. (1984). Peroxidase release induced by ozone in *Sedum album* leaves. Plant Physiol., 74: 846-851.

- 12. Keller T. (1974). The use of peroxidase activity for monitoring and mapping air pollution areas. Eur. J. For. Path., 4: 11-19.
- 13. Manes F., Federico R., Cortiello, M. E Angelini R. (1990). Ozone induced increase of peroxidase activity in Tobacco (Nicotiana tabacum L. cv Burley 21) leaves. Phytopath. Medit. 29: 101-106.
- 14. Ziomas I.C., Melas D., Zerefos C.S., Bais A.F. (1995). On the relationship between peak of ozone levels and metereological variables. Fresenius Environmental Bulletin 4: 53-58.
- 15. Benton J., Fuhrer J., Gimeno B.S., Skärby L. and Sanders G. (1995). Results from the UN/ECE ICP-CROPS indicate the extent of exceedance of the critical levels of ozone in Europe. Water, Air and Soil Pollution, 85: 1473-1478.
- 16. Krause G. H. e Weis E. (1984). Chlorophyll fluorescence as a tool in plant physiology. II. Interpretation of fluorescence signals. Photosynt. Res. 5, pp. 139-157.
- 17. Lanaras T., Sgardelis S.P., Pantis J.D. (1994). Chlorophyll fluorescence in the dandelion (Taraxacum spp.): a probe for screening urban pollution. The Science of the Total Environment, 149: 61-68.

GRUPPO DI LAVORO ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA Stato di Qualità dell'Aria nella Tenuta Presidenziale di

Castelporziano in Relazione al Contributo di Attività

Antropiche Esterne: Campagna Estiva 1998

RESPONSABILI Dott. L. Lepore, Dott. S. Merolli

UNITA' OPERATIVE ISPESL - DIPIA - Laboratorio Inquinamento Chimico

Aria - Roma

ENEA - AMB - C.R. Frascati - Roma ENEA - C.R. S. Teresa - La Spezia

CNR - S. Teresa - La Spezia

PARTECIPANTI ALLA RICERCA L. Lepore, G. Scalisi, I. Ventrone, P. Di Filippo, F.

Sallusti, S. Merolli, M. Picci, S. Polenta, S. Rea, D.

Romano, S. Cannarsa, M. Zanardi, D. Bacciola

INTRODUZIONE

Nell'ambito del programma di monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, le Unita' Operative ISPESL-ENEA del Gruppo di Lavoro "ATMOSFERA", Linea di ricerca "Fonti degli inquinanti, loro rilevazione e caratterizzazione", hanno effettuato la quarta campagna di monitoraggio estiva per la misura di inquinanti gassosi e particellari.

In particolare sono state utilizzate 2 unità mobili attrezzate con strumentazione automatiche e semiautomatiche nonché campionatori passivi.

ZONE MONITORATE

Sono stati utilizzati due laboratori mobili: uno è stato posizionato all'interno della Tenuta in località Tor Paterno, adiacente alla litoranea, e l'altro in località Spagnoletta, parallelamente alla via Cristoforo Colombo, a 3.5 km circa dall'entrata della Tenuta. Le misure si sono protratte dal 14 al 31/7/1998.

INQUINANTI MONITORATI E STRUMENTI DI MISURA

In località Spagnoletta sono stati monitorati i seguenti inquinanti:

- particolato PM10 (frazione *fine* < 2.5 μm e frazione *coarse* tra 2.5 e 10 μm) con il dicotomo Andersen;
- SO₂, biossido di zolfo, NO₂, biossido di azoto, O₃, ozono, CO, ossido di carbonio con analizzatori automatici in continuo;
- SO₂, biossido di zolfo, NO₂, biossido di azoto, O₃, ozono, benzene, formaldeide, acido nitroso con strumentazione DOAS;
- radiazione β naturale, quale indice di rimescolamento dei bassi strati dell'atmosfera.

In località Tor Paterno sono stati monitorati SO₂, CO, NMHC (idrocarburi non metanici) ed O₃ con analizzatori automatici.

Inoltre è stata effettuata una mappatura dei livelli giornalieri di benzene con campionatori passivi relativi alle zone più rappresentative e significative della Tenuta.

RISULTATI

Località Spagnoletta

Le concentrazioni di SO_2 e CO (fig. 1) sono confrontabili con quelle misurate in località Tor Paterno e comunque tali (rispettivamente inferiori a 4 μ g/mc ed a 1 mg/mc) da costituire un contributo ininfluente all'eventuale deterioramento dello stato di qualità dell'aria della Tenuta.

Inoltre anche i livelli di concentrazione di O₃, rappresentati in forma grafica come giorno tipo (fig. 1) sono confrontabili con quelli rilevati in località Tor Paterno, a dimostrazione della presenza di uno scenario omogeneo relativo ad una diffusione uniforme di tale inquinante secondario su tutto il territorio monitorato.

Nelle figg. 2 e 3 vengono evidenziate due sequenze relative all'andamento ed alle concentrazioni di O_3 ed NO_2 che si verificano a seconda delle condizioni di rimescolamento dei bassi strati dell'atmosfera.

Nella fig. 2 si evidenzia nei giorni 18-20 luglio 1998 un passaggio da una condizione di elevato rimescolamento ad una condizione di basso rimescolamento con formazione di episodi di smog fotochimico; infatti il giorno 18 luglio 1998 i livelli di concentrazione di O_3 sono confrontabili con quelli di background (intorno ai 40 ppb). Tale situazione è ben rappresentata dalla formazione di un plateau di O_x ($O_x = O_3 + NO_2$), che rappresenta una variabile indipendente ben correlata con le fluttuazioni dei livelli della radiazione β naturale, nel caso specifico di scarsa entità. Bassi livelli di radioattività β naturale sono indicatori di elevato rimescolamento dei bassi strati dell'atmosfera mentre alti livelli sono rappresentativi di condizioni di scarso rimescolamento. Nei giorni 19 e 20 luglio 1998 si assiste invece ad un andamento di NO_2 non coerente con le condizioni di fotostazionarietà e quindi aumento di O_3 che risente del contributo radicalico alla sua formazione.

Nella fig. 3 si evidenzia una sequenza opposta (condizioni da basso ad alto rimescolamento); infatti nel giorno 24 luglio 1998 le condizioni di non elevato rimescolamento favoriscono già in prima mattinata aumenti repentini di O_3 con formazione di un picco unico nelle ore più calde determinato dalla impennata di NO_2 che aumenta il contributo radicalico alla formazione di O_3 e quindi il verificarsi di un episodio di smog fotochimico significativo. L'andamento di O_x risulta strutturato a fronte di fluttuazioni dei livelli della radiazione β con andamenti decrescenti, mentre tendono a valori costanti nelle ore più calde nei due giorni successivi, con un ripristino delle concentrazioni di O_3 a livelli di background.

Nelle figg. 4 e 5 vengono rappresentati gli andamenti di O₃ ed NO₂ rilevati nel periodo dal 18 luglio 1998 al 2 agosto 1998 in relazione alla velocità ed alla direzione del vento; in tali figure viene evidenziato chiaramente il regime di brezza tipico delle aree costiere.

Nella fig. 6 vengono rappresentati come giorno tipo gli andamenti di toluene, formaldeide ed acido nitroso; mentre il toluene mostra un andamento caratteristico di inquinante primario in stretta dipendenza con l'attività antropica, la formaldeide e l'acido nitroso presentano massimi di concentrazione caratteristici di un andamento tipico di inquinante secondario con accumuli nelle ore notturne (ciò avviene anche per gli inquinanti primari ed è dovuto all'abbassamento della quota di rimescolamento).

Nella fig. 7 viene rappresentato l'andamento delle concentrazioni medie orarie del benzene che si mantengono al di sotto del valore numerico della media mobile (obiettivo di qualità pari a 10 µg/mc espresso come media mobile annuale dei valori medi giornalieri). Il benzene infine viene presentato anche come andamento medio giornaliero al fine di poter confrontare i livelli di concentrazione con quelli rilevati con campionatori passivi. Come si può rilevare dalla mappatura della zona monitorata i valori di concentrazione giornalieri rilevati con i due diversi metodi di misura in località Spagnoletta risultano in buon accordo tra loro.

Nella fig. 8 viene evidenziato l'andamento del particolato PM10 e delle frazioni granulometriche *fine* e *coarse* con concentrazioni molto basse (PM10 < 2 μ g/mc) tipiche delle aree protette.

Località Tor Paterno

Come già evidenziato, i valori degli inquinanti monitorati in località Tor Paterno sono risultati simili a quelli misurati in località Spagnoletta. I valori di NMHC, misurati solo nel primo sito sono risultati quelli tipici registrati nelle precedenti campagne di misura.

In fig. 9 sono riportati come giorno tipo gli andamenti di CO, SO₂ e NMHC.

PIANO DI CAMPIONAMENTO DEL BENZENE E METODOLOGIA DI ANALISI STATISTICA

Il piano di campionamento del benzene aerodisperso è stato lo stesso applicato nella campagna estiva del 1996.

Il territorio della tenuta è stato suddiviso in maglie regolari di circa 1 km di lato in modo da coprire l'intera superficie della tenuta.

La scelta delle celle in cui effettuare la misura ha seguito uno schema ragionato privilegiando quelle prossime ai confini della tenuta dove sono ovviamente attesi i valori più elevati. A differenza delle precedenti campagne sono stati effettuati campionamenti anche all'esterno della tenuta, al di là delle strade che la costeggiano, mentre per ragioni logistiche sono state cambiate alcune delle celle interne, rispettando sempre però i criteri fondamentali di scelta indicati nella precedente relazione.

I campionatori sono stati cambiati regolarmente una volta al giorno, ripetendo sempre lo stesso percorso per avere una accettabile ripetitività, per ciascun campionatore, dell'intervallo temporale di campionamento.

Il campionamento del benzene aerodisperso è stato effettuato nell'arco di una settimana dal 14/7 al 20/7. E' stata applicata la stessa metodologia di analisi statistica impiegata nella campagna di monitoraggio del 1996 consistente nella ricostruzione della distribuzione fine delle concentrazioni di benzene aerodisperso, mediante tecniche di interpolazione spaziale, a partire dalle concentrazioni misurate.

In particolare si è fatto uso della tecnica di interpolazione "bilineare" che interpola curve di isoconcentrazione che risultano essere uno "smoothing" dei dati sperimentali che non passa necessariamente per essi. I confronti effettuati con il Kriging hanno fornito risultati con un grado di sovrapposizione soddisfacente.

Il software utilizzato per le elaborazioni è il Gsharp della Uniras nel cui data-base sono state inserite le coordinate spaziali dei confini della tenuta e quelle dei punti di campionamento con i relativi valori di concentrazione media giornaliera e settimanale.

Nelle fig. 10, 11, 12 e 13 sono mostrate le isoplete delle concentrazioni di benzene aerodisperso dalle quali risulta che il contributo principale all'inquinamento da benzene all'interno della Tenuta Presidenziale deve essere attribuito al traffico veicolare lungo le vie di comunicazione costeggianti la tenuta.

Le concentrazioni medie giornaliere di benzene sono risultate significativamente più elevate di quelle riscontrate nella campagna estiva del 1996.

CONCLUSIONI

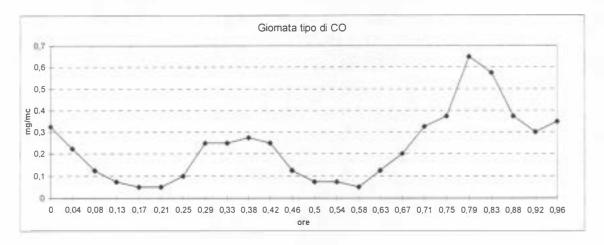
Come risulta dalle valutazioni già effettuate nel corso delle precedenti campagne di misura la Tenuta si presenta come un corpo ricettore influenzato dalle sorgenti antropiche nel suo immediato circondario. In particolare, mentre generalmente i massimi di concentrazione degli inquinanti primari si verificano quando la direzione di provenienza del vento è quella relativa al settore nord-orientale (provenienza ROMA) il flusso di massa, ovvero la quantità assoluta di inquinanti che si distribuiscono nell'area protetta, risulta più elevato quando la direzione del vento proviene dai quadranti occidentali (litoranea e via Cristoforo Colombo). Tuttavia nel corso di questa campagna, al contrario di quelle precedenti svolte nello stesso periodo stagionali, si osserva generalmente un livello di concentrazione di ozono più basso di quello rilevato negli anni precedenti. Tale situazione è senz'altro da imputare alle condizioni meteorologiche che si verificano, più che a livello locale, a livello di mesoscala. Le situazioni descritte saranno oggetto di approfondimento nelle campagne programmate per il 1999.

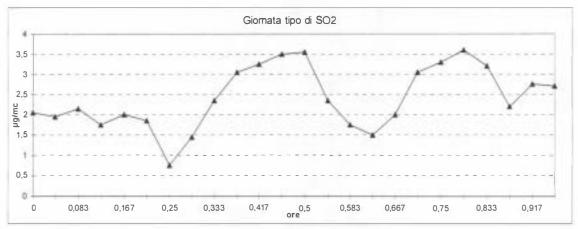
RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il dott. Pasquale Avino per la collaborazione fornita per la presentazione grafica dei risultati.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Brocco D., Fratarcangeli R., Lepore L., Ventrone I., Spettroscopia di assorbimento differenziale per la valutazione della qualità dell'aria, *Acqua Aria*, 1992, 7, 617-627.
- 2. Bruno R., Raspo G. 1996, 'Analisi statistica di dati a struttura spazio-temporale. La pratica della geostatistica lineare'.
- 3. Corso del 15-17 Ottobre 1996, Milano. CILEA (Consorzio Universitario Lombardo per l'Elaborazione Automatica).
- 4. European Reference Laboratory of Air Pollution, 1995, 'Air quality measurements in Brussels (1993-1994). NO₂ e BTX monitoring campaigns by diffusive samplers'; Environment Institute, Joint Research Centre. EUR 16310 EN.
- 5. UNIRAS A/S, 1991, 'User Guide and Reference Manual', AGL/Interpolation.





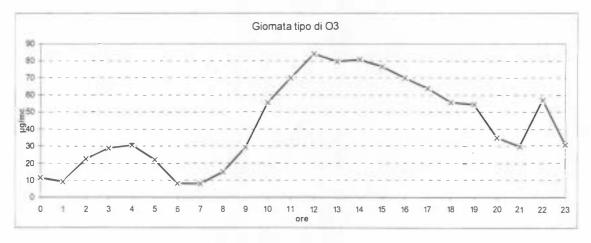
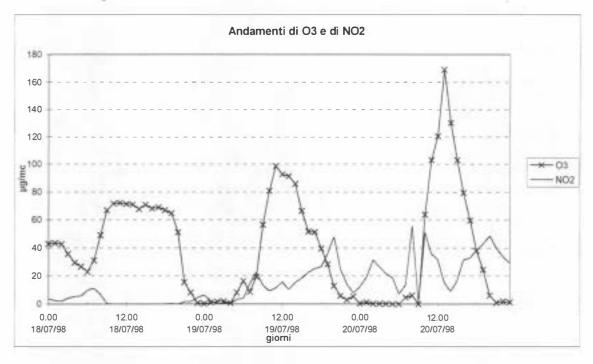


Figura 1 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.



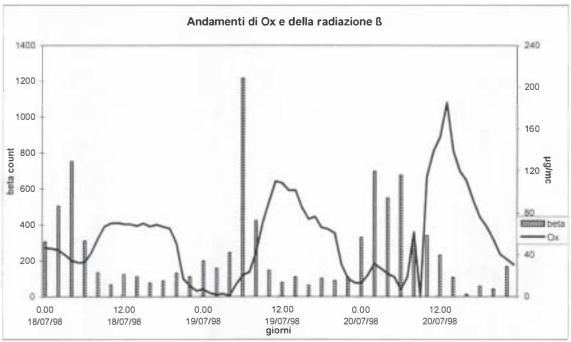
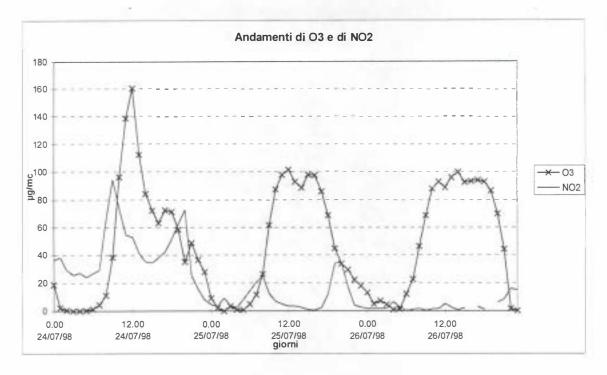


Figura 2 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.



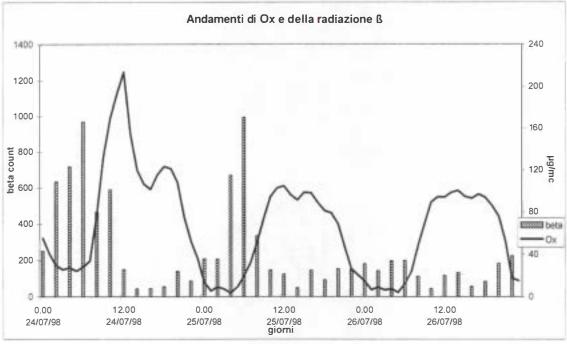
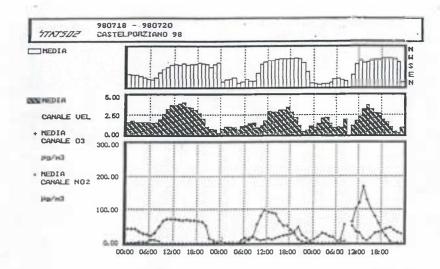
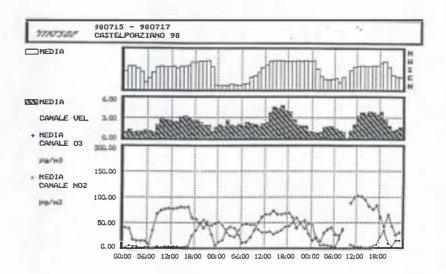


Figura 3 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.





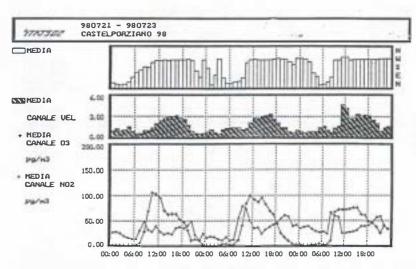
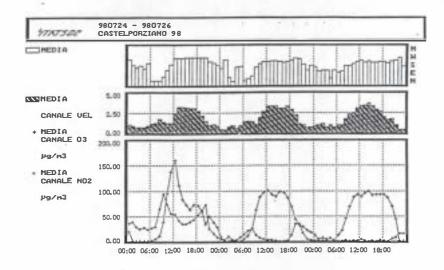
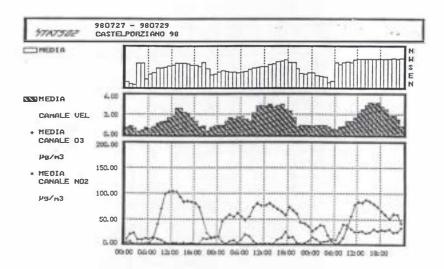


Figura 4 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta. Andamento di O_{3} .





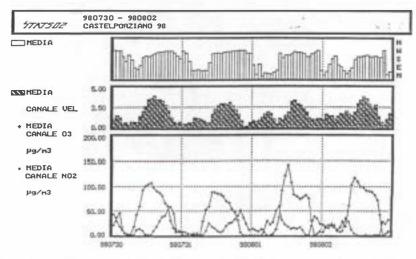
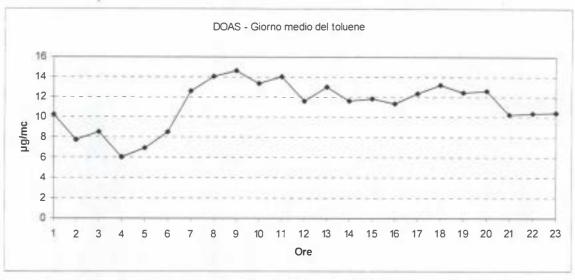
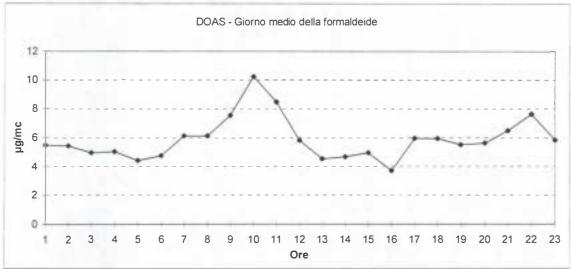


Figura 5 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta. Andamento NO2.





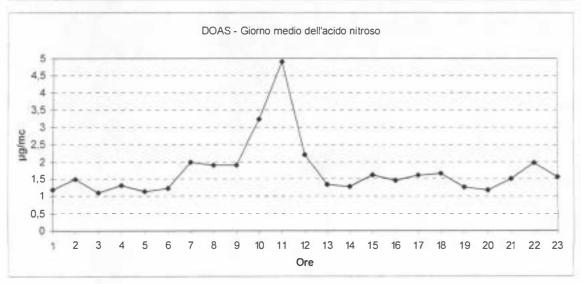
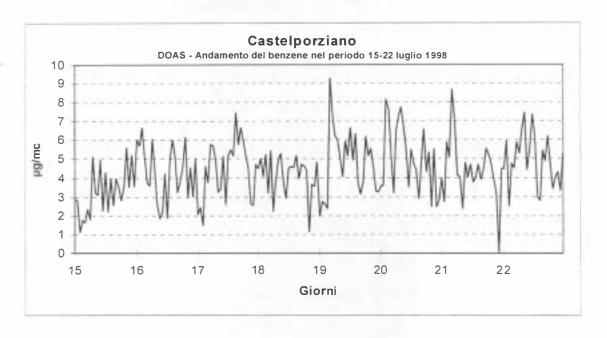


Figura 6 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.



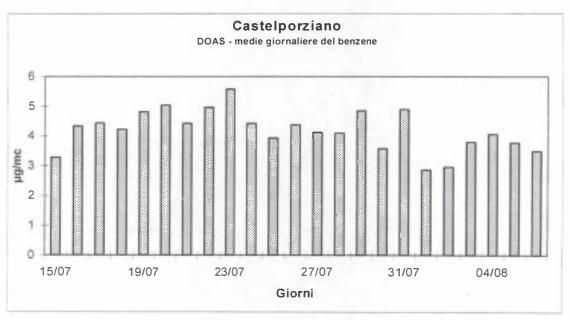


Figura 7 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.

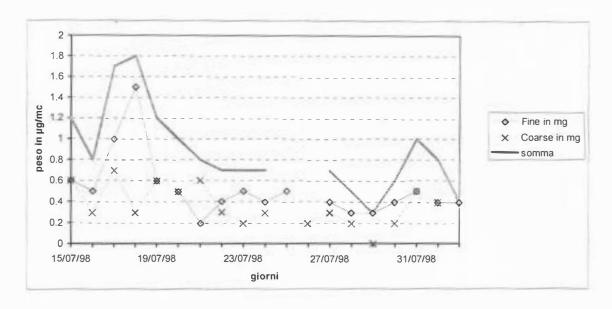


Figura 8 - Campagna estiva 1998 - Località Spagnoletta.

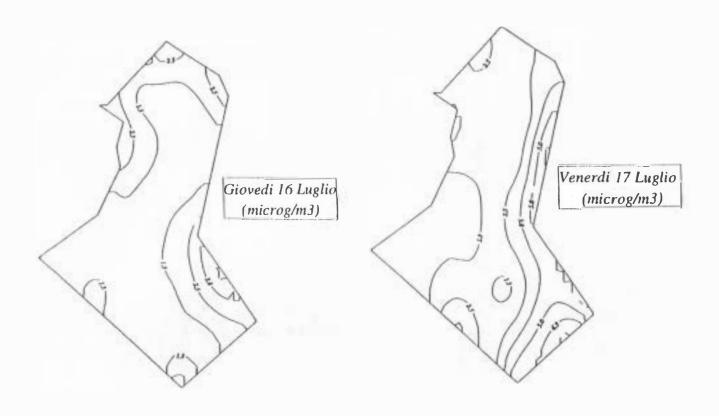


Figura 11 - Campagna di monitoraggio estiva 1998 Curve di concentrazione di benzene aerodisperso.

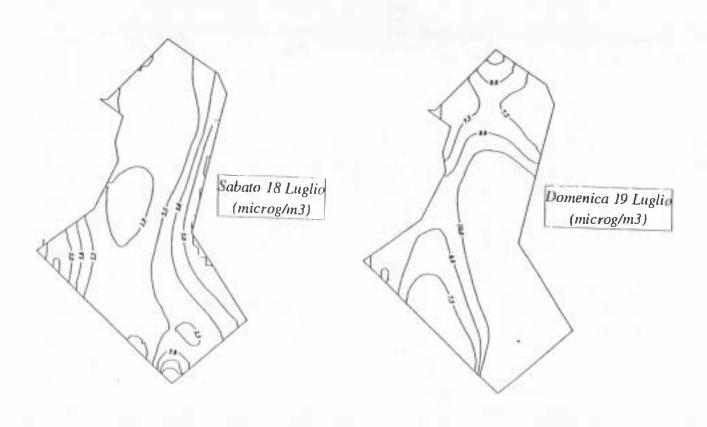


Figura 12 - Campagna di monitoraggio estiva 1998 Curve di concentrazione di benzene aerodisperso.

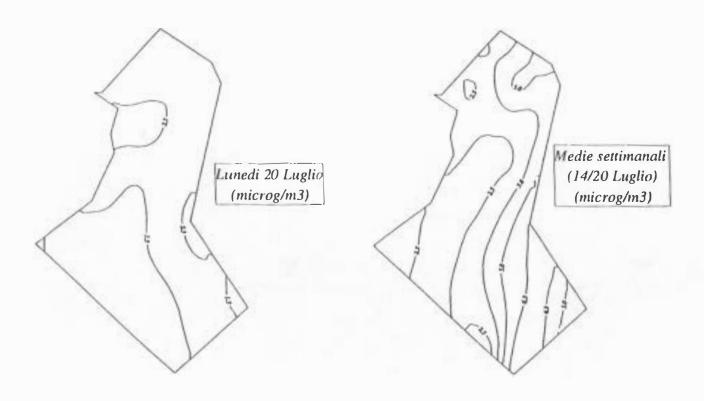


Figura 13 - Campagna di monitoraggio estiva 1998 Curve di concentrazione di benzene aerodisperso.

GRUPPO DI LAVORO ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA I metalli pesanti nel particolato atmosferico totale e nelle

deposizioni umide e secche

RESPONSABILE Prof. L. Morselli

UNITA' OPERATIVA Università degli Studi di Bologna / Ministero

dell'Ambiente - Roma

ENEA amb-cat-fral C.R. Bologna

ISNP - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA L. Morselli, L. Barilli, P. Olivieri, M. Cecchini,

R. Francaviglia, R. Aromolo, V. Di Carlo, L. Gataleta

INTRODUZIONE

Come metalli pesanti vengono classificati circa 70 elementi, cioè quelli con densità >5 g/m³, ma soltanto 20 sono significativi per la valutazione della qualità ambientale, e precisamente: Ag, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Hg, Pb, Mo, Ni, Pt, Tl, Sn, U, V, W, Zn, Zr [1].

La loro presenza nell'ambiente come oligoelementi è necessaria per la vita animale e vegetale, ma oltre un certo limite possono diventare tossici.

La sorgente delle emissioni [3] influisce in modo significativo sulle dimensioni delle particelle con cui i metalli pesanti sono associati, e anche sulla loro composizione chimica.

Queste possono essere di origine naturale (spray marino, emissioni vulcaniche e da incendi, polveri terrigene, emanazioni biogeniche), o derivare da attività antropiche (emissioni industriali, scarichi di veicoli, centrali energetiche, inceneritori di rifiuti) [2].

I metalli pesanti e i loro composti sono presenti nell'atmosfera in associazione con il particolato atmosferico, vengono trasportati al suolo con le deposizioni dry (diffusione e moti Browniani del particolato, sedimentazione, impatto) e con le deposizioni wet (precipitazioni atmosferiche incluso il washout e il rainout) [2].

Le informazioni deducibili da una stima corretta dei metalli pesanti nel particolato atmosferico e nelle deposizioni sono quindi cruciali per la valutazione della qualità dell'ambiente in quanto le particelle a cui tali metalli sono associati sono chimicamente reattive e possono venire trasportate dalla sorgente, per lunghe distanze, sino ad aree remote provocando fenomeni di inquinamento in zone non fortemente interessate da attività antropiche come la Tenuta Presidenziale di Castelporziano[1,4].

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano rappresenta un ecosistema naturale di notevole interesse ambientale in quanto poco influenzata da processi di inquinamento antrepogenico al suo interno, ma essendo situata in prossimità della città di Roma e dell'aeroporto di Fiumicino, e confinante con una strada ad elevato traffico veicolare, soprattutto durante i mesi estivi, a causa della vicinanza del litorale di Ostia, può risultare influenzata da carichi inquinanti di natura antropogenica.

Come conseguenza può essere influenzata da processi di trasporto di inquinanti a breve e lunga distanza in funzione anche delle condizioni meteorologiche (intensità e direzione dei venti).

Risulta quindi molto importante una valutazione della qualità dell'aria all'interno della Tenuta allo scopo di quantificare l'impatto ambientale che sorgenti esterne hanno sulla Tenuta stessa.

Scopo dello studio è stato quello di:

- determinare la concentrazione dei metalli pesanti nel particolato atmosferico totale campionato in due stazioni situate in zone diverse all'interno della Tenuta;
- ✓ confrontare i valori ottenuti con quelli determinati in campagne precedenti sul particolato atmosferico PM10;
- √ calcolare i flussi dei metalli pesanti nelle deposizioni atmosferiche secche in una stazione dove è
 stato anche prelevato del particolato atmosferico.

Scopo della presente ricerca è quello di contribuire alla conoscenza della diffusione dei metalli pesanti presenti in diverse matrici dell'atmosfera e fornire una valutazione della loro presenza in vari siti di campionamento all'interno della Tenuta.

PARTE SPERIMENTALE

DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE SECCHE - CAMPIONAMENTO ED ANALISI

La raccolta dei campioni di deposizione atmosferica Dry è stata effettuata utilizzando un campionatore DAS (MTX, Italia) che espone all'atmosfera una superficie costituita da uno strato di acqua di area pari a 0.0531 m². Più precisamente il DAS è formato da un recipiente in cui l'acqua viene mantenuta ad un livello costante di 2 cm per la raccolta delle deposizioni dry, ed equipaggiato con un sensore di pioggia che chiude automaticamente il recipiente in caso di un evento meteorico. Studi precedenti sulle deposizioni atmosferiche dry avevano indicato che una superficie acquosa è circa tre volte più efficace rispetto ad una superficie solida [6,7]. La procedura già sperimentata in lavori precedenti [6,9] è riportata nella Figura 1. Il campionatore è situato all'interno della Tenuta in Località Tor Paterno, i prelievi si riferiscono al periodo febbraio 1997 - 1998.

DAS - CAMPIONATORE SU SUPERFICIE ACQUOSA

Prelievo due volte al mese

- Filtrazione con filtri a membrana Millipore da 0.45 μm:
 - ⇒ Analisi del filtrato
 - ⇒ Digestione dei filtri
- Lavaggio del campionatore con 40 ml di HNO₃ 1:1 ed evaporazione a bassa temperatura (60° C) della soluzione sino a secchezza

TRATTAMENTO DEI CAMPIONI

Mineralizzazione dei filtri e del residuo secco con una miscela di HNO₃ e HCl 1:3

CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI

Conservazione delle soluzioni del filtrato e della digestione del filtro in bottiglie di polietilene al buio in frigo a 4° C

ANALISI DEI CAMPIONI

Spettrometria al plasma Iris Advantage Axial IAAPS – DUAL VIEW

ELABORAZIONE DEI DATI

Flussi mensili F (mg/m²) dei metalli pesanti:

$$F = (c \cdot V)/A$$

C = concentrazione dell'elemento (mg/l)

V = volume del filtrato (DAS 800 ml); volume della soluzione di mineralizzazione del filtro (100 ml); volume della soluzione di lavaggio del campionatore (100 ml): volume della soluzione di mineralizzazione del residuo secco (200 ml)

 $A = \text{superficie di raccolta} (0.0531 \text{ m}^2)$

Figura 1 - Procedura sperimentale di campionamento ed analisi delle deposizioni secche.

PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS) - CAMPIONAMENTO ED ANALISI

La raccolta di campioni di particolato atmosferico fa seguito ad una campagna effettuata nel 1995 in cui furono prelevati campioni di PM10 (particolato atmosferico con diametro aerodinamico inferiore o uguale a 10µm). Nel Luglio del 1998 è stata effettuata un campagna di campionamento di particolato atmosferico in Località Tor Paterno e Spagnoletta.

La stazione di Tor Paterno si trova in una zona interna della Tenuta, a circa 300 metri in linea d'aria dal mare ed è influenzata dal regime di brezza marina.

La stazione di Spagnoletta si trova nei pressi dell'entrata della Tenuta, confina direttamente con la via Cristoforo Colombo, che collega Roma città con il Lido di Ostia, caratterizzata da un elevato traffico veicolare.

Lo scopo di tale campionamento è stato quello di determinare come varia la concentrazione dei metalli pesanti nelle due zone interne alla Tenuta influenzate in modo diverso per la loro distanza da una sorgente inquinante particolarmente importante come un'arteria stradale fortemente trafficata.

Il campionamento nelle due stazioni ha avuto durata settimanale (da martedì a martedì) comprendendo anche un fine settimana e ciò al fine di valutare se l'aumento del traffico veicolare dal venerdì alla domenica influenza o meno le caratteristiche dei campioni e quindi la qualità dell'aria in Tenuta.

Per il campionamento del particolato totale è stato utilizzato un campionatore Zambelli, costituito da una pompa di aspirazione (flusso 20 l/min.) che convoglia l'aria verso un sistema di bocchettoni in cui sono alloggiati i filtri per la raccolta del campione. Il campionatore è stato programmato per un campionamento automatico giornaliero.

Sono stati utilizzati filtri di nitrato di cellulosa della porosità di $0.45~\mu m$ (Millipore) precedentemente trattati [10].

Procedura analitica

Prove di mineralizzazione

Studi pregressi sulle diverse procedure di mineralizzazione dei filtri [7,9] per la determinazione analitica dei metalli pesanti, anche in matrici ambientali diverse, hanno dimostrato che la metodologia che permette di ottenere un recovery maggiore consiste nella mineralizzazione del campione in bomba teflonata a 150 °C con una miscela di HNO₃ e HF Suprapur - Merck.

Allo scopo di ottimizzare tale procedura sono state eseguite prove di mineralizzazione utilizzando un standard di riferimento RSM 1648 NIST di particolato urbano atmosferico utilizzando tempi diversi per la mineralizzazione: 5 ore 10 ore 15 ore.

I dati ottenuti per ognuna delle tre prove sono riportati in Tabella 1

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Valore certificato	75±7	403±12	609±27	82±3	6550±80	140±3	4760±14
Valore medio 5 ore	98±11	297±70	549±35	69±29	6076±66	132±30	3152±22
% recovery 5 ore	131±15	73±17	90±6	84±36	93±1	94+21	66±1
Valore medio 10 ore	98±8	326±81	532±54	55±16	6245±73	127±13	3141±30
% recovery 10 ore	131±12	81±6	87±9	67±20	95±1	91±9	66±1
Valore medio 15 ore	97±4	318±94	546±61	55±14	5840±40	115±15	2974±32
% recovery 15 ore	129±6	79±23	74±10	67±18	89±1	82±11	63±1

Tab. 1. Valori di recovery rispetto al valore certificato (valori medi di 5-6 misure) in μg/g.

Dai valori ottenuti si può notare che, in tutti i casi, i dati presentano una buona riproducibilità, le percentuali di resa, considerando l'errore, ricadono all'interno dello stesso intervallo. La procedura di mineralizzazione utilizzata per i campioni è quella che impiegando il tempo minore (5 ore) permette di ottenere un recovery maggiore, mentre con molta probabilità con procedure che utilizzano tempi più lunghi si può avere una perdita del campione.

Prove in bianco

I filtri ed i reagenti utilizzati sono stati testati eseguendo delle prove di mineralizzazione in bianco allo scopo di valutare eventuali contaminazioni, per tutti gli elementi considerati i valori ottenuti sono stati inferiori al limite di rivelabilità.

Analisi dei campioni

l campioni sono stati mineralizzati utilizzando la procedura a) con tempo di mineralizzazione di 5 ore; l'analisi strumentale è stata eseguita mediante Spettrofotometria di Assorbimento Atomico (AAS) con fornetto di grafite per Cd, Cr, Cu, Ni e V con fiamma per Zn (Perkin Elmer Mod.2100) presso l'ENEA amb-cat-fral Centro di Ricerca di Bologna.

RISULTATI E DISCUSSIONE

FLUSSI DI METALLI PESANTI NELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE SECCHE

I risultati sono riassunti nella Tabella 2 e nelle Figure 2-7.

Mese	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
F	s.l.r.	422	313	154	272	1334
M	s.l.r.	222	355	793	390	1540
A	s.l.r.	559	272	125	268	1405
M	56	67	338	105	505	1989
G	37	874	628	997	375	2890
L	118	285	684	221	817	4570
A	60.4	338	788	335	411	3792
S	25.5	494	655	369	707	4279
0	20.8	384	1098	223	361	3162
N	4.7	155	307	42	1478	1804
D	5.6	764	564	133	224	2085
Totali	328	4564	6002	3497	5808	28850

s.l.r. = inferiore al limite di rivelabilità strumentale

Tab. 2. Flussi di deposizione mensili dei metalli pesanti nelle deposizioni secche(μg m⁻²).

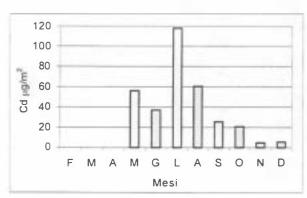


Figura 2 - Flussi mensili del cadmio.

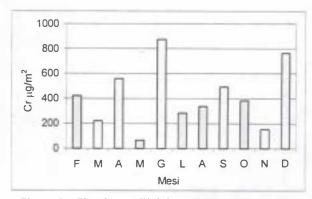


Figura 3 - Flussi mensili del cromo.

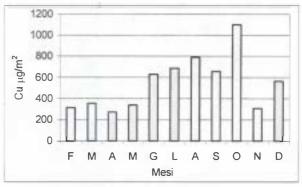


Figura 4 - Flussi mensili del rame.

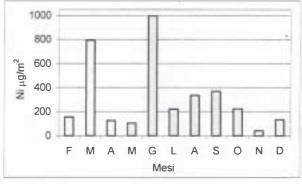


Figura 5 - Flussi mensili del nichel.

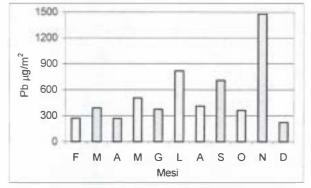


Figura 6 - Flussi mensili del piombo.

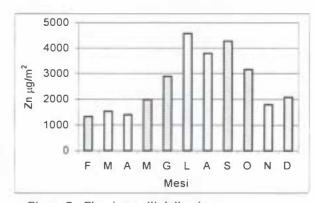


Figura 7 - Flussi mensili dello zinco.

Dall'andamento mensile dei flussi di deposizione si può notare come per alcuni metalli (Cd, Cr, Ni e Zn) vi sia un massimo durante il periodo estivo probabilmente a causa della minore piovosità; Cu e Pb non presentano un andamento particolare e sono pressoché costanti durante tutto il periodo di campionamento.

Il Cd ed il Ni presentano andamenti irregolari con picchi di concentrazione superiori di una volta rispetto al valore medio.

Lo Zn è presente in quantità decisamente superiore anche di 5-10 volte rispetto ai valori medi degli altri metalli Cd, Cu, Cr, Ni e Pb e di circa 80 volte rispetto al Cd.

Rispetto a casi di studio similari per procedure di campionamento ed analisi, dove è stato preso in esame un sito urbano quale ad esempio la città di Bologna [10], l'andamento di Cr, Cu, Pb e Zn è in buon accordo con la natura dei siti di campionamento (il rapporto di concentrazione dei flussi sito Bologna/Castelporziano risultano 0.92 per il Cr, 1.19 per il Cu e 1.14 per lo Zn), mentre per quanto riguarda il Cd ed il Ni è stata rilevata una concentrazione maggiore nel sito di Castelporziano (rapporti dei flussi rispettivamente pari a 0.32 e 0.61); la concentrazione di Pb risulta decisamente superiore nel sito di Bologna: rapporto tra i flussi pari a 1.76.

Inoltre, il confronto tra i dati ottenuti da questo studio e quello condotto in precedenza nella Tenuta nel 1995 [9] sulla qualità dell'aria, suggerisce che gli inquinanti vengano rilasciati nell'atmosfera per cause antropiche (come indicato dai valori di E.F.) che influiscono sulla quantità globale di metalli pesanti e modificano gli andamenti tipici e le caratteristiche che ci aspetterebbe di riscontrare in un sito remoto, come ad esempio suggeriscono i valori anomali di Cd e Ni.

I METALLI PESANTI NEL PARTICOLATO TOTALE SOSPESO (PTS)

Le quantità di particolato raccolto nelle due stazioni sono riportati in Figura 8.

I risultati relativi ai campioni di particolato atmosferico totale sono riportati in Tabella 3 e Figure 9-11 per quanto riguarda i campioni prelevati in Località Tor Paterno, in Tabella 4 e Figure 12-14 quelli relativi a Località Spagnoletta.

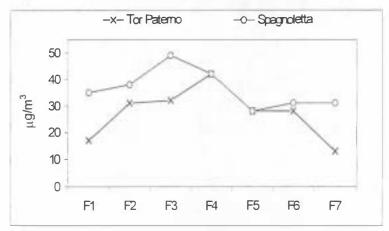


Figura 8 - Andamento della concentrazione del particolato nelle due stazioni di campionamento.

LOCALITÀ TOR PATERNO

Filtri	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
F1	0.40*	25.63	30.56	40.97	20.15	118.75
F2	s.l.r.	27.22	28.75	14.58	14.76	103.47
F3	0.19	23.82	22.50	9.61	30.90	115.97
F4	s.1.r.	101.04	58.33	40.86	96.31	131.25
F5	0.01	22.01	31.25	9.38	13.49	127.08
F6	s.l.r.	15.07	36.46	14.12	19.69	495.83*
F7	s.l.r.	22.78	27.85	9.38	13.97	114.58
Media	0.086	33.94	33.67	19.84	29.90	172.42

^{*}campione probabilmente contaminato, non considerato nel calcolo della media s.l.r. = sotto al limite di rivelabilità strumentale

Tab. 3. Concentrazione (ng/m³) dei metalli pesanti nel particolato atmosferico totale.

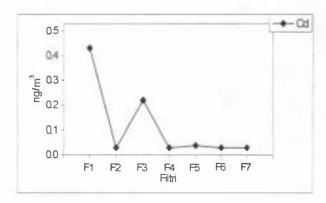


Figura 9 - Andamento del cadmio.

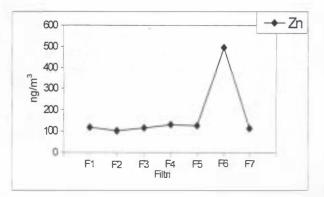


Figura 10 - Andamento dello zinco.

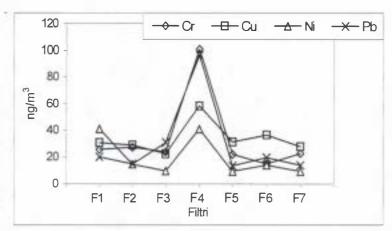


Figura 11 - Andamento del cromo, rame, nichel e piombo.

LOCALITÀ SPAGNOLETTA

Filtri	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
F1	s.l.r.	15.35	28.06	3.82	32.72	80.56
F2	s.l.r.	16.74	31.81	7.64	29.67	72.92
F3	s.l.r.	13.40	29.38	4.28	28.31	88.19
F4	s.l.r.	30.07	180.56	74.88	35.29	155.56
F5	0.53	14.31	10.63	5.83	11.33	78.47
F6	s.l.r.	20.07	11.94	8.33	13.35	95.14
F7	s.l.r.	20.07	27.36	15.97	8.67	102.78
Media	0.076	18.57	45.68	17.22	22.76	96.23

s.l.r. = sotto al limite di rivelabilità strumentale

Tab. 4. Concentrazione (ng/m³) dei metalli pesanti nel particolato atmosferico totale.

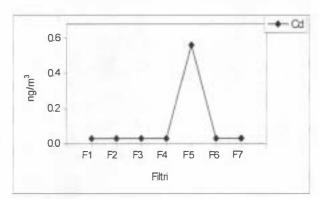


Figura 12 - Andamento del cadmio.

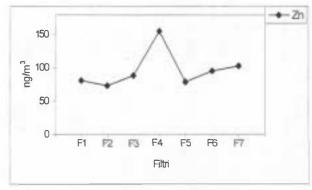


Figura 13 - Andamento dello zinco.

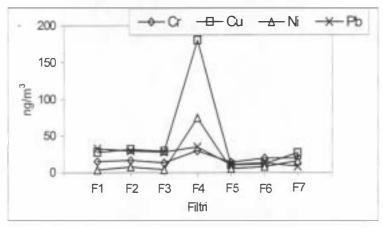


Figura 14 - Andamento del cromo, rame, nichel e piombo.

Dai risultati ottenuti si può notare come i valori della concentrazione dei metalli pesanti nel particolato atmosferico totale siano dello stesso ordine di grandezza nelle due stazioni di campionamento per cui, non sembra influire sulla qualità dell'atmosfera la vicinanza o distanza dalle arterie ad elevato traffico veicolare. In Figura 15 è riportato un confronto tra gli andamenti dei metalli presi in esame nelle due località campionate.

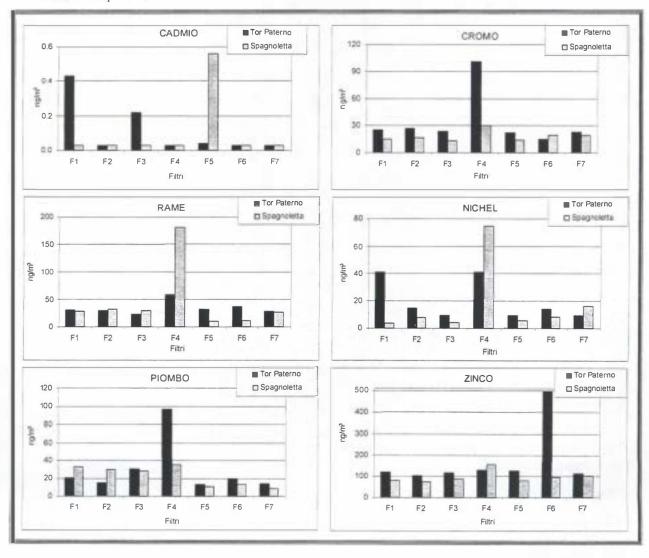
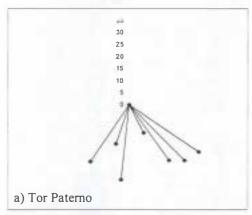


Figura 15 - Confronto degli andamenti dei metalli in esame nelle due stazioni di campionamento.

Dal confronto degli andamenti si può notare come Cr e Pb risultino presenti in concentrazione maggiore nella stazione di Tor Paterno rispetto a quella di Spagnoletta. Questo andamento anomalo si può spiegare considerando i parametri meteorologici, in quanto la stazione di Tor Paterno si trova in una posizione interna alla Tenuta e non confina direttamente con nessuna arteria stradale. Considerando i dati acquisiti dal mezzo mobile, situato a Tor Paterno durante tutto il periodo del campionamento, con lo scopo di monitorare i microinquinanti organici ed i parametri metereologici si è visto come durante le due settimane vi sia stata una direzione preferenziale del vento in direzione sud-est, come evidenziato in Figura 16 in cui è riportata la distribuzione della concentrazione del particolato atmosferico in funzione della direzione del vento, relativamente alle due stazioni prese in esame a) Tor Paterno, b) Spagnoletta.



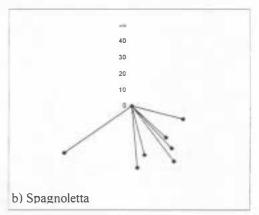


Figura 16 - Distribuzione della concentrazione del particolato in funzione della direzione del vento.

Questo andamento mette in evidenza come la stazione di Tor Paterno, situata a sud della Tenuta, sia interessata direttamente da questa direzione preferenziale. L'andamento riscontrato può essere dovuto sia al fatto che il vento proviene direttamente dal mare, sia dalla presenza in questa direzione della strada litoranea intensamente trafficata nei mesi estivi ed infine al breve tempo di residenza in atmosfera del Cr e del Pb, inferiore rispetto agli altri metalli pesanti presi in esame.

Risulta inoltre evidente come per quasi tutti i metalli vi sia un massimo di concentrazione nei filtri F4 e F5 che corrispondono alle giornate di venerdì e sabato, in corrispondenza di un aumento di traffico sia sulla Cristoforo Colombo che lungo la litoranea per cui si può ipotizzare che ciò influisca sulla concentrazione di alcuni metalli pesanti (Cr, Cu, Ni e Pb) nel particolato atmosferico.

In Tabella 5 sono riportati i valori medi della concentrazione dei metalli pesanti nel particolato atmosferico PM10, campionato in Tenuta, in Località Spagnoletta, durante una campagna svoltasi nel 1995 [9], confrontati con a quelli ottenuti per il presente lavoro.

Metallo	PM10 1995	PTS Tor Paterno 1998	PTS Spagnoletta1998
Cd	0.44	0.086	0.076
Cr	6.15	33.94	18.57
Cu	29.10	33.67	45.68
Ni	9.56	19.84	17.22
Pb	162.14	29.90	22.76

Tab. 5. Concentrazione media dei metalli pesanti nel particolato atmosferico PM10 e nel particolato totale (ng/m³).

Dai dati riportati, tenendo conto del fatto che i metalli per circa il 70-80% si trovano associati al particolato fine [12,13], i valori risultano essere discordanti con quantità molto elevate, di 6-7 volte nel PM10 per il Cd e il Pb, viceversa per Cr, Cu e Ni si ha una concentrazione maggiore di 2-3 volte maggiore nel PTS.

Si può inoltre ipotizzare ci possa essere una diminuzione della concentrazione del Pb dal 1995 al 1998, questa diminuzione può essere attribuita all'aumento dell'uso di benzine verdi, Pb, questo andamento è stato riscontrato in altri casi di studio.

CONCLUSIONI

I risultati acquisiti possono essere così sintetizzati:

- Mediante campionatori DAS sono state raccolte le deposizioni secche determinando i flussi di deposizione mensili dei metalli pesanti. I valori ottenuti risultano essere dello stesso ordine rispetto a siti di campionamento urbano (area urbana di Bologna) per Cr, Cu e Zn, superiori per Cd e Ni e decisamente inferiori per il Pb.
- ➤ Il particolato atmosferico totale raccolto durante una campagna del luglio 98 ha messo in evidenza alcuni aspetti quali:
 - 1. una maggiore concentrazione di Cr, Cu, Ni e Pb durante le giornate del fine settimana
 - 2. come la concentrazione dei metalli pesanti non sia influenzata tanto dalla distanza del punto di campionamento da una possibile fonte di inquinamento, quale strade ad levato traffico veicolare, quanto dalla direzione del vento, per cui è possibile rilevare anche in zone interne alla Tenuta elevate concentrazioni di metalli

Il presente lavoro intende fornire uno strumento metodologico per la valutazione dei flussi annuali di deposizione dei metalli pesanti, ma ricordando la preliminarietà dei risultati sarà senza dubbio necessario proseguire il monitoraggio per valutare le tendenze stagionali, approfondire gli studi sul trasporto degli inquinanti a lunga distanza e definirne un caso studio da mettere a confronto con altre realtà, soprattutto in relazione anche alla presenza di metalli pesanti anche in altre matrici quali particolato atmosferico (PM10, PTS), suolo, acque superficiali, acque di dilavamento chioma delle piante. Tale studio è progettato in una fase successiva.

BIBLIOGRAFIA

- 1. W.E.H. Blum, "La pollution des sols par les metaux lourds", 6e Conference Ministérielle Europèenne sur l'Environment, Bruxelles 1990.
- 2. National Research Council, "Acid deposition. Atmospheric processes in Eastern North America", National Academy Press, Washington 1983.
- 3. W.H. Schroeder, M. Dobson, D.M. Kane, N.D. Johnson *Toxic trace elements associated with airborne particulate matter: a review*, IAPCA, 37 (11), 1267-1285, 1987.
- 4. D.A. Lundgren, D. Hlaing Aerosol Science and Technology, 25, 353-357, 1996.
- 5. W. Michaelis, "Air pollution modelling and its application", VI, 61, H. van Dop. 1988.
- 6. G. Tartari, A. Consuma, R. Balestrini, S. Valsecchi, M. Camusso, "Misura della deposizione atmosferica totale mediante un sistema innovativo di raccolta della componente dry". Atti del Convegno La Chimica dell'Atmosfera, Società Chimica Italiana, Firenze 1994.
- 7. L. Morselli, M. Cecchini, E. Grandi, A. Iannuccilli, L. Barilli, P. Olivieri *Heavy metals in atmopspheric surrogate dry deposition*, Chemosphere, 38, 899-907, 1998.
- 8. L. Morselli, L. Barilli, P. Olivieri, E. Tabellini, A. Toschi, *I metalli pesanti nel particolato atmosferico PM 10*, Progetto di Monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Rapporto 1997.
- 9. L. Morselli, L. Barilli, P. Olivieri, M. Cecchini, R. Aromolo, V. Di Carlo, R. Francaviglia, L. Gataleta, *Heavy metals determination in dry deposition comparison between an urban and a natural site*, Annali di Chimica, in stampa.
- 10. C.M. Castellani, S. Sassi, E. Trevossoi, G. Vicini Descrizione delle linee di prelievo e delle metodiche di analisi per la validazione dei dati di qualità dell'aria determinati mediante un sistema non automatico relativamente a particelle totali sospese e ad elementi in tracce, Rapporto ENEA -Dipartimento Ambiente RT/AMB/93/01, 1993.
- 11. Sequi, P., La Chimica del Suolo, 1988, Patron Editore.
- 12. M.A. Al-Rajhi, S.M. Al-Shayeb, M.R.D. Seaword, H.G. Edwards, *Particle size effect for metal pollution analysis of atmospherically deposited dust*, Atmospheric Environment, 30, 1, 145-153, 1996
- 13. H. Horvath, M. Kasahara, P. Pesava, The size distribution and composition of the atmospheric aerosol at a rural and nearby urban location, J. Aerosol Sci. 27, 3, 417-435, 1996.

GRUPPO DI LAVORO ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA Le Eccedenze di Acidità delle Deposizioni Atmosferiche.

Valutazione dei Trend Annuali e Mappatura Preliminare

RESPONSABILE Dott.ssa R. Francaviglia

UNITA' OPERATIVE ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali -

Università degli Studi di Bologna

PARTECIPANTI ALLA RICERCA R. Francaviglia, R. Aromolo, V. Di Carlo, L. Gataleta,

L. Morselli

INTRODUZIONE

Il monitoraggio della deposizioni atmosferiche umide e secche costituisce uno dei metodi più immediati per ottenere informazioni sui meccanismi di rimozione delle sostanze presenti in atmosfera. La determinazione dei flussi di deposizione al suolo permette di verificare l'incidenza delle deposizioni atmosferiche sul bilancio nutrizionale del suolo e sul suo metabolismo, soprattutto in ambienti non agricoli. In particolare, dati i vincoli di protezione ambientale della Tenuta Presidenziale, è possibile valutare l'influenza di agenti inquinanti provenienti da distretti circostanti.

In particolare la valutazione dei dati ottenuti dal monitoraggio ambientale negli anni 1992-97 ha consentito di determinare l'eccedenza delle deposizioni atmosferiche rispetto ai carichi critici di acidità. Per definizione il carico critico (CL) è la quantità di una data sostanza che un determinato comparto ambientale (terreno, acque, ecc.) può tollerare senza che avvengano effetti negativi. Comunemente il CL esprime una quantità di sostanza inquinante (moli o equivalenti), riferita ad una superficie (ettari o chilometri quadrati) e ad un intervallo temporale (generalmente un anno), ed è un concetto applicabile alla maggior parte degli inquinanti atmosferici. Il termine eccedenza, ormai largamente accettato, sta ad indicare l'eccesso del carico delle deposizioni atmosferiche rispetto ai carichi critici [1].

PARTE SPERIMENTALE

Le metodologie utilizzabili per la mappatura dei carichi critici dipendono dalla disponibilità di informazioni ambientali, e sono sostanzialmente distinti [1] in metodi semiquantitativi (livello zero) e metodi statici (livello 1). La prima, recentemente utilizzata dall'ENEA per la mappatura dei carichi critici di acidità del territorio nazionale, è adottata in tutti i casi in cui i dati ambientali non sono adeguatamente organizzati, e riesce ad attribuire agli ecosistemi considerati un valore medio di sensibilità nei confronti delle deposizioni acide [2]. La seconda esegue un bilancio di massa in condizioni stazionarie (Steady State Mass Balance), e determina la massima immissione acida al sistema tale da non provocare una diminuzione del valore critico di alcalinità a partire dalla differenza tra la disponibilità di cationi scambiabili e la perdita di specie chimiche in grado di opporsi all'acidità dovuta al flusso meteorico [1,3,4].

Per la stima dei carichi critici della Tenuta Presidenziale di Castelporziano è stata utilizzata la metodologia di livello zero [1,2]. La procedura adottata e la relativa mappatura è riportata in dettaglio nella relazione del Report annuale 1997 [5]. La carta dei carichi critici è stata aggiornata nel 1998 con i rilevamenti recentemente eseguiti dal Gruppo di Lavoro Vegetazione nel corso del programma di monitoraggio ambientale della Tenuta. Per la valutazione delle eccedenze delle deposizioni atmosferiche rispetto ai carichi critici sono stati utilizzati i dati delle deposizioni secche ed umide, rilevati nella Tenuta nel periodo 1992-97. I valori annuali di deposizione in kg ha⁻¹ di solfato e nitrato sono stati trasformati in equivalenti di acidità, tenendo conto che 14 kg ha⁻¹ di ioni nitrato e 16 kg ha⁻¹ di solfato corrispondono a 1000 eq H⁺ ha⁻¹ anno⁻¹.

I carichi critici sono suddivisi in 5 classi con livello crescente di sensibilità: >2000, 1000-2000, 500-1000, 200-500 e 0-200 eq H⁺ ha⁻¹, che possono essere classificate con la seguente scala di vulnerabilità: molto vulnerabili, vulnerabili, mediamente vulnerabili, poco vulnerabili e non vulnerabili. Le eccedenze delle deposizioni sono invece divise in 6 classi con livello crescente di eccedenza: <0, 0-200, 200-500, 500-1000, 1000-2000 e >2000 eq H⁺ ha⁻¹ anno⁻¹, classificabili con la seguente scala di rischio: assente, basso, medio, elevato, molto elevato, elevatissimo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La carta dei carichi critici (Figura 1) indica che la maggior parte del territorio della Tenuta di Castelporziano presenta un grado medio di sensibilità agli apporti di acidità derivanti dalle deposizioni atmosferiche, ricadendo nella classe 3 di sensibilità; è quindi in grado di tollerare apporti di acidità compresi tra i 500 ed i 1000 eq H⁺ ha⁻¹ per anno nelle zone caratterizzate dalla presenza di boschi di latifoglie, macchia mediterranea e terreni coltivati. Il carico critico scende a 200-500 eq H⁺ ha⁻¹ per anno, e quindi la sensibilità aumenta, per i terreni attribuibili alla classe 4 dove sono presenti pinete e pascoli, che comunque rappresentano una percentuale minore del territorio della Tenuta.

Va considerato che la metodologia di livello zero non consente una valutazione puntuale dei carichi critici, ma indica solo un range di variazione; un'altra fonte di incertezza al momento attuale deriva dalla validità spaziale dei dati delle deposizioni atmosferiche rilevati nelle due stazioni di Trafusa e di Tor Paterno. Pertanto le eccedenze sono state calcolate per entrambi i siti di rilevamento rispetto al valore minimo, massimo e medio del range per le due classi di carico critico esistenti nel territorio della Tenuta. La classe 4 per le pinete ed i pascoli (Tabella 1) e la classe 3 per i boschi di latifoglie, la macchia mediterranea e i terreni coltivati (Tabella 2).

L'esame dei dati annuali non ha messo in evidenza un trend particolare, sia del carico di acidità delle deposizioni atmosferiche, sia della loro eccedenza rispetto ai carichi critici. Infatti il 1992 ha presentato caratteristiche simili a quelle del 1996, il 1993 al 1997 e il 1994 al 1995. Con riferimento al valore medio del carico critico per le pinete e i pascoli, che è di 350 eq H⁺ ha⁻¹, nei sei anni di rilevamento le eccedenze oscillano da 145 a 581 eq H⁺ ha⁻¹ a Trafusa, con classi di eccedenza da 2 a 4. A Tor Paterno, dove le deposizioni di acidità sono meno elevate, le eccedenze vanno da –34 a 413 eq H⁺ ha⁻¹,e le classi di eccedenza da 1 a 3. Facendo riferimento ai valori medi delle due stazioni, le eccedenze oscillano da 110 a 490 eq H⁺ ha⁻¹ con classi di eccedenza da 2 a 3. Per i boschi di latifoglie, la macchia mediterranea e i terreni coltivati, che hanno un valore medio di carico critico di 750 eq H⁺ ha⁻¹, le eccedenze oscillano da –255 a 181 eq H⁺ ha⁻¹ a Trafusa (classi di eccedenza 1-2), e da -434 a 13 eq H⁺ ha⁻¹ a Tor Paterno (classe di eccedenza 1). I valori medi delle due stazioni vanno da –289 a 90 eq H⁺ ha⁻¹ con classi di eccedenza 1 e 2. Le eccedenze medie per i sei anni sono riportate nella figura 2.

Uno studio più approfondito è stato eseguito su tre aree a differente tipologia di vegetazione e di suolo: 1) un'area a sughereta situata nella parte NO della Tenuta (Spagnoletta-Trafusa); 2) un'area a rimboschimento di Pino domestico, posta nella zona centrale (Cerasolo); 3) un'area a ridosso del litorale, caratterizzata da macchia mediterranea e lecceta. Nella Tabella 3 si riportano i valori medi delle eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche rispetto ai carichi critici per le tre aree. Dall'esame dei dati risulta quanto segue. L'area 1 è mediamente vulnerabile, ma dati i livelli medi di acidità delle deposizioni atmosferiche, il rischio è da assente a basso. L'area 2 è vulnerabile, ma gli apporti di acidità delle deposizioni comportano un rischio da basso a medio. Infine, l'area 3 è mediamente vulnerabile, ma dati i livelli medi di acidità delle deposizioni il rischio è da assente a basso.

E' stato inoltre possibile confrontare i valori delle deposizioni atmosferiche umide dal 1995 al 1997 per le stazioni di Tor Paterno e Trafusa con quelle della stazione urbana di Bologna, e i valori delle deposizioni totali (wet + DAS) per il 1997 di Tor Paterno e Bologna. Dal confronto dei flussi annuali delle deposizioni umide riportato nella Figura 3 si evidenzia una netta prevalenza dei flussi di NO₃ nelle stazioni della Tenuta di Castelporziano, ed in particolare a Trafusa, soprattutto nel 1996 che è risultato l'anno più piovoso per tutte le stazioni e quindi quello che ha contribuito maggiormente al fenomeno dell'acidificazione. Per gli SO₄, al contrario, si ha quasi sempre una netta prevalenza a Bologna.

Lo studio delle deposizioni totali annue (wet + DAS) riferite al 1997, ha messo in luce la prevalenza dei solfati sui nitrati sia a Tor Paterno che a Bologna (Figura 4). Per Tor Paterno l'apporto di SO₄ è attribuibile in parti quasi uguali alla deposizione umida e secca, mentre a Bologna il contributo della deposizione secca è di circa il 60 %. L'apporto dei nitrati è costituito per oltre il 70 % dalla deposizione umida a Tor Paterno, a Bologna è attribuibile in parti circa uguali alle due forme di deposizione. I totali

annui di acidità, rispettivamente di 798 e 698 eq H⁺ ha⁻¹, indicano poi la prevalenza del contributo della deposizione umida a Tor Paterno, e di quella secca a Bologna.

Per quanto riguarda il confronto dei carichi critici di acidità e la corrispondente eccedenza delle deposizioni atmosferiche, la maggior parte del territorio della Tenuta di Castelporziano, date le peculiari condizioni di uso del suolo e di tipologia della roccia madre, è più vulnerabile rispetto all'area di Bologna, ed è in grado di tollerare apporti annui di acidità compresi tra 500 e 1000 eq H⁺ ha⁻¹. Comunque, con riferimento ad un carico critico medio di 750 eq H⁺ ha⁻¹, le eccedenze delle deposizioni sono praticamente trascurabili. Al contrario per la stazione urbana, con un carico critico di oltre 2000 eq H⁻ ha⁻¹, non si ha mai eccedenza delle deposizioni.

CONCLUSIONI

La metodologia presentata intende essere una valutazione preliminare dei carichi critici e delle eccedenze delle deposizioni atmosferiche. Molti aspetti dello studio necessitano, infatti, ulteriori approfondimenti, primo fra tutti la validità spaziale dei dati dei due siti di rilevamento delle deposizioni atmosferiche. Sarebbe quindi auspicabile l'installazione di un terzo campionatore in posizione intermedia tra i due siti di rilevamento. Con riferimento comunque ai valori medi delle due stazioni ed alla classe meno sensibile di carico critico, che è la più rappresentata nella Tenuta e coincide con le aree occupate dai boschi di latifoglie e dal terreno arabile, durante i 6 anni di monitoraggio le eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche hanno raggiunto come valore massimo i 90 eq H⁺ ha⁻¹ che è un valore praticamente trascurabile.

Il confronto dei dati della Tenuta con quelli di un sito a tipologia urbana eseguito per il triennio 1995-97 ha messo in evidenza la prevalenza dei nitrati sui solfati nelle deposizioni umide soprattutto nella stazione di Trafusa. Per le deposizioni totali, valutate sommando il contributo delle deposizioni wet a quelle delle deposizioni dry su superficie acquosa (DAS) il confronto è stato eseguito solo per il 1997 tra Tor Paterno e Bologna. E' stato messo in evidenza il maggior apporto di solfati in entrambe le stazioni, attribuibile per Tor Paterno in parti uguali alle due deposizioni. Sempre per Tor Paterno i nitrati provengono in gran parte dalla deposizione umida, e le eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche risultano più elevate perché è più basso il carico critico dei terreni della Tenuta, ma sono comunque molto contenute.

Va inoltre considerato, come già sottolineato nel lavoro sui metalli pesanti delle deposizioni dry inserito in questo stesso Report, che la Tenuta è situata in prossimità di aree caratterizzate da una notevole attività antropica (la città di Roma, strade intensamente trafficate, l'aeroporto di Fiumicino), come anche il possibile ruolo del trasporto di inquinanti a lunga distanza dall'inceneritore del Comune di Roma e della centrale termica di Civitavecchia. Numerosi sono quindi i fattori che influiscono sulla qualità dell'aria e delle deposizioni atmosferiche e che possono modificare gli andamenti tipici e le caratteristiche che ci aspetterebbe di riscontrare in un sito remoto.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano le Dr.sse Luisa Barilli e Piera Olivieri dell'ENEA, Unità AMB.CAT.FRAL. - C.R.E.di Bologna per aver messo a disposizione i dati della stazione di rilevamento di Bologna.

BIBLIOGRAFIA

- Hetteling J.P., Downing RJ., de Smet P.A.M. "Mapping critical loads for Europe". CCE Technical report No. 1, 1991.
- 2. Bonanni P., Brini S., Del Monaco G., Liburdi R., Trocciola A. "Mappa dei carichi critici di acidità totale riferita al territorio italiano". Giornata di Studio sull'inquinamento transfrontaliero, ENEA Dipartimento Ambiente, Roma 15 novembre 1995.
- 3. Francaviglia R., Aromolo R., Di Carlo V., Morselli L., Iannuccilli A., Barilli L. "Proposta metodologica per il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche e la valutazione delle eccedenze ai carichi critici". Il Congresso Nazionale di Chimica Ambientale, Rimini, 18-20 settembre 1996.
- 4. Novo A., Francaviglia R., Aromolo R., D Carlo V., Bartolini D., Morselli L. "Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche umide presso la Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Risultati 1992-1995". Rapporto Terzo Seminario sulla Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma 14 giugno 1996
- 5. Francaviglia, R., Aromolo R., Di Carlo V., Morselli, L. "I carichi critici di acidità e le eccedenze delle deposizioni atmosferiche: valutazione preliminare". Quarto Rapporto sulla Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Roma 1997.

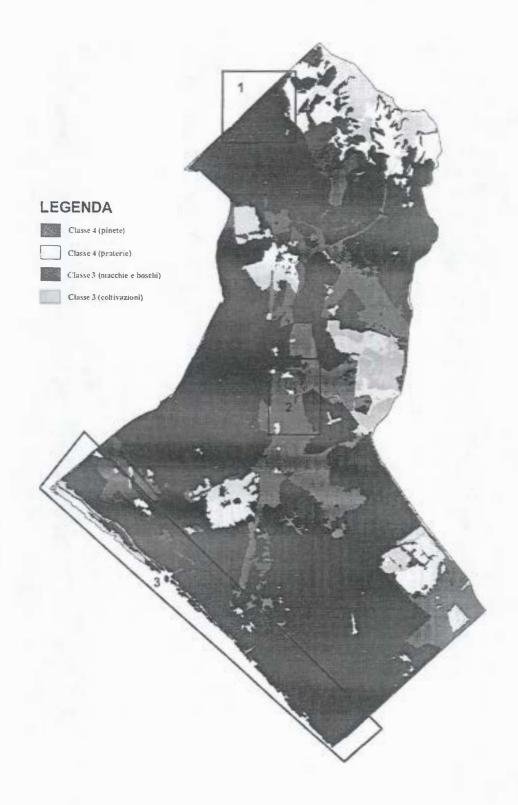


Figura 1 - Carta dei carichi critici della Tenuta determinati con la metodologia "livello 0".

Tab. 1. Deposizioni, eccedenze e classi di eccedenza per le pinete e i pascoli.

	Deposi	zione D	Ecc	edenze eq H	ha ⁻¹	Cla	ssi di eccede	nza
Anno	kg ha ⁻¹	eq ha ⁻¹	D-200	D-500	D-350	D-200	D-500	D-350
				Trafusa				
1992	14.01	914	714	414	564	4	3	4
1993	11.14	729	529	229	379	4	3	3
1994	9.18	605	405	105	255	3	2	3
1995	7.54	495	295	-5	145	3	1	2
1996	13.90	931	731	431	581	4	3	4
1997	12.13	806	606	306	456	4	3	3
Media	11.32	747	547	247	397	4	3	3
				Tor Paterno				
1992	11.79	763	563	263	413	4	3	3
1993	10.18	658	458	158	308	3	2	3
1994	4.88	316	116	-184	-34	2	1	1
1995	8.15	537	337	37	187	3	2	2
1996	11.5I	749	549	249	399	4	3	3
1997	9.92	646	446	146	296	3	2	3
Media	9.41	612	412	112	262	3	2	3
			Media	delle due st	azioni			
1992	12.90	838	638	338	488	4	3	3
1993	10.66	693	493	193	343	3	2	3
1994	7.03	460	260	-40	110	3	1	2
1995	7.85	516	316	16	166	3	2	2
1996	12.70	840	640	340	490	4	3	3
1997	11.02	726	526	226	376	4	3	3
Media	10.36	679	479	179	329	3	2	3

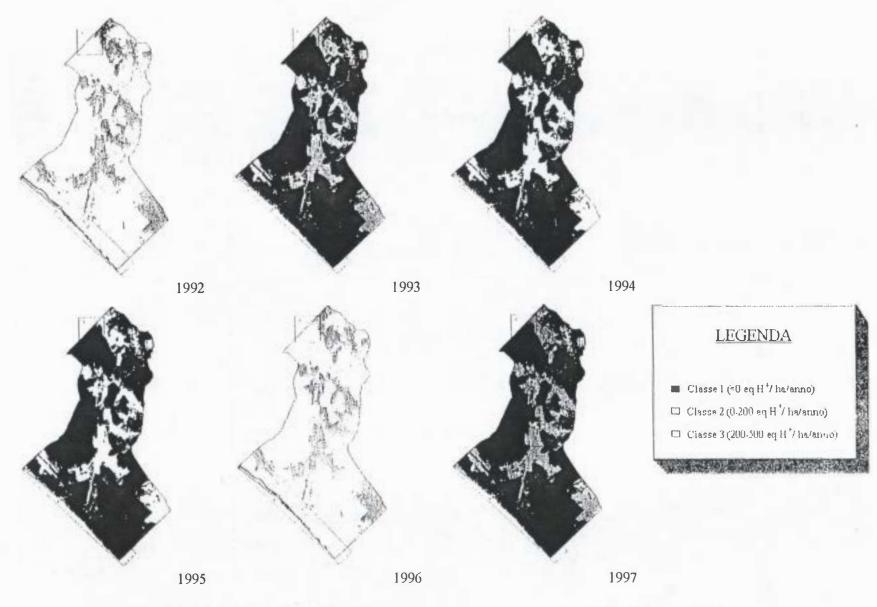


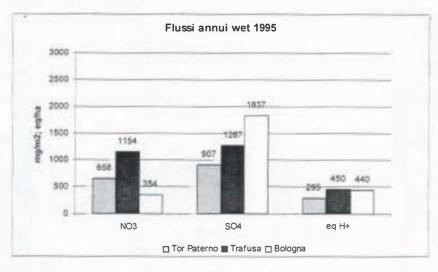
Figura 2. Carta delle eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche per il periodo 1992-97.

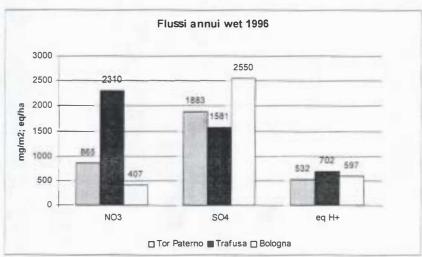
Tab. 2. Deposizioni, eccedenze e classi di eccedenza per boschi di latifoglie, macchia mediterranea e terreni coltivati.

	Deposi	zione D	Ecc	edenze eq H ⁺	ha ⁻¹	Classi di eccedenza		
Anno	kg ha ⁻¹	eq ha-1	D-500	D-1000	D-750	D-500	D-1000	D-750
				Trafusa				
1992	14.01	914	414	-86	164	3	1	2
1993	11.14	729	229	-271	-21	3	1	1
1994	9.18	605	105	-395	-145	2	1	1
1995	7.54	495	-5	-505	-255	1	1	1
1996	13.90	931	431	-69	181	3	1	2
1997	12.13	806	306	-194	56	3	1	2
Media	11.32	747	247	-253	-3	3	1	1
				Tor Paterno				
1992	11.79	763	263	-237	13	3	1	2
1993	10.18	658	158	-342	-92	2	1	1
1994	4.88	316	-184	-684	-434	I	1	1
1995	8.15	537	37	-463	-213	2	1	1
1996	11.51	749	249	-251	-1	3	1	1
1997	9.92	646	146	-354	-104	2	1	- 1
Media	9.41	612	112	-389	-139	2	1	1
			Media	delle due st	azioni			
1992	12.90	838	338	-161	88	3	1	2
1993	10.66	693	193	-306	-56	2	1	1
1994	7.03	460	-40	-539	-289	1	1	1
1995	7.85	516	16	-484	-234	2	1	1
1996	12.70	840	340	-160	90	3	1	2
1997	11.02	726	226	-274	-24	3	1	1
Media	10.36	679	179	-321	-71	2	15	- 1

Tab. 3. Eccedenze di acidità delle deposizioni atmosferiche per le tre aree selezionate.

	Area	Eccedenze eq H ⁻ ha ⁻¹	Classi di eccedenza
1.	Spagnoletta-Trafusa	-255÷164	1÷2
2.	Cerasolo	110÷490	2÷3
3.	Area retrodunale	-434÷13	1÷2





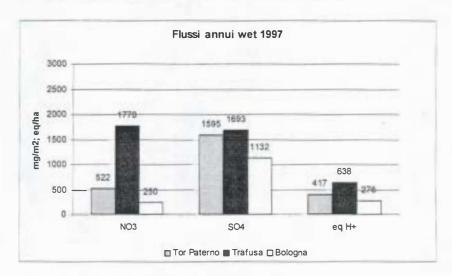
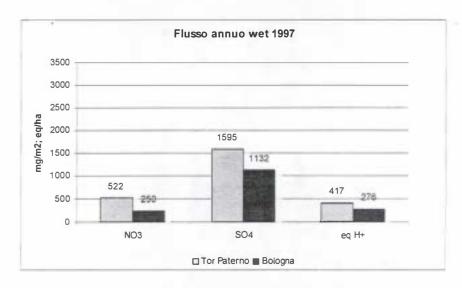
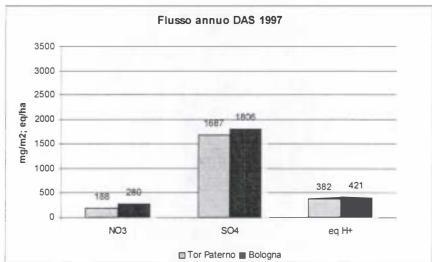


Figura 3 - Flussi di nitrati e solfati ed equivalenti di acidità delle deposizioni wet per le tre stazioni.





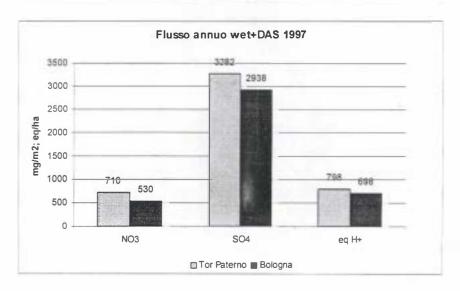


Figura 4 - Flussi di nitrati e solfati ed equivalenti di acidità delle deposizioni totali per Tor Paterno e Bologna.

GRUPPO DI LAVORO

ATMOSFERA

TITOLO DELLA RICERCA

Studio di Inquinanti in Atmosfera e loro Trasformazione in un Ecosistema Naturale. Interazioni con l'Ambiente

RESPONSABILE

Prof. L. Morselli

UNITA' OPERATIVA

Università degli Studi di Bologna / Ministero dell'Ambiente - Roma

PROGRAMMA PER IL V ANNO DI RICERCA

Il completamento del quadro generale delle ricerche e dei vari elaborati si va completando, le attività programmate per il prossimo anno di attività si basano essenzialmente su:

- verifiche dei dati pregressi e la formulazione di specifici trend per alcune situazioni per le quali sono stati raccolti dati pluriennali, vedi ad esempio le mappe dei Carichi Critici e gli indici di stress idrico e di biomassa;
- completamento delle ricerche che comportino la comprensione di correlazioni dei dati ottenuti e l'influenza delle realtà ambientali esterne come ad esempio una campagna relativa al traffico veicolare esterno ed una ulteriore campagna di monitoraggio con mezzi mobili per macroinquinanti in località che completi le campagne precedenti e che siano rappresentative dell'intera Tenuta;
- ulteriore indagine relative ai microinquinanti per meglio attribuire i livelli di contaminazione;
- ricerca di indici ambientali obiettivi, tra i diversi considerati sino ad ora, e che possano indicare più degli altri la qualità dell'atmosfera nella Tenuta, ma soprattutto che possano essere di riferimento per il proseguo della ricerca.

Appunto quest'ultimo aspetto sembra essere di grande importanza ed attualità, proseguire cioè le attività di Monitoraggio rendendo il SITAC uno strumento dinamico via via aggiornabile nei dati acquisiti ma anche nella struttura stessa. Da qui discende un progetto per la creazione di una struttura fissa di monitoraggio ambientale dell'atmosfera all'interno della Tenuta ovvero una struttura fissa comprendente un numero minimale di apparecchiature che funzionano in continuo ed in una logica di "on time" nel fornire i dati in un centro di elaborazione ai quali vanno aggiunti dati provenienti da campagne specifiche. Ciò può essere proposto per tutti i GdL per una struttura che comprenda tutte le tematiche sino ad ora considerate avvalorando l'ipotesi della Tenuta come parco tecnologico e scientifico di riferimento per le aree protette.



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

SUOLO

Responsabile: Prof. Paolo Sequi

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

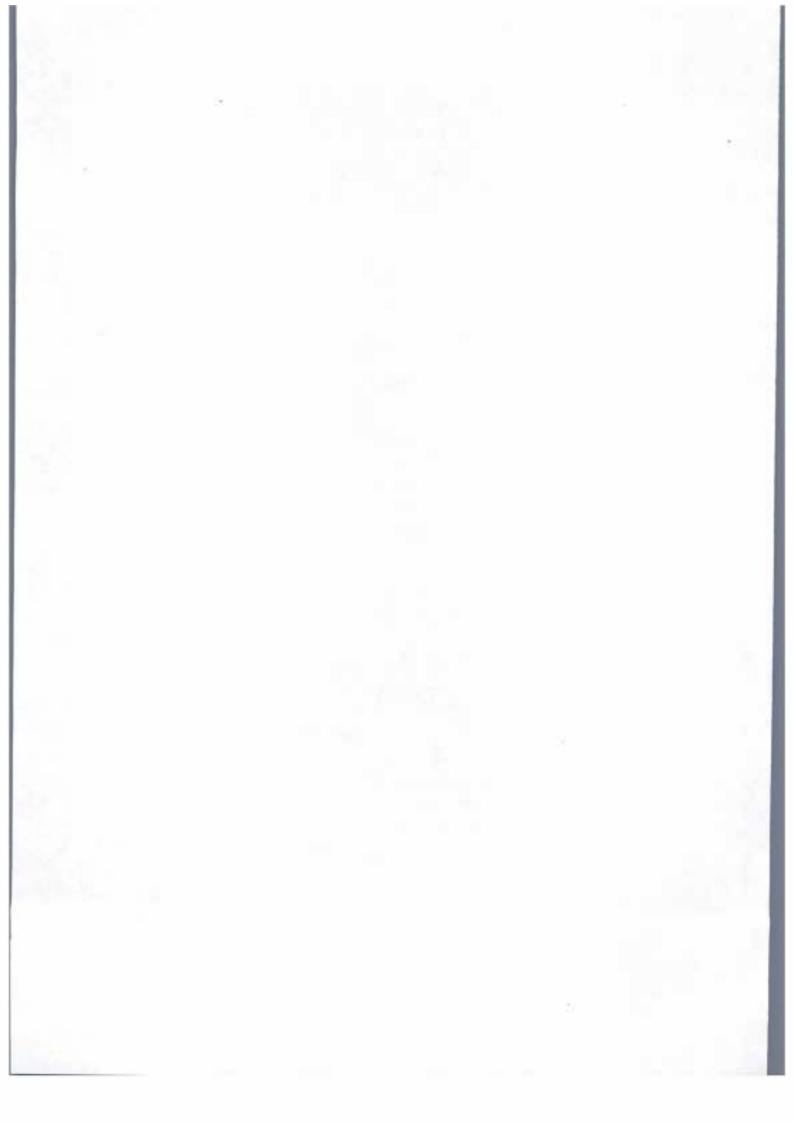
ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Roma Sezione di Nutrizione Azotata e Microbiologia del Suolo A. Benedetti , F. Fiorelli, M. Marchionni, O. Micciulla, F. Tittarelli

Tenuta Presidenziale di Castelporziano
A. Tinelli

Università degli Studi di Bologna - Ministero dell'Ambiente L. Morselli

ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro - Roma M. Villarini, P. Falconi, C. La Gioia, C. Riccardi, C. Simeoni

ISSDS - Firenze M. Pagliai, O. Grasselli, N. Vignozzi



GRUPPO DI LAVORO

SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA

Studio e Gestione della Sostanza Organica del Suolo in

Ambiente Mediterraneo

RESPONSABILE

Prof. P. Sequi

UNITA' OPERATIVA

ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

INTRODUZIONE

Nell'annualità 1997-1998 il G.d.L. Suolo ha intensificato l'attività di coordinamento con gli altri Gruppi di Lavoro e, fatta eccezione per il G.d.L. Vegetazione, si sono intraprese iniziative coordinate con tutti gli altri gruppi. Ricercatori appartenenti all'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante collaborano in maniera più o meno diretta e più o meno intensa con i Gruppi di Lavoro Atmosfera, Fauna, Idrogeologia ed Impatto Antropico. In particolare, sono stati intensificati gli studi sul rilevamento degli inquinanti atmosferici depositati al suolo come, ad esempio, i metalli pesanti da traffico veicolare, sia nei siti considerati negli anni precedenti che presso le cinque stazioni di monitoraggio permanente delle acque di lavaggio delle piante d'alto fusto.

Dall'integrazione dei dati dei metalli pesanti, nitrati, ammonio e solfati nel suolo e nelle acque di lavaggio, nonché nelle deposizioni umide e secche, nelle acque dei piezometri e delle piscine, sarà possibile, nel prossimo anno di attività, con l'ausilio del S.I.T.A.C. procedere alla stesura della carta

degli inquinanti.

Ad un livello di maggiore integrazione si è giunti con il G.d.L. Fauna ed, in particolare, con l'U.O. Ungulati. Su sei diversi transetti, individuati da quest'ultima e classificati in base a diversi livelli di attività di rooting dei cinghiali, sono stati rilevati i principali parametri fisici, chimici e biologici, al fine di valutare l'impatto del libero pascolamento degli animali e fornire eventuali indicazioni per il piano di gestione della tenuta. Nel caso dei parametri chimici e biologici non si sono ottenuti dati altamente correlati tra rooting e fertilità del suolo. Questo potrebbe semplicemente indicare che lo scavo è di tipo occasionale e corrisponde più che altro ad un'aratura biologica del suolo che non porta necessariamente ad un degrado dello stesso. A tale proposito, solo per un caso, in località Dogana, si è messa in evidenza un'accelerazione molto marcata dei processi di mineralizzazione della sostanza organica del suolo causata, probabilmente, dal fatto che il sito è ripetutamente visitato dai cinghiali e caratterizzato da un basso rinnovamento del contenuto in sostanza organica, quindi presenta un maggior rischio di degrado. Ampia integrazione si è ottenuta anche con il Gruppo Impatto Antropico sia nei confronti della valutazione del potenziale danno arrecato dalle pratiche agricole in Tenuta, ivi compreso il pascolamento degli animali domestici, che della gestione delle biomasse di rifiuto e di scarto. Nel primo caso, si è operato congiuntamente su siti individuati come ad alto impatto di pascolamento, evidenziando nel suolo una riduzione dei pori allungati ed una generale degradazione della sua struttura. Ciò comporta una diminuzione della fertilità biologica che, nel tempo, potrebbe innescare fenomeni di perdita della biodiversità della popolazione microbica del suolo con ripercussioni sull'ambiente naturale. Nel secondo caso, sono stati raccolti dati, anno per anno, relativamente a tipologia e volume delle biomasse prodotte nel territorio della Tenuta, nonché effettuate analisi per la loro caratterizzazione chimico-fisica, al fine di raggiungeme una ottimizzazione della gestione.

Infine, il G.d.L. Suolo ha collaborato strettamente con il S.I.T.A.C. per la catalogazione di tutti i dati finora acquisiti e attualmente si dispone di tabulati inerenti sia la caratterizzazione chimica e biologica di oltre 50 prelievi dispersi su tutto il territorio della Tenuta che l'approfondimento specifico. E' intenzione dei ricercatori del G.d.L. Suolo di procedere nei prossimi mesi, con l'ausilio del S.I.T.A.C., alla

realizzazione della carta della fertilità e della carta geopedologica.

Gruppo di Lavoro SUOLO – Coordinatore Prof. Paolo Sequi

		Tuppo di Lavoro 300LO - Cooi diliatore i roi. Taolo	Sequi
U.O.	Responsabile	Attività di ricerca	Ricercatori impegnati
ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma	A. Benedetti	 a) Studio del turnover della sostanza organica del suolo. b) Valutazione dell'impatto di differenti fattori xenobiotici sulla fertilità del suolo. c) Impatto sul suolo del rooting dei cinghiali. 	O. Micciulla, A. Trinchera
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro di Roma ISNP	M. Villarini	 a) Inquinamento del suolo: caratterizzazione delle acque di lavaggio della vegetazione ad alto fusto e del suolo sottochioma. b) Caratterizzazione dei suoli della Tenuta (metalli 	C. Simeoni, C. La Gioia a) b) A. Benedetti, F. Fiorelli, M. Marchionni,
Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali Univ. di Bologna, Ministero dell'Ambiente Tenuta Presidenziale di Castelporziano	L. Morselli	Recupero e valorizzazione delle biomasse da residui: a) censimento b) caratterizzazione c) realizzazione di un compost di qualità.	a) A. Tinelli a) b) A.Benedetti, A. Massi c) A. Benedetti, F. Fiorelli, M. Marchionni,
ISPESL	M.D. E.		F. Tittarelli b) M. Villarini, P. Falconi, C. Riccardi, C. Simeoni
ISSDS - Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo di Firenze	M. Pagliai	Valutazione del compattamento del suolo attraverso indagini micromorfologiche.	M. Pagliai, O. Grasselli, S. Pellegrini, N. Vignozzi

GRUPPO DI LAVORO SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA Effetto del Rooting del Cinghiale (Sus Scrofa L.) sulle

Caratteristiche Chimiche e Biologiche del Suolo in

Ambiente Mediterraneo

RESPONSABILE Dott.ssa A. Benedetti

UNITA' OPERATIVE ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica - Ozzano

dell'Emilia, Bologna

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Benedetti, F. Fiorelli, M. Marchionni

S. Focardi, D. Monetti

INTRODUZIONE

Uno degli scopi principali del Programma di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano è quello di sviluppare studi interdisciplinari sul funzionamento dell'ecosistema ed in particolare di acquisire informazioni e dati utili a prevedere l'evoluzione dello stesso, almeno nel medio termine. La popolazione del cinghiale (Sus scrofa L.) della Tenuta è molto importante ai fini della conservazione dell'ambiente naturale e richiede una sua corretta gestione, anche in relazione all'impatto che essa può avere sul suolo e sulle fitocenosi forestali (1). A tale proposito, è stato sviluppato un esperimento, in collaborazione tra il Gruppo di Lavoro Fauna ed il Gruppo di Lavoro Suolo (2), allo scopo di verificare, attraverso una metodologia obiettiva, quale sia l'effetto dello scavo del suolo (rooting) da parte del cinghiale, sulla fertilità chimica e biologica del suolo stesso. Risulta evidente che, le singole attività di rooting sono irrilevanti ma che la loro reiterazione, da parte di un gran numero di animali e per lunghi periodi di tempo, può determinare modificazioni profonde sul suolo (3) e quindi nell'evoluzione del soprassuolo boschivo. In effetti, è stato evidenziato un impatto del pascolamento dei cinghiali sulla fertilità, nel senso che si è manifestata una perdita del profilo del suolo ed una corrispondente accelerazione dei processi degradativi della componente organica (4). Peraltro, è stata rilevata una minore stabilità delle comunità microbiche nei siti caratterizzati da maggiore disturbo. E' stata anche segnalata la possibilità di un'alterazione della riserva di sostanza organica del suolo, qualora il rooting sia frequente ed ad opera di molti animali (5). Nel caso oggetto di questo studio, se il degrado fosse portato a significative estensioni della Tenuta potrebbe compromettere la qualità del suolo e, conseguentemente, ridurre il rinnovamento delle specie vegetali nonché ostacolare lo svolgimento delle successioni naturali.

AREA DI STUDIO

Le analisi relative al rooting hanno riguardato campioni di suolo prelevati in sei località della Tenuta, precedentemente individuate dal G.d.L. Fauna, così denominate: Malafede, Malafede (Capp. S. Croce), Pepparello, Strada Malpasso (l'Imposto), Viale delle Riserve Nuove (Camilletto) e Poggio dei Corsi.

MATERIALI E METODI

Il piano sperimentale si basa sulla valutazione quantitativa del rooting, nelle diverse aree scelte della Tenuta Presidenziale, effettuata durante il periodo Settembre 1995-Agosto 1996 e operata dal G.d.L. Fauna secondo le metodologie descritte da Focardi (6).

Il G.d.L. Fauna ha preso in considerazione 40 transetti (T) che sono stati classificati in base alla frequenza di occorrenza dell'attività di rooting di tipo A (0-10 cm) e di tipo B (10-20 cm). Per le analisi dei suoli ne sono stati, invece, selezionati due caratterizzati da scarsa, due da media e due da elevata

frequenza di occorrenza dell'attività di rooting. Ogni transetto è stato poi suddiviso in cinque segmenti (S1, S2, S3, S4, S5) di 100 m ciascuno. All'interno di ciascun segmento sono stati, infine, individuati due ulteriori segmenti caratterizzati rispettivamente dalla minima (m) e dalla massima (M) frequenza di occorrenza dell'attività di rooting, omogenei rispetto alle caratteristiche del suolo ed alla copertura vegetale. Ciascun segmento è stato campionato in cinque punti, secondo una distribuzione statisticamente significativa, a profondità 0-20 cm (1°) e 20-40 cm (2°) e ne è stato realizzato un campione medio di suolo.

Questo schema di campionamento consente un'analisi multifattoriale della varianza, al fine di mettere in luce le possibili differenze dovute a vari livelli di rooting fra le aree, i segmenti e gli strati di suolo nonché tutte le interazioni fra i precedenti parametri coinvolti.

Per quanto riguarda l'indagine chimica e biochimica è stato previsto di caratterizzare i suoli in ogni sito di osservazione attraverso l'analisi dei seguenti parametri chimici: carbonio organico totale (TOC%), sostanza organica (SO%), carbonio organico estraibile (TEC%), carbonio organico umificato [C(HA+FA)%], grado di umificazione (DH%), tasso di umificazione (HR%), azoto totale (N%), rapporto carbonio/azoto (C/N) e biochimici: respirazione del suolo, carbonio della biomassa microbica ($C_{biomassa}$), respirazione specifica della biomassa $[q(CO_2)]$, quoziente di mineralizzazione (qM) e rapporto percentuale tra il carbonio della biomassa microbica ed il carbonio organico totale $[(C_{biomassa}/TOC)\%]$. E' stata, inoltre, valutata la cinetica di mineralizzazione del carbonio organico (K) ed effettuata, sempre in collaborazione con il G.d.L. Fauna (U.O. Ungulati), un'analisi statistica (S.A.S. Statistical Analysis Software), con lo scopo di mettere in luce tutte le possibili correlazioni tra i parametri chimici e biochimici rispetto al rooting.

Per l'analisi effettuata in triplo dei campioni di suolo appartenenti ai transetti considerati, il terreno è stato seccato all'aria e setacciato a 2 mm.

Il contenuto di sostanza organica di ciascun campione di suolo è stato stimato in maniera indiretta, determinando la concentrazione di carbonio organico totale mediante il metodo analitico di Springer e Klee (7); la sostanza organica è stata calcolata moltiplicando il valore di TOC% ottenuto per il coefficiente di Van Bemmelen (1.724), che si basa sull'assunto secondo il quale la sostanza organica del suolo contiene circa il 58% di carbonio organico.

Il carbonio organico estraibile è stato determinato mediante estrazione di g 4 di campione con 100 ml di soluzione estraente NaOH/Na₄P₂O₇ 0.1N a 65°C per 48 h, mentre la frazione organica degli acidi umici e fulvici è stata ottenuta mediante acidificazione di un'aliquota dell'estratto e successiva purificazione della frazione fulvica non precipitata su colonna cromatografica di PVP (polyvinylpyrrolidone) (8). I contenuti in carbonio organico estraibile ed in carbonio organico umificato sono stati determinati mediante il suddetto metodo analitico di mineralizzazione. Il tasso ed il grado di umificazione sono stati calcolati mediante le seguenti formule:

HR% = C(HA+FA)100/TOC DH% = C(HA+FA)100/TEC

I risultati relativi ai parametri chimici descritti sono riferiti al terreno secco a 105°C.

La stima della respirazione del suolo, che consente di quantificare l'attività microbica, è stata effettuata utilizzando il metodo descritto da Isermeyer (9) il cui principio si basa sulla misura dell'anidride carbonica che si libera durante l'incubazione del suolo in un sistema chiuso: la CO₂ prodotta dal terreno condizionato a 30°C, al 100% della capacità di campo, viene catturata da una soluzione di soda che viene poi titolata con acido cloridrico. I dati sono espressi in mg di CO₂ per kg di suolo (peso secco, riferito a 105°C) e sono relativi ai primi 14 giorni di osservazione; le misure sono state effettuate al 1°, 2°, 4°, 7°, 10° e 14° giorno di incubazione.

Il carbonio della biomassa microbica è stato determinato con il metodo della fumigazione-estrazione (10) previo condizionamento per 10 giorni a 30°C, al 100% della capacità di campo; i valori sono espressi in mg di carbonio per kg di peso secco di suolo.

Il quoziente metabolico esprime la respirazione specifica della biomassa e viene indicato come $q(CO_2) = (mg \ di \ CO_2 \ a \ plateau/mg \ di \ carbonio biomassa per kg \ di terreno secco a <math>105^{\circ}C)h^{-1}$ (11).

Il quoziente di mineralizzazione del carbonio organico esprime la capacità del terreno di degradare la sostanza organica labile e viene indicato come mg di CO₂ totale prodotta in 14 giorni di incubazione/mg di carbonio organico totale per kg di terreno secco a 105°C.

E' stato infine calcolato il rapporto (C_{biomassa}/TOC)%, che da Brookes (12) è stato definito un "controllo interno" alla comunità microbica del terreno, utile a definirne lo stato di equilibrio nei confronti della sostanza organica presente.

RISULTATI E DISCUSSIONE

La discussione dei dati, raccolti in tabella 1, può essere affrontata a diversi livelli, passando da quello più globale, che raccoglie i transetti in base all'attività di rooting scarsa, media o elevata a quello in scala più ristretta di segmento rappresentato da un'attività di minimo o massimo rooting a quello, infine di strato nell'ambito dello stesso segmento.

Dall'osservazione della suddetta tabella emerge che i suoli dei sei transetti studiati presentano mediamente una discreta dotazione in carbonio organico (TOC%), con valori complessivamente più bassi per i transetti 20 e 14, rispettivamente di medio ed elevato rooting.

La distribuzione del carbonio organico tra i due strati di suolo analizzati è ovunque ben evidente, con una quantità maggiore per quello superficiale (cm 0-20).

Dall'analisi degli indici di umificazione (DH% e HR%), si può osservare che per il grado di umificazione (DH%), generalmente più alto a livello dello strato profondo (cm 20-40), si perde in alcuni casi la diversificazione tra strati e, precisamente, in corrispondenza dei transetti 28 (scarso rooting), 13 e 20 (medio rooting), sempre nei segmenti che presentano massimo rooting (figura 1).

Nel caso del transetto 20 anche per il tasso di umificazione (HR%) si osserva una simile condizione di appiattimento del dato nel segmento di massimo rooting (figura 2). Questo tipo di risposta a carico dei suddetti parametri potrebbe indicare una possibile azione di disturbo da parte dell'attività di scavo operata dai cinghiali.

L'attività respirometrica è più intensa nello strato superficiale che in quello profondo in tutti i segmenti dei transetti, come in un suolo non disturbato e non sembra, quindi, risentire del rooting. Inoltre non si hanno differenze rilevanti nei valori di respirazione basale; tale parametro viene comunemente utilizzato per evidenziare alterazioni degli equilibri microbici e qualora risultasse depresso rispetto al controllo sarebbe indice di un effetto negativo sul turnover della biomassa microbica; pertanto, in questo caso, è possibile ipotizzare un disturbo occasionale, anche alla luce del valore del carbonio organico totale del suolo, che non ha subito decrementi significativi tra le diverse situazioni a confronto.

Per la respirazione specifica della biomassa (corrispondente alla quantità di CO₂ sviluppata per unità di biomassa), che si dimostra un indicatore di stress ambientale molto preciso, se ne osserva l'aumento nello strato profondo in ogni segmento dei transetti caratterizzati da scarsa e media attività di rooting; diversamente, i valori relativi ai transetti soggetti a rooting elevato, oltre ad essere complessivamente i più bassi, sono inferiori nello strato profondo rispetto a quello superficiale, sia per il segmento di rooting massimo del T14 che per entrambi i segmenti del T32. Questo risultato è correlato con quello relativo al C-biomassa la cui quantità, nei transetti in cui il rooting è elevato, è distribuita lungo il profilo in modo più uniforme tra i due strati di ciascun segmento (figura 3). Questo dato, statisticamente significativo, è chiaramente correlabile all'attività di scavo, che opera una diluizione della frazione organica e quindi una ridistribuzione mediata della biomassa microbica. L'azione del cinghiale, in questo caso, è confrontabile ad una vera e propria aratura. Si può, inoltre, osservare una differenza a livello dei segmenti di uno stesso transetto: i valori di C-biomassa dello strato superficiale sono maggiori nei segmenti di rooting massimo che in quelli di rooting minimo, ad eccezione proprio dei transetti dove tale attività è complessivamente scarsa. La biomassa microbica e l'attività di rooting sembrano aumentare parallelamente e ciò fa ipotizzare un rapporto di causa-effetto.

Infatti, a seguito dell'aratura biologica viene innescato un processo di mineralizzazione della frazione labile della sostanza organica, che stimola l'attività della biomassa microbica fino a farla aumentare ponderalmente.

Il quoziente metabolico (C-biomassa/TOC)%, che rappresenta una forma di 'controllo interno', rivela una migliore stabilità dello strato profondo per i transetti T14 e T32 (rooting elevato) ma anche per il T13 (rooting medio), nel segmento di minimo rooting, e per il T28 (rooting scarso). In questo caso, il quoziente è correlato direttamente con il parametro C-biomassa ed evidenzia ancora una volta il rimescolamento degli strati lungo il profilo.

Riguardo all'N% (figura 4), se ne osserva la maggiore presenza nello strato superficiale del segmento di rooting massimo di ogni transetto, ad eccezione del T27 (rooting scarso).

Questo potrebbe confermare l'ipotesi di un aumento della biomassa microbica dovuto a migliori condizioni edafiche: la maggiore mineralizzazione si configura, inizialmente e almeno per un 25%, in una immobilizzazione da parte della biomassa stessa che sta accrescendo la sua popolazione.

Il quoziente di mineralizzazione (figura 5) del carbonio organico, che si riferisce alla degradazione della sostanza organica labile, evidenzia una differenza fra transetti che si può correlare con il rooting: i valori del quoziente diminuiscono significativamente passando da rooting scarso a rooting medio ed elevato.

Anche questo risultato, in apparenza contraddittorio con quanto affermato precedentemente, è imputabile ad una immobilizzazione da parte della biomassa microbica dei nutrienti disponibili. Inoltre, si osserva una tendenza a diminuire dei valori di qM con la profondità, nei transetti dove il rooting è medio ed elevato, mentre nell'ambito del transetto non sembrano emergere tendenze.

Per il transetto 27 si rileva un'elevata respirazione specifica della biomassa cui fa fronte un basso rapporto percentuale C-biomassa/TOC: i due parametri indicano entrambi una situazione di stress che comunque non è in relazione con l'attività di scavo operata dai cinghiali. Il valore del quoziente di mineralizzazione è il più elevato fra i transetti.

Dallo studio dei valori delle costanti cinetiche (K) (tabella 1) risulta che l'attività mineralizzante non è particolarmente elevata e che non presenta differenze nelle diverse situazioni di rooting considerate. I valori ottimali di R² mettono in luce la cinetica esponenziale del primo ordine come equazione che meglio riesce a interpolare tutti i dati sperimentali (13).

CONCLUSIONI

Dai risultati relativi all'analisi dei parametri chimici ed indicatori biochimici emerge una più pronta risposta dei secondi rispetto ai primi.

E' stato possibile osservare che non sempre l'attività della biomassa microbica è facilmente correlabile al tipo di rooting; dall'esame complessivo dei risultati sembrano difficilmente identificabili le condizioni di medio rooting; probabilmente sarebbe opportuno anche rivedere la catalogazione del rooting semplicemente distinguendo solo due condizioni, di scarso ed elevato.

Gli effetti del rooting nei siti studiati non risultano dannosi: è anzi probabile che 'smuovere' il suolo risulti benefico, tranne nei casi in cui non si abbiano sufficienti apporti di sostanza organica, come già evidenziato dagli stessi parametri ed indici (4): il rooting, laddove particolarmente intenso, può essere ritenuto responsabile del degrado degli orizzonti organici, rendendoli di fatto indistinguibili fra loro.

Non essendo rilevabile da questo lavoro l'esistenza di un danno, o comunque di un cambiamento del funzionamento dell'ecosistema suolo, si può ipotizzare un'attività di scavo di tipo occasionale da parte dei cinghiali.

BIBLIOGRAFIA

- Di Battista A., D. Monetti (1997) Selezione di habitat e scelta della dieta nel cinghiale (Sus scrofa L.). Progetto di Monitoraggio Ambientale Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Seminario Tematico G.d.L Fauna. Università degli Studi di Roma – Sede Zoologia - 25 Ottobre 1997.
- Benedetti A., Monetti D., Fiorelli F., Marchionni M., S. Focardi (1997) Suolo e Cinghiale (Sus scrofa L.): un esperimento. Progetto di Monitoraggio Ambientale Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Poster presentato al Seminario Tematico G.d.L Fauna. Università degli Studi di Roma Sede Zoologia 25 Ottobre 1997.
- 3. Pagliai M. (1996) Valutazione del compattamento del suolo attraverso indagini micromorfologiche. Progetto di monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Seminario monotematico del G.d.L. Suolo. 19 Marzo 1996.
- 4. Trinchera A., Pinzari F., Benedetti A. (1997) Valutazione dell'impatto del pascolamento di cinghiali (Sus scrofa L.) sulla fertilità del suolo in area Mediterranea. SISS 1997.
- 5. Bruinderink Groot G.W.T.A., Hazebroek E. (1996) Wild boar (Sus scrofa scrofa L.) rooting and forest regeneration on podzolic solils in the Netherlands. Forest Ecology and Management 88:71-80.
- 6. Focardi S. (1997) Biologia degli ungulati nella T. P. di Castelporziano. Progetto di Monitoraggio Ambientale Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Seminario Tematico G.d.L. Fauna. Università degli Studi di Roma Sede Zoologia 25 Ottobre 1997.

- 7. Springer U.; Klee J. (1954) Profung der leistungfuhagkeit von einigen wichtgerenverfahren zur Bestimmung des Kohlemstoffs mittels Chromschwefelsaure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. Z. Pflamzenernohr. Deng. Bodenk. 64, 1.
- 8. Ciavatta C., Govi M, Vittori Antisari L., Sequi P. (1990) Characterisation of Humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinyl pyrrolidone chromatography. J.Chromatogr. 509:141-146.
- 9. Isermeyer H. (1952) Eine Einfache Methode sur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. Z. Pflanzaanernah 56: 26-38.
- 10. Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S. (1987) An extraction method for measuring microbial biomass C. Soil Biol Biochem 19: 703-707.
- 11. Anderson J.P.E., Domsh K.H. (1978) A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biol. & Biochem. 10: 215-221.
- 12. Brookes P.C. (1993) The potential of microbiological properties as indicators in soil pollution monitoring. Workshop on "Soil Monitoring: Methods for Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation", Monte Verita Switzerland, 18-23 October 1992.
- 13. Riffaldi R, Saviozzi A., R. Levi-Minzi (1996) Carbon mineralization kinetics as influenced by soil properties. Biol. Fertil. Soils 22: 293-298.

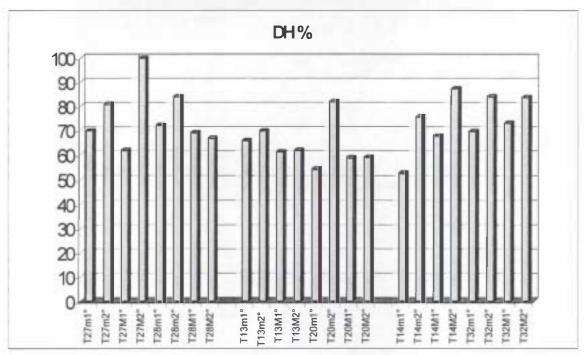


Figura 1 - Valori del grado di umificazione (DH) in transetti soggetti a scarso (27, 28), medio (13, 20) ed elevato (14, 32) rooting.

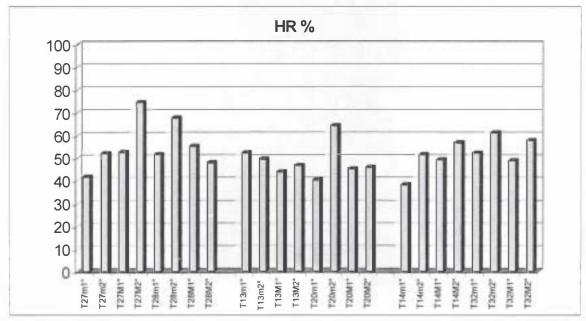


Figura 2 - Valori del tasso di umificazione (HR) in transetti soggetti a scarso (27, 28), medio (13, 20) ed elevato (14, 32) rooting.

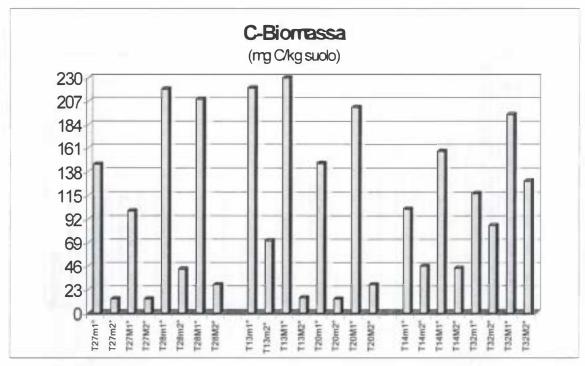


Figura 3 - Valori di C-biomassa in transetti soggetti a scarso (27, 28), medio (13, 20) ed elevato (14, 32) rooting.

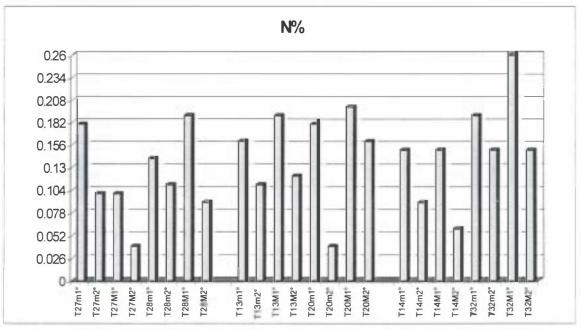


Figura 4 - Valori di N totale in transetti soggetti a scarso (27, 28), medio (13, 20) ed elevato (14, 32) rooting.

GRUPPO DI LAVORO	SUOLO
TITOLO DELLA RICERCA	Monitoraggio delle Acque di Dilavamento di <i>Quercus ilex</i> L. e del Suolo Sottochioma per lo Studio del Degrado di Siti Forestali
RESPONSABILE	Dott.ssa A. Benedetti
UNITA' OPERATIVE	ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Roma ISPESL - Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente - Roma
PARTECIPANTI ALLA RICERCA	A. Benedetti, F. Fiorelli, M. Marchionni, O. Micciulla M. Villarini, C. Riccardi, C. Simeoni, P. Falconi, C. La Gioia

INTRODUZIONE

Il presente studio di monitoraggio in ambiente mediterraneo si concentra sugli inquinanti contenenti azoto che arrivano al suolo attraverso le deposizioni atmosferiche dilavando le chiome di alberi ad alto fusto. Le precipitazioni, infatti, costituiscono un processo importante per l'eliminazione dei costituenti atmosferici in tracce.

L'effetto delle deposizioni atmosferiche, sia esse umide che secche, possono causare danni diretti sulla vegetazione o agire su di essa indirettamente, provocando cambiamenti nell'acidità del suolo. Gli ossidi di azoto (NO_x) sono in questo senso particolarmente dannosi, nonostante siano solo una piccola quota (5%) dei composti che contribuiscono all'effetto serra.

Le deposizioni sulle foglie possono, per via stomatica, indurre danni alle membrane cellulari e successivamente alle altre strutture della cellula diminuendo la resistenza dell'intera pianta all'attacco dei patogeni.

In uno dei meccanismi che provocano l'acidificazione del suolo sembra essere coinvolto anche lo ione alluminio che diventa il principale catione di scambio a causa di una graduale perdita degli altri cationi basici, principalmente calcio e magnesio. Lo ione alluminio entrando in equilibrio con l'acqua del suolo produce ioni idrogeno liberi che influenzano le radici e l'ambiente intorno ad esse.

La solubilizzazione degli ioni metallici crea così un ambiente sfavorevole ai microrganismi del suolo provocando anche un cambiamento nella composizione della comunità microbica con predominanza dei funghi sui batteri (1).

Per verificare la capacità tamponante del suolo, in risposta ai fattori xenobiotici, sono stati analizzati gli inquinanti presenti nelle acque meteoriche raccolte dalle chiome ed il suolo sottochioma opportunamente campionato, al fine di studiarne le risposte con l'uso di indicatori chimici e biochimici.

AREA DI STUDIO

Si è scelto di svolgere l'indagine in siti di monitoraggio perrnanente, allestiti all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. I siti presi in esame sono così denominati e dislocati: sito 1 (Spagnoletta) e 2 (Ortaccio), limitrofi rispettivamente alla via Cristoforo Colombo ed alla via Pontina, sito 3 (Scopone) e 4 (Capocotta) adiacenti al mare e sito 5 (Fontanile Nuovo) situato centralmente nella Tenuta (2, 3).

MATERIALI E METODI

Ogni sito è rappresentato da un'area circoscritta di 5 metri di diametro, al cui interno è presente un albero del genere *Quercus ilex* L.; ciascun albero scelto presenta caratteristiche di estensione superficiale della chioma, dimensione del fusto, stato di salute, altezza ed età paragonabili agli altri.

Acque

Per ciascun albero è stato allestito un sistema di raccolta delle acque di tipo 'bulk' costantemente aperto (4). Il contenitore di polietilene, scuro ed opaco, è stato situato alla base dell'albero e in esso confluisce il dilavato della chioma, mediante un tubo fisso avvolto a spirale intorno al fusto. Per evitare gli effetti di evaporazione e contaminazione da deposizione secca il campione di acqua è stato raccolto al termine di ogni evento meteorico. Non sono stati presi in considerazione i campioni che presentavano alghe, in particolare quelli raccolti il 15 ed il 26 gennaio 1998.

Subito dopo l'arrivo in laboratorio, i campioni sono stati filtrati e mantenuti al buio alla temperatura di 4° C, se si procedeva subito alle determinazioni analitiche, oppure conservati a -20° C.

L'azoto minerale, nelle forme nitrica, nitrosa ed ammoniacale, è stato determinato mediante analizzatore automatico a flusso continuo Autoanalyzer Technicon II, in accordo con Wall et al. (5). I valori ottenuti esprimono la concentrazione degli ioni in mg/litro.

Suolo

Per ognuno dei cinque siti, il campionamento è stato effettuato sia a livello della lettiera che del suolo a diverse profondità (1° = 0-10 cm, 2° = 10-20 cm, 3° = 20-40 cm e 4° = 40-80 cm) (6), nonché a distanza crescente dal fusto dell'albero (A= 50 cm, B= 100 cm, C= 150 cm), lungo tre direzioni radiali, la prima con orientamento NW, la seconda ESE e la terza SSW, ed indicate rispettivamente come 1, 2, 3.

Per l'analisi dei campioni di suolo il terreno è stato seccato all'aria e setacciato a 2 mm ed i risultati, relativi ai parametri analizzati, sono stati riferiti al terreno secco a 105°C.

Il contenuto in sostanza organica (SO%) di ciascun terreno prelevato è stato stimato in maniera indiretta, determinando la concentrazione di carbonio organico totale (TOC%) mediante il metodo analitico di Springer e Klee (7). La sostanza organica è stata calcolata moltiplicando il valore di TOC% ottenuto per il coefficiente di Van Bemmelen (1.724), che si basa sull'assunto secondo il quale la sostanza organica del suolo contiene circa il 58% di carbonio organico.

Il carbonio della biomassa microbica (C-biomassa) è stato determinato con il metodo della fumigazione-estrazione (8), previo condizionamento per 10 giorni a 30°C ed al 100% della capacità di campo. I valori vengono espressi in mg di carbonio per kg di peso secco di suolo.

E' stato infine calcolato il rapporto (C-biomassa/TOC)%, che da Brookes (9) è stato definito un "controllo interno" alla comunità microbica del terreno, utile a definirne lo stato di equilibrio nei confronti della sostanza organica presente.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Acque

La tabella 1 riassume i risultati analitici relativi al contenuto delle diverse forme inorganiche di azoto presenti nelle acque di lavaggio della vegetazione, raccolte nei cinque siti permanenti della Tenuta, per il periodo che va da Marzo 1997 a Settembre 1998.

Nella figura 1 è stato valutato l'andamento medio, per il periodo in esame, sia delle singole forme inorganiche che della concentrazione totale di azoto, ottenuto dalla somma delle diverse forme.

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza livelli di azoto annuali non particolarmente elevati, anche se diversamente distribuiti all'interno della Tenuta, con un massimo nel sito di Ortaccio ed un minimo in quello di Fontanile Nuovo.

Dalla figura 1 e dall'analisi dei dati in tabella 1 si osserva che le deposizioni della forma N-NO₂ sono molto basse nei cinque siti, durante tutto l'arco di tempo di raccolta.

La principale forma azotata ritrovata nelle acque è quella nitrica (N-NO₃), tranne per il sito di Scopone dove predomina la forma ammoniacale (N-NH₄), la cui concentrazione media annuale non supera 0.5 mg/l.

E' stata effettuata l'analisi statistica dei dati disponibili, analizzando le correlazioni esistenti tra le coppie di località. I coefficienti di correlazione (r) sono riportati in tabella 2. E' stato considerato come fattore di confronto l'azoto totale, ottenuto dalla sommatoria delle tre forme di azoto inorganico.

La zona di Fontanile Nuovo ha evidenziato correlazioni significative, a diversi livelli, con i siti di Spagnoletta, Ortaccio e Scopone. Queste potrebbero essere spiegate, probabilmente, dal fatto che il sito è situato in una zona centrale della Tenuta, che lo proteggerebbe dalle deposizioni di origine antropica prodotte, nelle vie ad alto scorrimento automobilistico limitrofe invece agli altri siti.

Suolo

Dall'osservazione dei dati riportati in tabella 3, relativi al sito forestale di Spagnoletta (limitrofo ad una arteria ad alto scorrimento quale la via Cristoforo Colombo), è possibile evidenziare, nel complesso, un notevole contenuto in carbonio organico per tutti i campioni di suolo analizzati, con i valori più bassi corrispondenti alla direzione 1, sia per il 1° strato (cm 0-10) che per il 2° (cm 10-20). Un valore eccezionalmente alto, corrispondente al 19% di carbonio, si rileva nella direzione 2, a livello del primo strato ed alla distanza maggiore dal fusto. Complessivamente, si può affermare che, almeno nel primo strato, i valori tendenzialmente aumentano con la distanza dal fusto dell'albero. Per tutti i campioni di suolo presi in esame si è osservata una netta differenza nei valori del carbonio organico tra i due strati, con i più alti per quello superficiale, come atteso per un sistema in condizioni naturali.

L'indice biochimico relativo alla quantità di biomassa microbica (10) mostra che questa è maggiormente presente lungo le direzioni 2 e 3, con un andamento che, mediamente, sembra rispondere al quantitativo di carbonio organico presente nel suolo. Inoltre, lo stesso indice, mette in risalto la stratificazione della comunità microbica lungo il profilo, particolarmente evidente per le direzioni 2 e 3. Non è possibile invece osservare una tendenza dei valori al crescere della distanza dal fusto.

Un dato di particolare interesse viene invece dal calcolo del rapporto percentuale tra il carbonio della biomassa e il carbonio organico totale, parametro che permette di stimare efficacemente la qualità di un suolo e di mettere in evidenza eventuali situazioni di alterazione (10, 11). L'osservazione della tabella 3 evidenzia, infatti, per lo strato superficiale e lungo le direzioni 2 e 3, una tendenza nell'andamento dei valori di questo indice in funzione della distanza dal fusto dell'albero: lungo la direzione 3 l'equilibrio della comunità microbica appare aumentare con la distanza (valori crescenti dell'indice) mentre per la direzione 2 si rilevano una tendenza opposta rispetto allo stesso strato ed una simile rispetto allo strato sottostante (figura 2).

CONCLUSIONI

Acque

Il problema delle deposizioni acide ha assunto negli ultimi anni una importanza mondiale, interessando gran parte dei Paesi industrializzati, Italia compresa. Molti studi sono stati avviati, al fine di avere una visione corretta del loro effetto sui diversi ecosistemi e in tutti è previsto un lungo periodo di rilevamento puntuale (12). Il breve periodo intercorso dall'avvio del nostro progetto di monitoraggio ad oggi non può invece essere considerato sufficiente a descrivere il fenomeno con sicurezza tale da poter affermare se sia avvenuta un'alterazione irreversibile dell'ecosistema in studio. I dati preliminari mostrano solo che esistono delle differenze nelle deposizioni umide di azoto all'interno della Tenuta ma i livelli rientrano perfettamente nella norma.

Suolo

Benché siano già rilevabili differenze nei valori dei parametri analizzati, rispetto alle diverse situazioni prese in esame, non è ancora possibile definire una modalità nel tipo di risposta allo stress e trarre, quindi, conclusioni a riguardo. I risultati di questa indagine, condotta unicamente su uno dei cinque siti di monitoraggio permanente necessitano, infatti, per una più esauriente trattazione, sia dell'integrazione con i valori degli altri parametri chimici ed indici biochimici, ancora in corso di elaborazione, sia dei dati relativi agli altri siti. E' fondamentale, inoltre, per verificare la capacità tamponante del suolo, in risposta a metalli pesanti, nitrati ed ammonio da deposizioni atmosferiche, il confronto con i dati delle analisi dei suddetti fattori xenobiotici, presenti sia nelle acque di dilavamento che nel suolo sottochioma. Una visione complessiva dei dati consente di individuare i possibili rapporti di causa-effetto negli eventuali processi di degrado attualmente in atto nell'ecosistema suolo e, grazie a rilevamenti periodici, di verificarne, nel tempo, lo stato di conservazione nonché programmare eventuali interventi mirati al recupero.

BIBLIOGRAFIA

- 1. PIERZYNSKI G.M., SIMS J.T., VANCE G.F. (1994) Soils and environmental quality. Lewis Publishers.
- BENEDETTI A., TRINCHERA A., PINZARI F., MARCHIONNI M., FIORELLI F., VILLARINI M., RICCARDI C., TINELLI A. (1997) Caratterizzazione delle acque di lavaggio della vegetazione ad alto fusto per lo studio dell'inquinamento del suolo. IV Report del GdL Suolo. Tenuta Presidenziale di Castelporziano.
- 3. VILLARINI M., RICCARDI C., SIMEONI C., FALCONI P., LA GIOIA C. (1997) Caratterizzazione delle acque di dilavamento della vegetazione ad alto fusto: contenuto in metalli pesanti. IV Report del GdL Suolo. Tenuta Presidenziale di Castelporziano.
- 4. MORSELLI L. (1991) Deposizioni acide. I precursori. L'interazione con l'ambiente e i materiali. IV:113-145. Maggioli Ed.
- 5. WALL L., GEHRKE C.W., NEUNER J.E., LATHEY R.D., REXNORD P.R. (1975) Cereal protein nitrogen: evolution and comparation of four different methods. Assoc. of Anal. Chem. 58: 811-817.
- 6. UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (1994) Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effect of air pollution on forests. Programme Coordinating Centres. Hamburg and Prague.
- 7. SPRINGER U., KLEE J. (1954) Profung der leistungfuhagkeit von einigen wichtgerenverfahren zur Bestimmung des Kohlemstoffs mittels Chromschwefelsaure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. Z. Pflamzenernohr. Deng. Bodenk. 64:1.
- 8. VANCE E.D., BROOKES P.C., JEKINSON D.S. (1987) An extraction method for measuring microbial biomass C. Soil Biol. Biochem. 19: 703-707.
- 9. BROOKES P.C. (1993) The potential of microbiological properties as indicators in soil pollution monitoring. Workshop on "Soil Monitoring: Methods for Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation", Monte Verita Switzerland, 18-23 October 1992.
- 10. ANDERSON J.P.E., DOMSH K.H. (1978) A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. Soil Biol. Biochem. 10: 215-221.
- 11. ODUM E. P. (1985) Trends expected in stressed ecosystems. Bioscence 35: 419-422.
- 12. TARTARI G. (1987) Deposizioni acide. Appunti sulla situazione italiana. Inquinamento 9: 8-15.

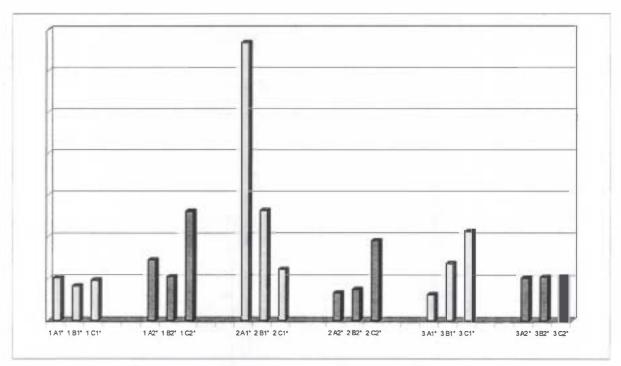


Figura 2 - Risultati relativi al rapporto percentuale di $C_{biomassa}/TOC$.

Direzione	Distanza	Profondità	T.O.C. %	S.O. %	Cbiomassa	(C _{biom} /TOC)
	A	l°	4,4	7,6	226	0,51
		2°	1	1,7	72	0,72
1	В	l°	2,9	5	118	0,41
		2°	1,3	2,2	68	0,52
	С	1°	3,2	5,5	154	0,48
		2°	0,6	1	78	1,3
	A	1°	4,6	7,9	1539	3,34
		2°	1,8	3	59	0,33
2	В	10	4	6,9	525	1,31
		2°	1,8	3	66	0,37
	С	10	19	32,7	1170	0,61
		2°	2,4	4,1	228	0,95
	A	1°	5	8,6	155	0,31
		2°	2	3,4	102	0,51
3	В	10	8,7	15	589	0,68
		2°	1,8	3, 1	94	0,52
	С	1°	8,3	14,3	882	1,06
		2°	2,1	3,6	109	0,52

Tab. 3. Prospetto dei primi risultati analitici relativi al sito Spagnoletta.

GRUPPO DI LAVORO SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA Caratterizzazione delle Acque di Dilavamento della

Vegetazione ad Alto Fusto: Contenuto in Metalli Pesanti

RESPONSABILE Dott. M. Villarini

UNITA' OPERATIVE ISPESL - Dipartimento Insediamenti Produttivi ed

Interazione con l'Ambiente - Roma

ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M. Villarini, C. Riccardi, C. Simeoni, P. Falconi, C. La

Gioia, A. Benedetti, F. Fiorelli, M. Marchionni, O.

Micciulla

INTRODUZIONE

In questa fase del Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano si è effettuata la valutazione delle concentrazioni di inquinanti presenti nelle acque di dilavamento della vegetazione ad alto fusto ed in particolare per ciò che concerne il contenuto in metalli pesanti. Come aree di indagine sono state scelte delle zone che fossero rappresentative delle diverse situazioni ambientali presenti nella Tenuta; in particolare in prossimità di una via ad alto scorrimento e vicino al mare.

MATERIALI E METODI

I campionamenti di acqua sono stati eseguiti secondo il metodo riportato negli atti del II Seminario svoltosi presso la Tenuta il 12 maggio 1995; i campioni raccolti sono stati immediatamente acidificati mediante acido nitrico concentrato per permetterne la conservazione.

I metalli esaminati sono stati: nichel, cromo, piombo, cadmio, e rame. Tali metalli sono stati analizzati mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico previa mineralizzazione in ambiente acido secondo i metodi IRSA. Dato che i volumi di acqua prelevati per ogni campione non sono uguali, per rendere confrontabili i risultati ottenuti, i valori di concentrazione dei metalli sono stati riportati in quantità di metallo per pianta (µg/pianta).

RISULTATI

Le tabelle 1, 2, 3, 4 e 5 riassumono i dati relativi al contenuto in piombo, rame, nichel, cromo e cadmio dei campioni di acque provenienti dalla Tenuta di Castelporziano e prelevati nel periodo marzo 1997 - ottobre 1998. E' necessario tener presente che:

- i prelievi del giorno 11/06/1997 non sono stati raccolti e acidificati immediatamente dopo il campionamento;
- il giorno 15/01/1998 è stata riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque;
- i prelievi del giorno 16/03/1998 sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico.

Dall'esame dei dati sperimentali si nota che l'acidificazione con acido solforico crea problemi di carattere analitico (probabile precipitazione di solfati) e quindi il campionamento effettuato il 16/03/1998 non è stato preso in considerazione nella successiva fase di elaborazione statistica dei risultati. Inoltre, dato che il Cd risulta per molti campioni al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0.003 ppb), non è stato inserito nella elaborazione statistica dei dati sperimentali. Per gli altri metalli (Pb, Cu, Ni, Cr), le cui concentrazioni sono risultate inferiori al limite tecnico dello strumento, nelle elaborazioni statistiche è stato assegnato il suddetto limite tecnico e riportato in tabella con il simbolo "n.d.".

Dai risultati ottenuti si può osservare che il Pb è presente in concentrazioni rilevanti nel periodo primavera-estate nelle zone di Spagnoletta ed Ortaccio (fig. 1); inoltre anche il Cu, il Ni e il Cr, pur non essendo presenti in concentrazioni critiche, risultano maggiori nelle zone di Spagnoletta ed Ortaccio

(figg. 2, 3 e 4). Ciò è confermato anche analizzando le concentrazioni medie calcolate per l'intero anno di osservazione nelle località campione riportare in tabella 6 e fig. 5.

Inoltre è stata condotta un'analisi delle correlazioni tra coppie di località per ogni metallo. Il coefficiente di correlazione (r) sintetizza il legame lineare che intercorre tra due caratteri quantitativi, permettendo una prima rapida valutazione sia dell'intensità che del senso del legame.

I risultati ottenuti sono riportati in tabella 7. Si osserva una correlazione molto alta per il piombo tra le località Spagnoletta e Ortaccio (r=0,97) e tra Capocotta e Scopone (r=0,95). Queste ultime sono correlate anche rispetto al nichel (r=0,85), al rame (r=0,92) ed al cromo (r=0,93). Gli alti valori di correlazione per le due coppie di località possono essere spiegati dalla posizione dei siti all'interno della Tenuta. Spagnoletta e Ortaccio si trovano al confine tra due strade ad alto traffico veicolare, rispettivamente la Cristoforo Colombo e la Pontina. Sono da notare, a questo proposito, i picchi toccati dal piombo (tab. 1) nel periodo estivo in concomitanza con l'aumento del traffico diretto verso le zone balneari, raggiungibili tramite le suddette strade. Le altre due località, Scopone e Capocotta, situate una in prossimità del mare e l'altra delle abitazioni sulla litoranea, sono entrambe inserite in un ambiente chiuso.

E' stato infine studiato il legame tra i metalli in ciascuna località ed i risultati ottenuti (dati non mostrati) indicano l'assenza di relazioni statisticamente significative.

CONCLUSIONI

Alla luce dei dati disponibili si può affermare che per quanto riguarda i metalli pesanti non si riscontrano livelli di concentrazione critici per la Tenuta. E' necessario, comunque, tener presente che le zone di Spagnoletta ed Ortaccio sono quelle maggiormente soggette all'inquinamento antropico, come era prevedibile essendo le due zone limitrofe a vie ad alto scorrimento autoveicolare (via Cristoforo Colombo e via Pontina).

Non essendo ancora disponibili informazioni relative all'esatta collocazione dei punti di campionamento delle acque e disponendo di serie di dati riferite ad un solo anno di osservazione non è stato possibile, per ora, sviluppare ulteriori analisi che si prevede di eseguire in futuro.

BIBLIOGRAFIA

- 1. CNR, Metodi analitici per le acque, IRSA Quaderno n.11, Roma 1978.
- 2. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo*, Roma 1994.
- 3. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, Atti del III Seminario, Tenuta Presidenziale di Castelporziano 1996.
- 4. F. Talone, F. Bussoli, P. Grossoni, Deposizione di elementi in una faggeta del Parco Nazionale d'Abruzzo ed interazione chimica con le chiome, Acqua & Aria 91-98, 1998.

	Concentrazione (µg totali)							
Campione	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo			
25/03/97	170	175	27	18	35			
18/04/97	180	150	15	16	60			
23/04/97	375	325	26	25	75			
06/05/97	275	225	20	20	75			
11/06/97	220	225	90	60	150			
19/09/97	153	125	126	125	100			
08/10/97	150	125	125	125	87,5			
31/10/97	100	100	75	75	75			
12/11/97	82,5	75	75	62,5	60			
25/11/97	50	52,5	37,5	32,5	25			
15/12/97	32,5	50	45	50	25			
(*)15/01/98	87,5	100	100	125	50			
03/02/98	40	50	40	45	25			
11/02/98	50	50	80	50	50			
25/02/98	82,5	75	64	60	55			
(°)16/03/98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
26/03/98	200	150	100	100	100			
17/04/98	212	175	90	85	95			
30/04/98	225	200	80	75	100			
06/05/98	250	175	85	80	120			
15/09/98	300	300	nd	40	100			
29/09/98	160	150	105	100	80			
08/10/98	150	135	75	75	75			
22/10/98	140	120	nd	nd	nd			

Tab. 1. Contenuto in Piombo dei campioni di acque di dilavamento della Tenuta di Castelporziano;

^(*) si è riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque; (°) i campioni sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico;

n.d. concentrazione al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0,05 ppb).

	Concentrazione (µg totali)							
Campione	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo			
25/03/97	100	200	30	22	n.d.			
18/04/97	80	100	9	20	11			
23/04/97	25	75	13	25	11			
06/05/97	25	n.d.	n.d.	n.d.	11			
11/06/97	85	100	60	150	240			
19/09/97	30	200	42	95	50			
08/10/97	25	125	40	75	25			
31/10/97	25	100	35	62,5	25			
12/11/97	37,5	95	32,5	57,5	30			
25/11/97	35	75	25	50	25			
15/12/97	35	50	25	37,5	25			
(*) 15/01/98	50	100	50	75	75			
03/02/98	40	15	10	12	10			
11/02/98	55	65	16	35	70			
25/02/98	50	95	22	39	60			
(°) 16/03/98	2,1	12	2,5	15	16,5			
26/03/98	75	110	45	85	65			
17/04/98	84	125	50	100	75			
30/04/98	96	135	55	111	80			
06/05/98	100	140	60	120	88			
15/09/98	60	105	nd	nd	68			
29/09/98	40	90	42	80	46			
08/10/98	32,5	81	35	65	50			
22/10/98	nd	nd	nd	nd	nd			

Tab. 2. Contenuto in Rame dei campioni di acque di dilavamento della Tenuta di Castelporziano;

^(*) si è riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque; (°) i campioni sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico;

n.d. concentrazione al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0,02 ppb).

	Concentrazione (µg totali)							
Campione	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo			
25/03/97	40	200	9	2	10			
18/04/97	100	175	3	8	15			
23/04/97	75	100	26	25	25			
06/05/97	50	75	20	40	25			
11/06/97	45	100	36	30	30			
19/09/97	72	50	45	35	40			
08/10/97	75	50	37,5	37,5	37,5			
31/10/97	62,5	57,5	37,5	25	40			
12/11/97	67,5	52,5	27,5	25	35			
25/11/97	50	50	50	25	37,5			
15/12/97	37,5	45	25	35	25			
(*)15/01/98	75	175	100	75	50			
03/02/98	20	15	8	15	10			
11/02/98	50	50	40	50	50			
25/02/98	45	50	40	50	55			
(°)16/03/98	3	15	n.d.	15	15			
26/03/98	90	125	50	45	60			
17/04/98	112	165	50	40	70			
30/04/98	90	125	45	37,5	92			
06/05/98	105	150	58	50	84			
15/09/98	90	125	nd	24	56			
29/09/98	60	75	37,5	33	42			
08/10/98	50	54	40	35	45			
22/10/98	40	45	nd	nd	nd			

Tab. 3. Contenuto in Nichel dei campioni di acque di dilavamento della Tenuta di Castelporziano;

^(*) si è riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque; (°) i campioni sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico;

n.d. concentrazione al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0,1 ppb).

	Concentrazione (µg totali)							
Campione	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo			
25/03/97	30	150	6	2	7,5			
18/04/97	80	150	3	4	22,5			
23/04/97	75	75	26	12,5	25			
06/05/97	50	50	20	20	20			
11/06/97	30	25	12	10	15			
19/09/97	45	25	9	5	10			
08/10/97	50	27,5	10	5	10,25			
31/10/97	45	25	8,75	2,5	8,75			
12/11/97	47,5	27,5	8,25	2	9,5			
25/11/97	37,5	25	7,5	2,5	8,75			
15/12/97	42,5	25	7	2	9			
(*)15/01/98	50	75	25	50	25			
03/02/98	20	10	2	3	5			
11/02/98	12,5	7,5	4,8	25	12			
25/02/98	30	25	16	35	25			
(°)16/03/98	1,8	13,5	5	13,5	1,5			
26/03/98	140	110	55	80	50			
17/04/98	140	125	40	50	75			
30/04/98	75	55	45	60	80			
06/05/98	100	75	55	76	80			
15/09/98	75	100	nd	4	40			
29/09/98	40	30	15	15	40			
08/10/98	25	22,5	25	25	25			
22/10/98	40	30	nd	nd	nd			

Tab. 4. Contenuto in Cromo dei campioni di acque di dilavamento della Tenuta di Castelporziano;

^(*) si è riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque;

^(°) i campioni sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico;

n.d. concentrazione al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0,01 ppb).

	Concentrazione (µg totali)							
Campione	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo			
25/03/97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
18/04/97	14	11		H	91			
23/04/97	n	11	11	11	11			
06/05/97	11	11	11	11	п			
11/06/97	0,26	1,4	1,182	0,66	1,635			
19/09/97	0,3	1,25	0,84	0,6	1,3			
08/10/97	0,375	1	0,75	0,8	1,25			
3 1/10/97	0,25	1	0,625	0,75	1			
12/11/97	0,25	1,5	0,75	0,7	1,25			
25/11/97	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
15/12/97	п	tt	11	11	11			
(*)15/01/98	TT	11	**	n	11			
03/02/98	0,4	1	1	0,45	0,5			
11/02/98	0,5	1	0,8	0,75	0,5			
25/02/98	1	1,5	0,8	1	1			
(°)16/03/98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			
26/03/98	0,75	1,25	1	0,75	1,5			
17/04/98	0,75	1	0,75	1	1,25			
30/04/98	1	1,25	1	1	1,5			
15/09/98	0,3	1,5	nd	nd	1,2			
29/09/98	0,36	1,2	0,75	0,5	0,7			
08/10/98	0,25	0,9	nd	nd	nd			
22/10/98	nd	nd	nd	nd	nd			
06/05/98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.			

Tab. 5. Contenuto in Cadmio dei campioni di acque di dilavamento della Tenuta di Castelporziano;

^(*) si è riscontrata presenza di alghe nella tanica di raccolta delle acque; (°) i campioni sono stati acidificati con acido solforico invece che con acido nitrico;

n.d. concentrazione al di sotto del limite di rivelabilità dello strumento (0,003 ppb).

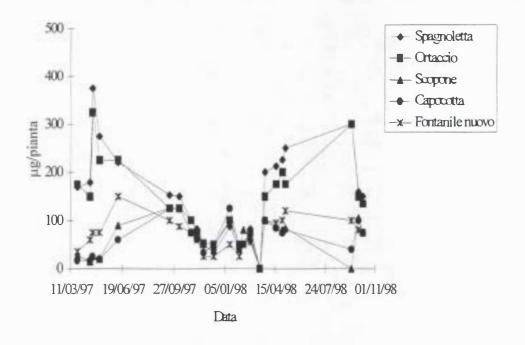


Figura 1 - Concentrazione di Piombo presente nelle acque di dilavamento.

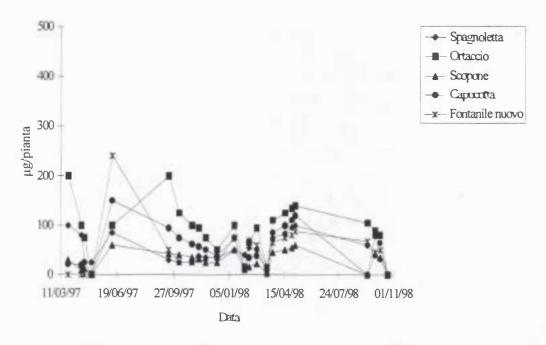


Figura 2 - Concentrazione di Rame presente nelle acque di dilavamento.

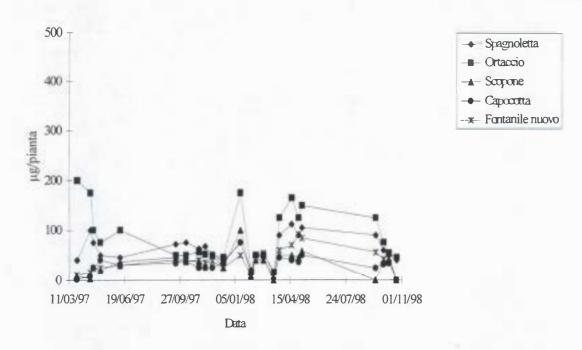


Figura 3 - Concentrazione di Nichel presente nelle acque di dilavamento.

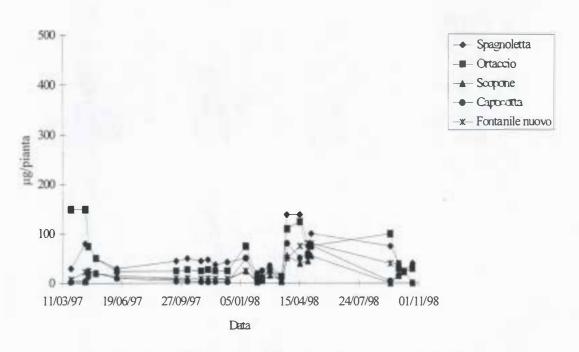


Figura 4 - Concentrazione di Cromo presente nelle acque di dilavamento.

	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo
Pb	160,22	143,80	67,30	62,78	70,33
Cu	52,75	99,15	31,66	59,85	50,36
Ni	65,28	91,70	34,14	32,26	40,62
Cr	55,65	55,22	17,41	21,33	26,23

Tab. 6. Concentrazioni medie (µg/pianta) da marzo '97 a ottobre '98.

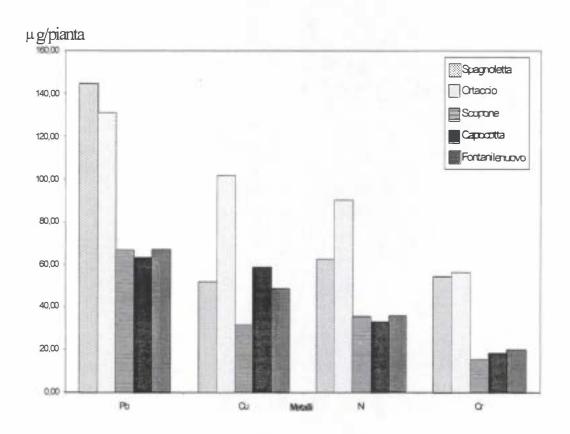


Figura 5 - Istogramma delle concentrazioni medie.

-		
	υ	h
-1		ш

	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile
					nuovo
Spagnoletta	1,00				
Ortaccio	0,97	1,00			
Scopone	-0,07	-0,10	1,00		
Capocotta	-0,13	-0,17	0,95	1,00	
Fontanile nuovo	0,60	0,57	0,63	0,47	1,00

Cu

	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo
Spagnoletta	1,00	-			
Ortaccio	0,33	1,00			
Scopone	0,26	0,46	1,00		
Capocotta	0,20	0,33	0,92	1,00	
Fontanile nuovo	0,37	0,03	0,68	0,82	1,00

Ni

	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo
Spagnoletta	1,00				
Ortaccio	0,61	1,00			
Scopone	0,30	0,19	1,00		
Capocotta	0,28	0,08	0,85	1,00	
Fontanile nuovo	0,64	0,27	0,61	0,66	1.00

Cr

	Spagnoletta	Ortaccio	Scopone	Capocotta	Fontanile nuovo
Spagnoletta	1,00				
Ortaccio	0,65	1,00			
Scopone	0,72	0,30	1,00		
Capocotta	0,64	0,28	0,93	1,00	
Fontanile nuovo	0,74	0,41	0,84	0,81	1,00

Tab. 7. Matrici di correlazione.

SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA

Valutazione dell'Impatto Antropico sulle Qualità Fisiche del Suolo mediante l'Analisi di Immagine

RESPONSABILE

Dott. M. Pagliai

UNITA' OPERATIVA

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo - MiPA - Firenze

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

M. Pagliai, O. Grasselli, N. Vignozzi

INTRODUZIONE

L'eccessiva intensificazione del processo produttivo in molti ambienti rurali ha provocato una minore disponibilità delle risorse "suolo" e "acqua" con crescente degradazione ambientale ed incremento dei costi di produzione. In base alle conoscenze acquisite, l'agricoltura, in futuro, dovrà cercare un diverso "modello di sviluppo" in modo da garantire la rinnovabilità delle risorse suolo ed acqua, la riduzione dell'impatto ambientale dell'attività agricola e silvo-pastorale, e offrire sufficienti garanzie di profitto. A tal fine è auspicabile l'adozione di sistemi di gestione del territorio atti a prevenire fenomeni di degradazione del suolo quali il compattamento, la formazione di croste superficiali, la suola d'aratura, la perdita di struttura, e a mantenere la biodiversità microbica e quindi la funzionalità dell'ecosistema suolo.

La degradazione dei suoli, ampiamente riscontrata nelle aree sottoposte ad attività agricole intensive (monocolture, pascolamento con carico di bestiame eccessivo, ecc.) trae origine:

- dal compattamento, dovuto al passaggio delle macchine agricole, ove le problematiche inerenti la messa a punto di pneumatici atti a ridurre tale effetto sono tutt'altro che risolte (Pagliai et al., 1992; Marsili et al., 1996), ma anche al pascolamento del bestiame sia domestico sia selvatico (Pagliai et al., 1997);
- dalla suola d'aratura (Pagliai et al., 1995a), sicuramente responsabile di molti fenomeni di sommersione nei casi di forti precipitazioni concentrate in breve tempo;
- dalle croste superficiali che riducono l'infiltrazione dell'acqua con aumento quindi dei rischi erosivi;
- dalla perdita di stabilità strutturale (Vignozzi et al., 1997) legata alla progressiva diminuzione del contenuto di sostanza organica.

Lo scopo di questa ricerca è quello di caratterizzare le qualità fisiche di differenti tipi di suoli in relazione ai diversi sistemi di gestione attraverso la quantificazione, mediante analisi di immagine su sezioni sottili di campioni indisturbati di terreno, del sistema dei pori, il quale rappresenta l'indicatore principale delle qualità del suolo, le relazioni con i movimenti dell'acqua e la stabilità strutturale al fine di valutare l'adattabilità dei suoli stessi all'adozione di modelli di gestione alternativi più compatibili con la protezione e conservazione della risorsa suolo.

MATERIALI E METODI

Impatto antropico

Campioni indisturbati di terreno sono stati prelevati nello strato superficiale (0-10 cm) dei terreni oggetto di studio della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) in aree compattate dal transito ("Strada Romagnola") o dal pascolo ("Strada n. 9 Infernetto") del bestiame domestico e, come confronto, in aree adiacenti non disturbate.

"Rooting" dei cinghiali

In questo settore lo scopo dell'U.O. di questo Istituto è quello di caratterizzare le modificazioni strutturali indotte dal "rooting" e dal calpestamento dei cinghiali, attraverso la quantificazione, mediante analisi di immagine su sezioni sottili di campioni indisturbati di terreno, del sistema dei pori e della porosità. Per questo sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno nello strato superficiale (0-10

cm) dei "transetti" oggetto di studio e precisamente nei segmenti interessati dal "rooting" massimo e dal "rooting" minimo. I campioni sono stati prelevati negli stessi siti studiati dalle U.U.O.O. Benedetti e Biondi dell'ISNP di Roma e quindi per la descrizione e localizzazione dei "transetti" si rimanda alle relazioni di dette U.U.O.O.

I campioni inerenti sia l'impatto antropico sia il "rooting" dei cinghiali sono stati essiccati seguendo il metodo che prevede la sostituzione dell'acqua con l'acetone (Miedema et al., 1974; Murphy, 1986), impregnati sotto vuoto con una resina poliestere; una volta induriti, da ognuno di questi campioni è stata preparata, con apposite attrezzature, una sezione sottile, verticalmente orientata, delle dimensioni di 6x7 cm e dello spessore di 20-25 µm (Murphy, 1986).

Le sezioni sottili sono state poi analizzate mediante l'analisi di immagine, la quale si basa sull'individuazione di vari livelli di grigio su una scala di 256 intervalli. La parte analizzata ricopriva un'area di 4,5x5,5 cm² sulla sezione onde evitare possibili alterazioni sui bordi e l'analizzatore di immagine è stato settato sul livello di grigio corrispondente a quello dei pori in luce trasmessa per le misure di porosità. L'applicazione di questo metodo micromorfometrico consente di quantificare non solo la porosità totale, come percentuale di area della sezione sottile occupata dai pori, ma anche di caratterizzare i pori stessi secondo la loro morfologia, grado di interconnessione, dimensione, arrangiamento ecc., insomma consente di definire e quantificare il sistema dei pori che poi determina le qualità strutturali dei suoli. Infatti, i pori sono stati caratterizzati secondo la loro forma (espressa dal seguente fattore di forma: perimetro²/(4π .area), e divisi in tre gruppi morfologici: pori più o meno regolari (fattore di forma 1-2); pori irregolari (fattore di forma 2-5); pori allungati (fattore di forma >5). I pori di ciascun gruppo sono stati poi ulteriormente suddivisi in classi dimensionali secondo il loro diametro equivalente per i regolari e gli irregolari e secondo la loro larghezza per quelli allungati (Pagliai et al., 1983, 1984). Le sezioni sono state anche esaminate al microscopio polarizzatore Zeiss R POL a 25 ingrandimenti per le osservazioni micromorfologiche.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Impatto antropico

La porosità, espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di 50 µm per sezione sottile, non solo diminuisce nelle aree interessate dal transito e/o dal pascolo degli animali domestici rispetto alle aree di confronto non disturbate, ma ne risulta completamente modificato il sistema dei pori (Tabella 1). Nelle aree interessate dal transito del bestiame (Strada Romagnola) e in quelle interessate dal pascolo (Strada n. 9 Infernetto) la porosità si riduce di circa la metà rispetto alle aree non disturbate. Tale diminuzione di porosità è dovuta principalmente alla drastica riduzione dei pori allungati, cioè di quei pori che determinano il tipo di struttura, di cui si riduce anche la dimensione e la continuità. In sostanza, scompaiono i pori allungati maggiori di 500 µm e diminuiscono notevolmente i pori allungati compresi fra 50 e 500 µm, detti di "trasmissione" (Greenland, 1977) proprio perché consentono i movimenti dell'acqua e dell'aria e la crescita delle radici, e soprattutto ne viene ridotta la loro continuità. Nelle aree compattate infatti la struttura si trasforma da poliedrica subangolare, tipica delle aree non disturbate, a massiva molto compatta in cui i sottili pori allungati presenti non appaiono continui in senso verticale. L'azione compattante del calpestio del bestiame non interessa solo lo strato più superficiale ma arriva anche intorno ai 10 cm (strato esaminato) ove, sebbene aumenti di poco la porosità rispetto allo strato soprastante, la struttura appare di tipo lamellare, cioè i pori allungati sono orientati parallelamente alla superficie e non continui in senso verticale, quindi praticamente nulli ai fini dell'infiltrazione e dei movimenti dell'acqua, con conseguente aumento del ruscellamento superficiale e, a seconda della giacitura, dei rischi erosivi o di sommersione. Tale struttura, tipica dei terreni compatti (Pagliai et al., 1992), conferisce al terreno stesso anche una maggiore durezza durante i processi di essiccamento e questo compromette l'emergenza dei semi o comunque la crescita delle piante.

Strada Romagnola

ZONA	Sito	Pori Regolari	Pori Irregolari	Pori Allungati	Porosità Totale
CONFR.	12W	4,5	5,5	12,4	22,4
TRANS.	1W	4,0	5,8	3,8	13,6

Infernetto

ZONA	Sito	Pori Regolari	Pori Irregolari	Pori Allungati	Porosità Totale
CONFR.	19W	4,2	6,4	12,4	23,0
EXPASC.	9W	4,0	4,2	2,3	10,5

Tab. 1 - Porosità espressa come percentuale di area occupata da ciascun tipo morfologico di pori maggiori di 50 μm (macropori) per sezione sottile, riferita ad unità di superficie (% cm⁻²). I dati rappresentano la media di sei ripetizioni e si riferiscono allo strato superficiale del suolo (0-10 cm) dei due siti indagati.

Questi risultati indicano che, per una corretta gestione delle attività antropiche compatibili anche con la protezione della risorsa suolo, alla definizione del carico del bestiame deve essere rivolta priorità assoluta. In terreni particolarmente vulnerabili oltre al carico del bestiame deve essere valutato anche il modo di pascolamento: la creazione di zone di transito, ad esempio, può ingenerare processi di degradazione del suolo o di erosione spinta.

Per questo tipo di studi la combinazione delle tecniche micromorfologiche e dell'analisi di immagine si è rivelata di grande aiuto per la valutazione e quantificazione della porosità e della struttura le quali, come precedentemente sottolineato, sono gli indicatori principali delle qualità fisiche del suolo che sono determinanti sia per lo sviluppo delle colture sia per l'insorgere di eventuali processi di degradazione.

Rooting dei cinghiali

La porosità, espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di 50 μ m per sezione sottile, è riportata nella Tabella 2.

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. Root.	Porosità totale	Commento
21W	20	1	MAX	27	Terreno molto smosso, presenza di larghi spazi vani assenza pressoché totale di accumuli di sostanza organica. Identificabili aree compatte al limite de rooting.
22W		4	MIN	18	Maggiore presenza di sostanza organica (rest vegetali in via di decomposizione).
23W	14	2	MAX	29	Molto evidente l'interfaccia terreno smosso/compattato (limite del rooting).
24W		4	MIN	18	ldentificabili alcuni pori allungati che delimitano aggregati, presenza di accumuli di sostanza organica.
26W	32	5	MAX	28	Presenza di larghi spazi vani, granuli di quarzo completamente sciolti, in alcune aree ben'impacchettati".
25W		1	MIN	20	Maggior presenza di accumuli di sostanza organica di tendenza alla formazione di aggregati; identificabil alcuni pori allungati.
28W	13	5	MAX	31	Si identificano zone più smosse con granuli d quarzo liberi e pochi resti vegetali ed altre più compatte (al limite del rooting) con addirittura formazione di struttura lamellare.
27W		2	MIN	25	Porosità distribuita più omogeneamente ed accenno a formazione di aggregati. Maggior presenza di accumuli di sostanza organica.
29W	28	1	MAX	22	Assenza di struttura e accumuli di sostanza organica nonostante la porosità relativamente elevata si nota una forte tendenza all'impac-chettamento dei granul di quarzo liberi.
30W		3	MIN	10	Terreno molto compatto con formazione di struttura lamellare. Anche i residui vegetali in decomposizione appaiono orientati parallelamente alla superficie.
31W	27	1	MAX	28	Si nota la presenza di larghi pori allungati parallel alla superficie; questo fa pensare ad un assestamento del terreno in seguito al rooting e siccome non sono presenti accumuli di sostanza organica il terreno tende a compattarsi originando la struttura lamellare.
32W		4	MIN	20	Maggior presenza di materiali organici e completa assenza di aggregazione.

Tab. 2 - Porosità espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di 50 μm (macropori) per sezione sottile, riferita ad unità di superficie (% cm²). 1 dati rappresentano la media di quattro ripetizioni e si riferiscono allo strato superficiale del suolo (0-10 cm).

Nella Tabella 3 è riportata in dettaglio la porosità totale di ogni campione (sezione sottile) formata dai due gruppi morfologici di pori individuati in queste aree disturbate e rimescolate in cui non sono praticamente riconoscibili pori regolari: gli spazi vani rappresentano i pori irregolari formati dall'impacchettamento dei granuli di quarzo mentre i pori interconnessi (pori allungati) rappresentano i pori irregolari interconnessi fra loro.

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. Root.	Spazi vani	Pori interconnessi	Porosità totale
21W	20	1	MAX	21	9	30
				20	8	28
				20	7	27
				17	6	23
22W		4	MIN	8	12	20
				8	11	19
				7	10	17
				6	10	16
23W	14	2	MAX	23	8	31
				21	9	30
				21	8	29
				22	4	26
24W		4	MIN	7	14	21
				6	12	18
				5	12	17
				5	11	16
26W	32	5	MAX	22	7	29
				23	7	30
				22	6	28
				20	5	25
25W		1	MIN	9	14	23
				10	11	21
				7	12	19
				7	10	17
28W	13	5	MAX	21	12	33
				20	12	32
				19	11	31
				16	12	28

segue

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. Root.	Spazi vani	Pori interconnessi	Porosità totale
27W		2	MIN	12	15	27
				9	16	25
				10	14	24
				11	13	24
29W	28	1	MAX	20	5	25
				19	4	23
				18	6	24
				11	5	16
30W		3	MIN	4	8	12
				2	9	11
				3	6	9
				3	5	8
31W	27	1	MAX	21	11	32
				19	10	29
				18	9	27
				17	7	24
32W		4	MIN	10	11	21
				10	12	22
				9	10	19
				7	11	18

Tab. 3 - Porosità espressa come percentuale di area occupata dai due tipi di pori per ogni sezione sottile.

CONCLUSIONI

In sintesi queste prime indagini indicano che il rooting dei cinghiali distrugge totalmente la struttura del terreno e favorisce la rapida decomposizione dei materiali organici. Dove il rooting si attenua appaiono evidenti gli accumuli di sostanza organica, derivati essenzialmente da residui vegetali in decomposizione, e in molti casi si nota la tendenza alla formazione di aggregati. Inoltre, le sezioni sottili permettono di evidenziare la formazione di strati compatti al limite del rooting, originati dall'azione degli animali, e che interrompono drasticamente la continuità del sistema dei pori con possibili riflessi negativi sui movimenti dell'acqua. Nonostante la necessità di una verifica nel tempo di questi dati, appare evidente che una corretta gestione del territorio deve tenere in considerazione anche il carico della fauna selvatica (cinghiali). Un carico eccessivo innesca fenomeni di degradazione del suolo con possibili riflessi negativi anche sulla rinnovazione del bosco.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Greenland, D.J. 1977. Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent? Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 281: 193-208.
- 2. Marsili A., Servadio P., Pagliai M. e Vignozzi N., 1996. Variazioni di alcune proprietà fisicomeccaniche del terreno agrario sottoposto al passaggio di trattrici cingolate di elevata potenza. Rivista di Ingegneria Agraria.
- 3. Miedema, R., Pape, Th. and Van de Wall, G.J. 1974. A method to impregnate wet soil samples, producing high quality thin sections. Netherlands Journal of Agricultural Science, 22: 37-39.
- 4. Murphy, C.P. 1986. Thin section preparation of soils and sediments. A B Academic Publishers, Herts. pp. 149.
- 5. Pagliai, M., Febo, P., La Marca, M. and Lucamante G. 1992. Effetti del compattamento provocato da differenti tipi di pneumatici su porosità e struttura del terreno. Rivista di Ingegneria Agraria, 3: 168-176.
- 6. Pagliai, M., La Marca, M. and Lucamante, G. 1983. Micromorphometric and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. Journal of Soil Science, 34: 391-403.
- 7. Pagliai, M., La Marca, M., Lucamante, G. and Genovese, L. 1984. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in a clay loam soil under viticulture. Soil and Tillage Research, 4: 433-444.
- 8. Pagliai M., Piovanelli C., e D'Egidio G., 1995a. L'incidenza del compattamento nei processi di degradazione del suolo. Atti del Convegno SISS, Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio (a cura di Angelo Aru e Daniele Tomasi), Cagliari 6-10 Giugno 1995, pp. 187-194.
- 9. Pagliai M., Raglione M., Panini T., Maletta M. e La Marca M., 1995b. The soil structure after ten years of conventional and minimum tillage of two Italian soils. Soil and Tillage Research, 34: 209-223.
- 10. Pagliai M., Raglione M., De Simone C., D'Egidio G. e Morandi M., 1997. Effects of continuous pasturing and tillage on soil structure and erosion. Agricoltura Mediterranea, 127: 70-81.
- 11. Vignozzi N., Pellegrini S. e Pagliai M., 1997. Impatto di diverse modalità di gestione del vigneto sulle qualità fisiche di due tipi di suolo. Atti Convegno Annuale S.I.S.S. "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile" Roma Giugno 1997. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 2: 63-72.

GRUPPO DI LAVORO SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA Recupero e Valorizzazione delle Biomasse da Residui:

Realizzazione di un Compost di Qualità

RESPONSABILE Prof. L. Morselli

UNITA' OPERATIVE Università degli Studi di Bologna / Ministero

dell'Ambiente - Roma

ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

ISPESL - Dipartimento Insediamenti Produttivi ed

Interazione con l'Ambiente - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA L. Morselli, A. Tinelli, A. Benedetti, F. Fiorelli, M.

Marchionni, F. Tittarelli, M. Villarini, C. Riccardi

INTRODUZIONE

Il problema della gestione dei rifiuti riguarda tutti i comparti delle attività umane e sempre con maggiore pressione necessita di nuove strategie che recepiscano le norme legislative sulla materia in continua evoluzione.

Una delle maggiori difficoltà che si incontrano nella gestione dei rifiuti e nel loro eventuale recupero e riutilizzo è individuabile proprio nel censimento, catalogazione e localizzazione della loro produzione. Da questo punto di vista, ancora una volta, la Tenuta Presidenziale di Castelporziano costituisce un utile sistema circoscritto su cui lavorare, per suggerire strategie di gestione e testare modelli successivamente esportabili in altre realtà territoriali. Per quanto riguarda la tipologia dei rifiuti prodotti, la Tenuta costituisce, infatti, l'esemplificazione di tanti areali facilmente ritrovabili all'esterno. In essi insistono attività di tipo residenziale (come abitazioni ed uffici), ricreativo (funzione turistica del litorale), agricolo, zootecnico e commerciale, con produzione di una notevole varietà di rifiuti che vanno dagli R.S.U. ai fanghi di depurazione delle acque, agli effluenti zootecnici ed ai residui colturali e, pertanto, costituisce un buon sito su cui iniziare a lavorare in maniera esemplificativa.

L'attività nell'ambito di questa linea di ricerca è stata articolata in due fasi: la prima riguardante l'individuazione e catalogazione dei rifiuti prodotti in Tenuta con la successiva caratterizzazione chimica, la seconda inerente il recupero e la valorizzazione del maggior numero possibile di biomasse.

Essendo ormai concluse le fasi della ricerca relative all'identificazione delle principali attività che insistono sulla Tenuta, il censimento dei rifiuti prodotti con lo svolgimento delle differenti attività, la caratterizzazione fisico-chimica delle biomasse compostabili e la valutazione della compatibilità del loro impiego nella produzione di compost di qualità, sono in corso di attuazione le successive fasi previste dal programma di lavoro:

- progettazione di un impianto pilota (o di processo) per la biossidazione delle masse organiche;
- prove di compostaggio;
- controllo dei differenti fattori che intervengono nel processo di compostaggio;
- caratterizzazione del compost ottenuto per il suo impiego in agricoltura;
- studio di piani di fertilizzazione integrata che prevedano l'impiego del compost per le coltivazioni e per i giardini della Tenuta (1, 2).

MATERIALI E METODI

Per quanto riguarda la fase della caratterizzazione chimico-fisica delle biomasse compostabili, queste sono state prelevate in modo da ottenere un campione il più possibile rappresentativo del residuo da analizzare e su di esso sono state effettuate le seguenti analisi: umidità, ceneri, pH, carbonio totale, carbonio organico totale, carbonio organico estraibile, parametri dell'umificazione, azoto e potassio totali, nonché il contenuto in metalli pesanti, determinato con la stessa metodica utilizzata per le acque ed il suolo (1, 2).

RISULTATI

I risultati relativi alle analisi di cui sopra vengono riportati nelle tabelle 1 e 2.

BIOMASSA	FANGO DI DEPURAZIONE	LETAME STALLA CARABINIERI	LETAME STALLA BUTTERI	RESIDUI DI SEGHERIA	FOGLIE DA VIALI E GIARDINI
UMIDITA %	4,5	3,3	9,3	4,32	6,9
CENERI %	73,8	66,8	10,6	1,47	7
SO%	26,2	33,2	89,4	98.53	93
рН	7,1	8,21	7,6	5,1	6,2
C tot. %	12,86	7,5	39	48,45	43
N tot. %	1,43	0,54	1,34	0,28	0,9
C/N	9,1	38	35,4	177,5	50,5
K tot. (g/Kg)	7,9	11,8	4,5	0,8	2,3
TOC %	13,1	20,5	47,35	49,7	45,5
TEC %	9,5	5,7	14,2	10,5	19,5
DH %	78,5	67,9	64	68,2	81
HR %	65,3	18,9	19,2	14,4	34,7
ні	0,27	0,47	0,56	0,46	0,23

Tab. 1. Caratterizzazione chimico-fisica delle biomasse.

BIOMASSE	Pb	Cd	Cr	Ni	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Fango di depurazione	229	0,36	68	29	282
Letame con paglia (Stalla dei Carabinieri)	9,9	0,08	1367	473	21
Letame con trucioli (Stalla dei Butteri)	12,5	0,07	3,7	1,71	8,1
Residui di segheria	10,7	0,09	14,2	0,66	4,2
Residui ligneo-cellulosici (foglie, ramaglia) da giardini e spazi ricreativi	0,24	n.d.	3,6	0,72	2,2

Tab. 2. Concentrazione dei metalli pesanti nelle biomasse analizzate.

ASPETTI FUTÚRI DELLA RICERCA

Relativamente alla progettazione di un impianto pilota (o di processo) per la biossidazione delle masse organiche, si propone il seguente:

1) Modulo operativo

PREPARAZIONE DEL CUMULO DI COMPOST

Materie prime da miscelare:

le materie prime disponibili al momento nella Tenuta, opportunamente caratterizzate da un punto di vista chimico-fisico, con particolare riguardo a contenuto di umidità, pH e rapporto C/N, vanno miscelate secondo proporzioni che seguono le modalità prescritte per il processo (ad esempio i fanghi, tranne quelli agroindustriali, non possono superare il 35% P/P della miscela iniziale) e che garantiscano un buon andamento dello stesso nonché il rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa vigente per il prodotto finale.

Preparazione del cumulo:

- materiale ligneo-cellulosico, sfibrato a cm 5-10, con funzione strutturante
- foglie o altro materiale verde triturato grossolanamente
- rifiuti di origine animale e fango di depurazione (per ammendante compostato misto)
- umidità della miscela: 50-60%
- rapporto C/N della miscela: 30-35.

Dimensioni del cumulo:

- altezza = m 1,5-2
- larghezza = m 3-4
- lunghezza = m 10-12.

Volume del cumulo:

m³ 22-48.

Copertura cumulo:

telo di tessuto non tessuto.

OPERAZIONI DI GESTIONE DEL CUMULO

Durata.

il processo di compostaggio dura complessivamente 6 mesi circa.

Parametri da controllare:

- Temperatura: controllo con termometri a sonda da effettuarsi in più punti distribuiti nel cumulo
- Umidità: prelievo del campione dall'interno del cumulo e sua essiccazione in stufa a 105°C per 12 ore (Umidità % = [peso fresco- peso secco/peso fresco] x 100).

Rivoltamenti del cumulo:

da effettuarsi ogni volta che la temperatura superi i 65°C

In generale:

- 2 volte a settimana per le prime 3-4 settimane
- I volta ogni 10 giorni per i 2 mesi successivi
- 1 volta ogni 20 giorni per i restanti 2 mesi

Totale 16-18 rivoltamenti; l'ultimo rivoltamento avrebbe luogo entro il quinto mese dall'inizio della prova cui seguirebbe un ulteriore periodo di maturazione della massa.

Umettamento del cumulo:

da eseguirsi ogni volta che l'umidità scenda sotto il 50%. A tale proposito si ritiene necessario disporre di un punto d'acqua in vicinanza del cumulo.

Campionamento:

ottenimento di un campione rappresentativo del cumulo attraverso l'unione di 6 subcampioni.

Il prelievo dei campioni va effettuato dopo il rivoltamento seguendo lo schema riportato:

- al conferimento delle matrici
- alla preparazione del cumulo
- alla quarta settimana
- alla decima settimana
- alla diciottesima settimana

a compost maturo.

2) Proposta per un modello di raccolta differenziata all'interno della Tenuta

INTRODUZIONE

La Raccolta Differenziata risulta essere un obiettivo primario di tutta la gestione dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) in Italia a seguito del D. Lgs. n. 22/1997 con targets fissati del 15% nel 1999, 25% nel 2001, 35% nel 2003. Considerando il ciclo di vita integrato per la gestione dei rifiuti, la R.D. assume ormai un ruolo importante per quanto riguarda la valorizzazione ed il recupero in materia ed energia. Una strategia ormai già attivata a livello europeo come ad esempio in Austria, Belgio, Olanda, Germania, con il 20-25% di riciclo che si integra perfettamente con altre tecnologie e processi di recupero energetico per incenerimento portando i livelli di smaltimento in discarica per i soli residui (o poco più) non più valorizzabili al 30-40%. Il compostaggio può arrivare al 15% (3, 4).

Considerando la natura, le attività, le attenzioni ad una ricerca sempre più multidisciplinare ed avanzata della Tenuta Presidenziale di Castelporziano con il Progetto di Monitoraggio si può ipotizzare e programmare un'attività di R.D. all'interno della Tenuta. Tale attività si andrà ad integrare all'acquisizione dati relativi al censimento e caratterizzazione delle frazioni organiche (biomassa) disponibili in Tenuta per un riuso, riciclo e produzione di ammendante organico.

Considerando e valutando i parametri sociali e le attività presenti in Tenuta (numero di abitanti, preminenti attività... etc.) si può disegnare un circuito dei flussi dei Rifiuti prodotti partendo da un'ipotesi di un sito di raccolta (Isola Ecologica) e considerando le merceologie e tipologie di rifiuto con le possibilità di conferimento e successivo trasferimento dei materiali raccolti. L'obiettivo primario è separare, e successivamente confinare, le tipologie potenzialmente pericolose (RUP), quindi raccogliere per un successivo riciclo le tipologie di rifiuto valorizzabili.

ISOLA ECOLOGICA

Un'Isola Ecologica sembra essere necessaria, strutturata al centro delle attività, con tutte le garanzie di sicurezza necessarie ed atta a favorire un approccio corretto all'uso.

LE TIPOLOGIE E MERCEOLOGIE DA RACCOGLIERE

Le merceologie più presenti (per %) da raccogliere e per le quali già sono attivate a livello nazionale strategie consolidate di riciclo dopo la raccolta sono: carta, cartone, lattine, vetro, legno trattato, tessili, plastica e per i RUP: farmaci scaduti, pile, fili elettrici, prodotti chimici di uso domestico T e N, toner, contenitori inchiostro, cartucce stampanti.

Rifiuti ingombranti in una navicella.

Frazione organica da provenienza domestica e da ristorazione che potrà essere convogliata direttamente al compostaggio.

IL SERVIZIO UTILIZZATO

Il servizio di raccolta da utilizzare va ricercato prevalentemente nel campo delle Aziende di Servizio Pubblico tra quelle che possono garantire affidabilità e soprattutto assicurare un riciclo dei materiali raccolti.

STRUTTURA E GESTIONE DELL'ISOLA ECOLOGICA

L'isola ecologica deve situarsi nelle adiacenze delle attività in Tenuta e di facile accesso sia per gli utenti che per i gestori. Il numero e le dimensioni dei contenitori dovrà essere rapportato alla tipologia ed all'ipotetico flusso di rifiuto che dovrà essere raccolto ed armonizzato con la frequenza dei prelievi. Dovranno essere previsti contenitori in sicurezza per le tipologie che lo richiedono quali ad esempio quelle appartenenti ai RUP.

L'isola ecologica dovrà avere una dimensione opportuna sulla base del numero e delle dimensioni dei raccoglitori. Solitamente viene situata su pavimentazione in cemento, protetta da una tettoia, in zona ombreggiata.

Si consideri pure un'attenta e approfondita informazione agli utenti sotto forma di ciclostilato con indicazioni precise sulle tipologie merceologiche raccolte e le modalità di conferimento.

Nella fase di inizio delle attività dovrà essere stilato un progetto contenente le azioni prioritarie per una pianificazione ed organizzazione sulla base della realtà attualmente presente e delle attività già iniziate.

Tali azioni dovranno essere suddivise per fasi e per tempi previsti di realizzazione, oltre ad una verifica con il Segretariato sui dati e per la gestione.

ASPETTI CULTURALI, TESI DI LAUREA

Può essere oggetto di studio per una organizzazione e gestione di rifiuti applicato alla Tenuta di Castelporziano una tesi di laurea avente come specifico obiettivo un "LCA Integrato per la gestione dei rifiuti in un'area protetta" che può avere sicuramente una valenza di ricerca inedita sul piano culturale e di applicazione ad aree simili sul territorio nazionale (5, 6).

CONCLUSIONI

Dalle differenti biomasse di scarto prodotte nella Tenuta, riportate nella tabella 3, opportunamente miscelate e sottoposte a processo di compostaggio, è possibile ottenere fondamentalmente due tipi di ammendante organico naturale: un ammendante compostato verde ed uno compostato misto (7) i quali, sia dal punto di vista agronomico che da quello ambientale, risultano entrambi di elevata qualità e rappresentano due tipologie di prodotti commerciabili come fertilizzanti, ai sensi della 748/84 (8).

Per la produzione di ammendante compostato verde potrebbero, ad esempio, essere utilizzati i residui di potatura e segheria (se non destinati ad usi alternativi), foglie da viali e spazi ricreativi e residui da orti familiari della Tenuta. Riguardo ai residui colturali della veccia si ritiene conveniente continuarne l'interramento.

Per l'ottenimento di ammendante compostato misto risultano utili componenti come il letame con paglia e con trucioli, il fango di depurazione, i residui da allevamenti familiari nonché le matrici previste per l'ammendante compostato verde.

Per quel che riguarda gli R.S.U. è già stato effettuato un sopralluogo in discarica, al fine di valutare tipologia e quantità dei materiali di scarto ed attuarne la raccolta differenziata, anche allo scopo di averne disponibile la frazione organica (ad esempio carta, cartone, legname e sughero), eventualmente indirizzabile al processo di compostaggio. Riguardo, invece, ai rifiuti dalle attività balneari stagionali, il cui flusso annuale è di circa una tonnellata, non si ritiene proficuo il recupero della frazione organica da destinarsi alla produzione di ammendante compostato.

La normativa vigente fissa per gli ammendanti oltre che le modalità di preparazione ed i componenti essenziali, anche altri requisiti tra cui i tenori massimi in metalli pesanti espressi sulla sostanza secca (7). La tabella 2 mostra i risultati relativi all'analisi del contenuto in metalli pesanti quali Pb, Cd, Cr, Ni e Cu (dati relativi a Zn ed Hg non ancora disponibili) delle biomasse prodotte in Tenuta utili da avviare alla produzione di compost. Emergono valori relativamente alti rispetto a Pb, Cr e Cu per il fango di depurazione ed a Cr e Ni per il letame con paglia. Di essi è necessario tener conto nella scelta delle matrici da utilizzare e dei rapporti di miscelazione poiché il tenore in metalli pesanti nel prodotto compostato non deve superare i limiti di 140 p.p.m. per il Pb, 0,5 p.p.m. per il Cr (in forma esavalente), 150 p.p.m. per il Cu e 50 p.p.m. per il Ni.

TIPO DI BIOMASSA	FLUSSO (t/anne)
Fango di depurazione	24
Letame con paglia (Stalla dei Carabinieri)	18
Letame con trucioli (Stalla dei Butteri)	10
Residui di segheria	19
Residui ligneo-cellulosici (foglie, ramaglia) da giardini e spazi ricreativi	11
Ramaglia dalle lavorazioni boschive	135
Residui colturali della veccia (attualmente interrati)	25
Residui da orti ed allevamenti familiari	2
Frazione organica da R.S.U. (26% circa degli R.S.U.)	45

Tab. 3. Prospetto generale delle biomasse prodotte dalla Tenuta.

BIBLIOGRAFIA -

- 1. MORSELLI ET AL. (1996) Recupero e valorizzazione delle biomasse da residui. III Seminario G.d.L. Suolo. Tenuta Presidenziale di Castelporziano. 14 Giugno 1996.
- MORSELLI ET AL. (1997) Recupero e valorizzazione delle biomasse da residui. Prime valutazioni sulla compostabilità delle biomasse reperite nella Tenuta. IV Report G.d.L. Suolo. Tenuta Presidenziale di Castelporziano.
- 3. L. MORSELLI 'Legislation for Waste Management. The european legislation.' in "Technologies for environmental cleanup: Toxic and Hazardous Waste management" Avogadro and R.C. Ragaini EDS, 1994.
- 4. L. MORSELLI Prevention and valuable resources of waste. A new approach. Chemistry and Environmental: Legislation, Methodologies and Application, 479-488. ECSC, EEC, EAEC, Brussels and Luxemburg. Printed in Netherlands. Facchetti and D. Pitea Editors. 1995.
- 5. ANDREA VALENTINI, LUCIANO MORSELLI Analisi dei flussi dei RSU in funzione delle caratteristiche merceologiche dei rifiuti e degli imballaggi. Gea, n.3, maggio-giugno 1997.
- 6. ALFREDO RIVA, LUCIANO MORSELLI, MARIA FURINI LCA and LCI for the management of Municipal Solid Waste (MSW). ANNALI DI CHIMICA, 88, 1998, by Società Chimica Italiana.
- 7. FEDERCHIMICA ASSOFERTILIZZANTI (1998) Norme per la disciplina dei fertilizzanti. Confindustria Ed.
- 8. AA.VV. (1998) I fertilizzanti organici. Ministero per le Politiche Agricole. Progetto Editoriale PANDA. Vol. 1. Edizioni L'Informatore Agrario.

GRUPPO DI LAVORO SUOLO

TITOLO DELLA RICERCA Studio e Gestione della Sostanza Organica del Suolo in

Ambiente Mediterraneo

RESPONSABILE Prof. P. Sequi

UNITA' OPERATIVA ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle

Piante - Roma

CONCLUSIONI E PROGRAMMA PER IL V ANNO DI RICERCA

Essendo al quinto anno di attività si ritiene opportuno operare un bilancio complessivo dei lavori realizzati nel periodo 1992-1998.

In esso è stata condotta un'indagine di caratterizzazione di base dei suoli piuttosto estesa ma che, certamente, non può considerarsi esaustiva. Tale studio ha comunque messo in evidenza che è possibile individuare nella Tenuta zone vulnerabili nei confronti della fertilità fisica, chimica e biologica per cause diverse:

- in tutte le zone limitrofe ad arterie di grande scorrimento come le vie Pontina e Cristoforo Colombo è stato riscontrato un progressivo aumento della concentrazione di metalli pesanti e, pertanto, sarebbe opportuno proseguire il monitoraggio con campionamenti annuali per il rilevamento di questi elementi.
- 2) Nei seminativi è stata evidenziata una perdita della fertilità globale rispetto alle zone di ripristino ambientale (gli stessi ex-seminativi). Sarebbe opportuno proseguire negli anni il monitoraggio degli investimenti colturali, al fine di inserire nei futuri piani di gestione il possibile ritiro temporaneo dai seminativi o, comunque, l'individuazione di forme di utilizzazione del suolo meno aggressive, con ridefinizione degli interventi di concimazione.
- 3) Lo studio condotto sull'effetto del rooting dei cinghiali conferma che un numero troppo elevato di animali può compromettere la fertilità del suolo accelerando i processi di mineralizzazione della sostanza organica con conseguente degrado nel tempo della fertilità del suolo. Anche per questi siti sarebbe opportuno, con prelievi annuali, controllare almeno i valori del carbonio organico e della respirazione del suolo allo scopo di standardizzare e validare questi indici di fertilità.
- 4) E' stata intrapresa, solo nel corso del 1997, l'analisi delle acque di lavaggio delle piante d'alto fusto in cinque siti permanenti; essa dovrebbe proseguire nel tempo, anche al fine di monitorare l'impatto dell'inquinamento atmosferico sul suolo e sulle piante.
- 5) Nei siti forestali è stata evidenziata una stretta correlazione tra qualità del suolo, funzionalità dell'ecosistema microbiologico e copertura vegetale. Tale aspetto dovrebbe essere tenuto in particolare considerazione qualora si voglia procedere a rimboschimenti con specie non autoctone, come ad esempio il pino, che comporta una progressiva acidificazione del suolo, modificando e condizionando profondamente la vita microbiologica del suolo stesso. La presenza in Tenuta di pinete di età molto diversa agevola questo tipo di studi.
- 6) Riguardo alla gestione delle biomasse di rifiuto e di scarto reperibili in Tenuta, delle quali non è stata ancora attivata una raccolta differenziata, sarebbe auspicabile continuare a raccogliere dati, anno per anno, relativamente al volume delle suddette biomasse, al fine di raggiungere una ottimizzazione della loro gestione.

Per il 1999 proseguiranno le analisi di caratterizzazione di base dei suoli della Tenuta mentre, per quanto riguarda i cinque siti di osservazione permanente, continueranno le indagini sugli effetti degli inquinanti che derivano dalle deposizioni atmosferiche sulle chiome degli alberi, sia sulle acque di dilavamento delle chiome stesse che sui campioni di suolo prelevati nelle vicinanze dei fusti. Facendo uso di parametri chimici ed indicatori biochimici si cercherà di verificare un'eventuale capacità del suolo di contrastare tali effetti. Continuerà, inoltre, la collaborazione con l'ENEA per la creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castelporziano (S.I.T.A.C.). Infine, è previsto un lavoro di integrazione ed elaborazione dati che dovrebbe portare alla redazione delle carte tematiche relative a inquinanti, fertilità e geopedologia dei suoli della Tenuta.

Va infine rilevato che l'area sulla quale insiste la Tenuta Presidenziale presenta delle connotazioni intrinseche di vulnerabilità legate al tipo di substrato pedologico, al clima tipicamente mediterraneo, alla storia pregressa del sito (zona di bonifica), alla sua condizione di "isola" naturale inserita in un contesto altamente antropizzato.

Tutto questo denuncia l'esigenza assoluta di un continuo monitoraggio della qualità del suolo al fine di una sua conservazione e ripristino.

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

IDROGEOLOGIA

Responsabile: Dott. Gilberto Busuoli

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

ISNP - Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Roma
G. Mecella, P. Scandella, F. Fricano, N. Di Blasi, R. Moretti,
M. C. Pizzoferrato

ENEA AMB C. R. Casaccia - Roma M. Bucci, U. Brandimarte, M. Grillini

ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro - Roma
F. Silvestri, M. Pecci, A. Marino, F. Damiani, G. Di Filippo,
D. Fratarcangeli, E. Mosca Goretta

Università degli Studi "Roma Tre" - Roma
M. Parotto, G. Capelli, R. Salvati



GRUPPO DI LAVORO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA Studio Idrogeologico e delle Caratteristiche Fisiche e

Chimiche delle Acque Sotterranee e Superficiali

RESPONSABILE Dott. G. Busuoli

UNITA' OPERATIVA ENEA AMB C.R. Casaccia - Roma

INTRODUZIONE

Le quattro Unità Operative che costituiscono il Gruppo di Lavoro Idrogeologia facenti capo rispettivamente all'ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente), all'ISNP (Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante), all'ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro) ed alla Università degli Studi "Roma Tre", hanno proseguito nel corso del 1997 e nei primi mesi del '98 le attività di raccolta ed elaborazione dei dati, ciascuna Unità secondo il proprio settore di competenza.

In particolare l'U.O. dell'ISNP ha proseguito la raccolta e l'elaborazione dei dati climatologici misurati in continuo dalla stazione meteorologica automatica installata al centro della Tenuta e per i quali cura la pubblicazione di un "Bollettino Agro-climatico" con valori giornalieri, decadali e mensili dei numerosi parametri che vengono rilevati. Nel 1998 è stata installata una seconda Stazione Meteorologica automatica in località Tor Paterno al fine di monitorare il clima anche nell'area costiera e verificare la variabilità spaziale delle caratteristiche climatiche nella Tenuta. Vengono controllate con regolarità 21 piscine, tra temporanee e permanenti, di cui 8 nella zona Nord, 13 nella zona Sud e 3 nell'area di Capocotta . Ai siti già sotto osservazione ne sono stati aggiunti altri venti. Per avere un quadro completo dell'ambiente idrico superficiale nella Tenuta, è stato predisposto un "Quaderno delle Piscine", nel quale sono sintetizzati i principali rilievi effettuati. Sono inoltre riportate delle schede tecniche contenenti: foto e ubicazione, livello dell'acqua in relazione alle precipitazioni, caratterizzazione chimica delle acque.

Di particolare interesse sono i risultati ottenuti dall'applicazione della statistica multivariata che ha consentito di individuare due raggruppamenti principali di piscine: il primo è costituito da quegli invasi per i quali si riconosce un'alimentazione di origine esclusivamente meteorica; il secondo delle piscine nelle quali l'alimentazione è supportata dalla presenza di una falda superficiale.

L'U.O. dell'ENEA, ha completato la rete di monitoraggio delle acque sotterranee della Tenuta, oggi costituita da 46 punti di misura. In 7 pozzi sono in funzione sonde automatiche multiparametriche, in grado di rilevare ed immagazzinare i dati relativi a parametri quali il pH, la conducibilità, l'ossigeno disciolto, il potenziale redox, la torbidità, la temperatura ed il livello dell'acqua, la temperatura dell'aria e la pressione atmosferica. Le misure piezometriche sull'intera rete, eseguite mensilmente in collaborazione con il personale della Tenuta, hanno permesso di definire l'escursione della falda libera superficiale: è stata così realizzata una versione aggiornata della carta piezometrica e della carta della soggiacenza della falda. Elaborando le informazioni stratigrafiche dei pozzi più recenti si è ottenuta la versione definitiva della carta del substrato argilloso. Di particolare rilevanza sono due ulteriori carte tematiche derivate dai dati piezometrici mensili: la carta piezometrica dei periodi di magra e di morbida (media dei valori 1997-98) e la carta dei punti di uguale differenza in altezza tra periodi di magra e di morbida (media valori 1997-98). Le elaborazioni dei dati raccolti dalle sonde automatiche hanno messo in evidenza una notevole stabilità dei principali parametri fisico-chimici, mentre relativamente ai livelli è confermato uno stretto legame tra soggiacenza, risposta alle precipitazioni meteoriche (variazioni di livello), grado di saturazione del terreno, emungimento, distanza dalla linea di costa.

L'U.O. dell'ISPELS ha eseguito dei nuovi sondaggi elettrici verticali. I dati ottenuti sono stati utilizzati per tracciare delle sezioni elettriche che mettono in evidenza l'andamento discontinuo degli strati conduttivi e non conduttivi suggerendo l'ipotesi che siano presenti più sistemi lenticolari di falde sospese. Prosegue la campagna di rilevamento per la caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni in affioramento. Si dispone attualmente di 66 schede descrittive generali e di 10 schede pertinenti ai fenomeni franosi rilevati. Dalla primavera del 1998 è in corso una campagna di misure con strumentazione GPS per la georeferenziazione delle piscine.

L'U.O. dell'Università degli Studi "Roma Tre" ha realizzato una carta piezometrica che comprende le aree poste all'esterno della Tenuta utilizzando dati provenienti dal censimento effettuato da Ventriglia U. alla fine degli anni settanta. Emerge dal confronto con i dati raccolti dall'U.O. dell'ENEA un notevole abbassamento del livello di saturazione dei terreni che nell'area in corrispondenza della villa Presidenziale tra le vie Pontina e Colombo raggiunge valori di circa 20 - 25 m, mentre lungo l'allineamento Infernetto - Santola - Quarticciolo i livelli attuali sono inferiori di 5 - 10 m.

GRUPPO DI LAVORO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA Monitoraggio delle Piscine 1997-1998

RESPONSABILE Dott. G. Mecella

UNITA' OPERATIVE ISNP, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

- Roma

Ministero per le Politiche Agricole - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA G. Mecella, P. Scandella, F. Fricano, M. C. Pizzoferrato,

N. Di Blasi, R. Moretti

INTRODUZIONE

L'Unità Operativa "Monitoraggio delle piscine", afferente al GdL Idrogeologia, ha avuto come obiettivo principale lo studio delle "piscine", invasi naturali ad elevata valenza ambientale, che caratterizzano l'idrologia di superficie della Tenuta. Tali ricerche sono state effettuate attraverso un monitoraggio triennale (1996-98) finalizzato a definire i meccanismi che influenzano la formazione, l'alimentazione e la permanenza nel tempo dell'acqua in questi invasi. Lo studio è stato organizzato nelle seguenti fasi:

- rilevamento delle caratteristiche climatiche e definizione del potere evaporante dell'atmosfera;
- rilevamento delle caratteristiche idropedologiche dei suoli delle piscine;
- caratterizzazione chimica delle acque delle piscine;
- rilevamento del livello dell'acqua nelle piscine.

PARTE SPERIMENTALE

Negli anni 1997 e 1998 è proseguito il monitoraggio climatico mediante la Stazione Metereologica automatica costituita da un data logger Campbell CR 10 e sita in località Castello. Nel 1998 è stata installata una seconda Stazione Metereologica automatica in località Tor Paterno, al fine di monitorare il clima anche nell'area costiera e verificare la variabilità spaziale delle caratteristiche climatiche, in particolare delle precipitazioni. I dati raccolti ogni anno sono pubblicati nel "Bollettino Agroclimatico", con valori giornalieri, decadali e mensili, redatto a cura dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante [8, 9, 10].

Nel biennio è inoltre proseguito il monitoraggio delle piscine; ai primi siti già in studio, 21 piscine e 2 piezometri, sono stati aggiunti altri 20 invasi per un totale di 43 siti, 41 piscine e 2 piezometri (Figura n° 1). Di esse, mediante rilevazione tacheometrica di tipo geometrico, si sono rilevati con cadenza mensile i livelli idrici e si sono analizzate le caratteristiche chimiche delle acque necessarie per definire la formazione e l'alimentazione delle piscine, nonché per seguirne l'evoluzione nel tempo. In particolare sono state effettuate le seguenti determinazioni: pH e ECw con metodo potenziometrico; Na⁺, K⁺, Ca⁺, Mg⁺⁺ con assorbimento atomico; CO₃⁼ e HCO₃ per titolazione acidimetrica; Cl⁻ per titolazione acidimetrica; SO₄⁼ per cromatografia ionica; Fe⁺³, Mn⁺⁺, SiO₂, B⁻³, P e N con spettrofotometria nel visibile.

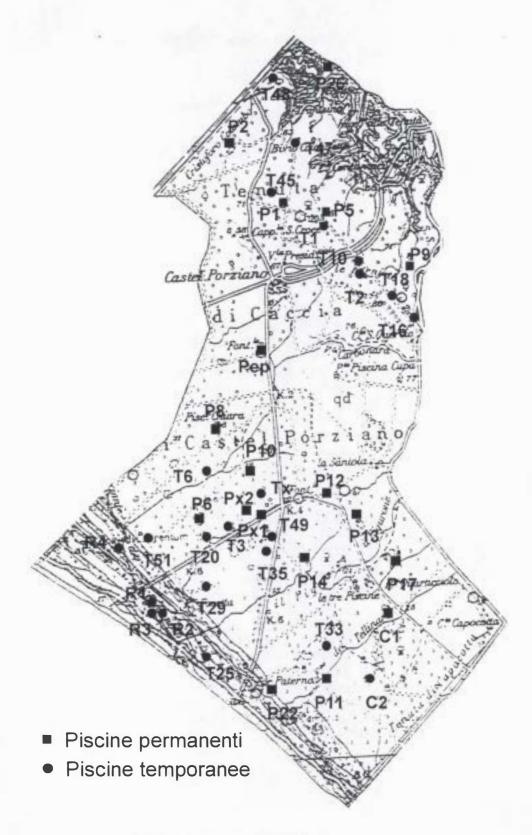


Figura 1 - Ubicazione delle piscine in monitoraggio.

Per verificare la distribuzione areale di alcune caratteristiche chimiche, nonché di evidenziare le relazioni con le differenti tipologie di suolo delle piscine, sono stati cartografati, mediante l'utilizzo del software Surfer, gli andamenti della conducibilità media (ECw) e del pH medio delle acque delle piscine.

I dati analitici relativi alle acque di tutte le piscine monitorate sono stati sottoposti ad analisi statistica multivariata avvalendosi del Programma SPSS [5], che permette il raggruppamento di oggetti caratterizzati da una o più serie di variabili, allo scopo di definire i rapporti acqua-suolo e di evidenziare l'influenza che le caratteristiche geologiche e idropedologiche delle formazioni presenti nell'area determinano sull'esistenza di tali bacini [4], per ottenere quindi una conferma di quanto già osservato negli anni precedenti eseguendo indagini sui suoli di alcuni invasi più rappresentativi [17]. Il precedente studio aveva avuto la finalità di investigare le caratteristiche pedologiche e idrauliche dei suoli, che regolano la presenza e l'evoluzione nel tempo di questi invasi.

Al fine di disporre di un elaborato completo, necessario per avere una panoramica integrata sull'ambiente idrico di superficie della Tenuta, si è redatto un "Quaderno delle Piscine", nel quale, per il triennio di monitoraggio, sono sintetizzati i principali rilievi effettuati durante le campagne ed i dati analitici fisici e chimici relativi alle piscine, rappresentati sia in formato tabellare che grafico. Nel Quaderno, per ogni piscina, sono riportate delle schede tecniche:

- foto e ubicazione;
- livello dell'acqua in relazione alle precipitazioni;
- caratterizzazione chimica delle acque.

Per rappresentare graficamente le oscillazioni dei livelli idrici in funzione delle precipitazioni sono stati elaborati degli istogrammi sia per le piscine considerate permanenti che per quelle temporanee. I grafici relativi alle piscine che durante il monitoraggio non sono state mai trovate asciutte (le cosiddette "permanenti"), presentano un livello di base a cui sono state riferite le variazioni di livello monitorati durante il triennio. Per le piscine che hanno presentato invece periodi di secca (le cosiddette "temporanee"), le oscillazioni dei livelli sono state riferite al fondo delle piscine.

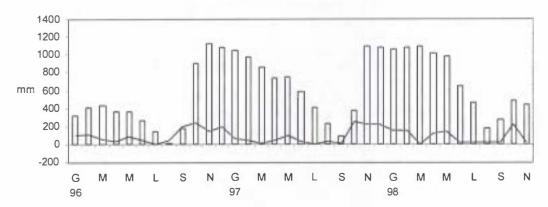
L'U.O. "Monitoraggio delle piscine" ha inoltre collaborato attivamente con il GdL SITAC, realizzando un archivio informatizzato, interattivo e aggiornabile contenente tutte le informazioni monitorate. Utilizzando il software ACCESS è stato quindi approntato lo sviluppo di funzioni, al fine di realizzare un prodotto user-friendly come versione dimostrativa del più completo Sistema Informativo in corso di realizzazione da parte del SITAC.

RISULTATI E DISCUSSIONE

I dati climatici rilevati per ogni anno mediante le due Stazioni Metereologiche automatiche site in località Castello ed in località Tor Paterno sono stati oggetto della pubblicazione dei rispettivi "Bollettini Agroclimatici", con valori giornalieri, decadali e mensili, redatti a cura dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante [10], cui si rimanda per l'individuazione delle caratteristiche climatiche specifiche.

Per quanto attiene il monitoraggio dei livelli idrici delle piscine, i risultati riportati nel "Quaderno delle piscine" mostrano come tali livelli siano strettamente funzione delle precipitazioni, ma indicano anche come un solo triennio di monitoraggio sia insufficiente per una definizione statisticamente valida della temporaneità o meno dei singoli invasi. Infatti è interessante osservare nella Figura nº 2 come la piscina P1 si sia prosciugata durante il triennio di studio, precisamente a settembre 1997, mentre la T1, considerata storicamente "temporanea" presenta un livello minimo di base.

Piscina Temporanea T1



Piscina Permanente P1

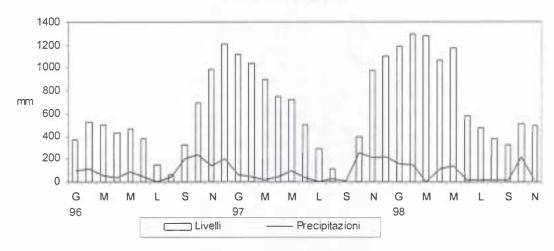


Figura 2 - Variazione dei livelli idrici in funzione degli andamenti pluviometrici in due piscine note come temporanea (T1) e permanente (P1) negli anni 1996-97-98.

I risultati delle analisi chimiche sulle acque i cui valori medi sono riportati nella Tabella nº 1 hanno evidenziato una distinzione in due sistemi principali all'interno dei quali le caratteristiche chimiche risultano abbastanza omogenee.

		PISCINE	PISCINE
		DUNA ANTICA	DUNA RECENTE
Reazione in pH		6.7 ± 0.30	8.0 ± 0.20
ECw	μS\cm	140 ± 46	1267 ± 414
TDS	0/	0.09	0.81
SAR		0.81	2.99
TODD		1.04	1.22
Na ⁺	meq/l	0.50 ± 0.28	5.71 ± 3.72
K ⁺	meq/l	0.18 ± 0.08	0.29 ± 0.11
Ca ⁺⁺	meq/I	0.49 ± 0.18	5.76 ± 2.56
Mo⁴⁺	meq/l	0.25 ± 0.10	1.11 ± 0.52

segue

1 100		PISCINE	PISCINE
		DUNA ANTICA	DUNA RECENTE
HCO₃⁻	meq/l	0.78 ± 0.34	6.53 ± 2.79
Cl ⁻	meq/I	0.64 ± 0.29	1.99 ± 1.52
SO ₄ =	meq/I	tr ÷ 1.48	tr ÷ 0.12
B ⁺³	ppm	0.97 ± 0.84	0.35 ± 0.16
Fe ⁺³	ppm	2.28 ± 1.75	0.36 ± 0.21
Mn ⁺⁺	ppm	0.20 ± 0.21	0.17 ± 0.20
SiO ₂	ppm	2.82 ± 1.30	12.8 ± 6.01
N-NO ₂	ppm	tr ÷ 0.06	tr ÷ 0.48
N sol	ppm	2.67 ± 0.88	2.17 ± 1.16
P sol	ppm	0.29 ± 0.26	0.50 ± 0.33
P part	ppm	0.68 ± 0.39	0.70 ± 0.24

Tab. 1. Valori medi e deviazione standard dei componenti chimici e degli indici di qualità più significativi delle acque delle piscine.

Nella Figura n° 3 viene riportata la distribuzione areale dei valori di salinità e di pH delle acque delle piscine.

L'applicazione della statistica multivariata ha consentito di effettuare uno studio mirato alla individuazione delle diverse tipologie di piscine, i cui risultati sono stati oggetto di pubblicazione nei Rendiconti dell'Accademia delle Scienze detta dei XL [5].

In tale studio, mediante la Cluster analysis è stato possibile elaborare un dendrogramma (Figura n° 4), che ha consentito di individuare due raggruppamenti principali di piscine: il primo (A) è costituito da quegli invasi per i quali si riconosce un'alimentazione di origine esclusivamente meteorica; il secondo (B) dalle piscine nelle quali l'alimentazione è supportata dalla presenza di una falda superficiale. L'affioramento di tale corpo idrico nelle zone topograficamente più depresse è determinante quindi per la loro formazione.

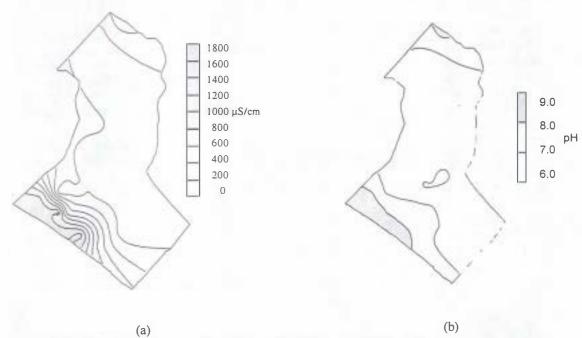


Figura 3 - Distribuzione areale dei valori di salinità (a) e di pH (b) delle acque delle piscine.

Nell'ambito del gruppo A è stato inoltre possibile individuare due ulteriori raggruppamenti, che separano le piscine della fascia centro-settentrionale della Tenuta (A1), da quelle site nella zona centro-meridionale (A2). Tale separazione geografica è presumibilmente legata da una parte alle differenti caratteristiche sedimentologiche del substrato, derivanti da differenti apporti nella matrice litologica di materiale proveniente dall'alterazione dei depositi vulcanici affioranti nell'area settentrionale della Tenuta; dall'altra è imputabile alla differente influenza dell'apporto di aerosol marino proveniente dalla zona costiera.

I risultati dello studio effettuato sui suoli delle piscine, cui si era fatto cenno nella Relazione al IV Seminario Annuale, sono stati oggetto di pubblicazione negli Atti del Convegno Annuale della Società Italiana della Scienza del Suolo "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile" tenutosi nel 1997 a Roma [17]. Le indagini eseguite hanno permesso l'individuazione di due distinti sistemi di alimentazione, di raccolta e di permanenza delle acque in funzione dei diversi substrati pedogenetici presenti: la Duna Recente, nell'area di costa e la Duna Antica, che ricopre la maggior parte della Tenuta.

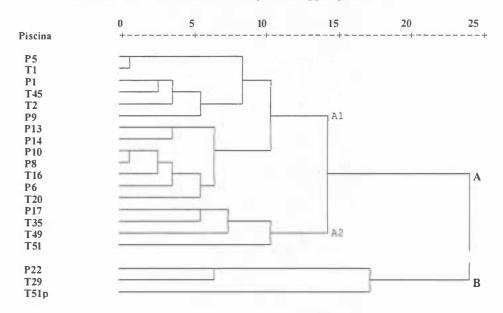


Figura 4 - Classificazione delle piscine in funzione delle analisi chimiche delle acque.

La prima tipologia di piscine che abbiamo denominato "Sistema della Duna Recente" è caratterizzata da suoli sabbiosi, calciosaturi, permeabili e quindi poco idonei alla formazione di orizzonti idromorfi, nei quali l'esistenza delle piscine è dovuta sostanzialmente all'affioramento in corrispondenza di depressioni morfologiche di una falda sotto-superficiale, la quale, assieme all'acqua delle precipitazioni, ne sostiene in buona parte l'alimentazione.

La seconda tipologia, chiamata "Sistema della Duna Antica", è costituita da suoli argillosi, di reazione acida, con una bassa saturazione basica, percentuali di sodio scambiabile elevati e con permeabilità molto bassa, idonea quindi alla formazione di orizzonti idromorfi, dello spessore talvolta di pochi centimetri, che contribuiscono al ristagno idrico, garantendo la permanenza dell'acqua negli invasi anche per periodi prolungati.

E' stato infine realizzato un DataBase in ACCESS per la presentazione dei risultati delle ricerche condotte dall'U.O.. Nella presentazione, tutte le informazioni considerate rappresentative sono state raggruppate in schermate relazionali, facilmente accessibili con percorsi guidati. Scegliendo dalla carta delle piscine il pulsante relativo ad una di esse si accede alla scheda (concordata tra i GdL Idrogeologia e Impatto Antropico) identificativa che rimarrà invariata nel tempo e nella quale sono riportate il nome, la località, le coordinate geografiche e la foto.

Nella scheda informativa, cui si accede con un pulsante dedicato, sono raccolti i dati sulla morfologia degli invasi, sul tipo di alimentazione, sulla vegetazione presente nell'area, ecc. Scegliendo l'opzione "indagini" si accede all'archivio vero è proprio sul monitoraggio effettuato.

CONCLUSIONI

Il monitoraggio delle piscine proseguito negli anni 1997 e 1998, attuato attraverso il rilevamento dei livelli idrici e lo studio della qualità dei suoli e delle acque, e mediante l'applicazione della statistica multivariata, ha permesso di caratterizzare un sistema naturale complesso quale quello delle piscine della Tenuta. E' stato così possibile individuare quei gruppi di variabili indispensabili a definire il sistema e confermare le ipotesi formulate sulle modalità di alimentazione di tali invasi, preziosi per la conservazione del paesaggio e per gli aspetti funzionali dell'ecosistema della Tenuta.

L'analisi comparata tra le caratteristiche delle acque e dei suoli con le variabili climatiche ha confermato la suddivisione tipologica dell'alimentazione idrica delle piscine in due sistemi distinti.

Per quanto riguarda la possibilità di classificare le piscine in temporanee e permanenti, la cui definizione è di interesse sia per l'individuazione e lo studio degli equilibri biologici sia sotto il profilo gestionale della Tenuta, si fa presente che i dati del monitoraggio, anche se limitati temporalmente, hanno evidenziato che la permanenza dell'acqua negli invasi è funzione prevalentemente dell'andamento termopluviometrico della zona e dell'ampiezza del bacino di alimentazione sotterraneo.

Ad esempio il monitoraggio ha rilevato che la piscina T1 (dei Monti del Pero) considerata storicamente temporanea non si è mai prosciugata comportandosi quindi come una piscina permanente.

Tra le piscine considerate permanenti, si sono invece prosciugate, sia pure per periodi brevi: P1 (Ponte Guidone), Pep (Pepparello), P2 (Barcaccia), Px1 e P22 (Tor Paterno).

È da sottolineare comunque che tre anni di monitoraggio sono insufficienti per stabilire la temporaneità o meno degli invasi, in quanto la presenza di acqua è fortemente condizionata dal fattore clima. Solo una raccolta di dati quantitativi continui nello spazio e nel tempo permetterà di definire e modellizzare il sistema piscine nella complessità di relazione tra i fattori climatici e quelli idropedologici dando conferme ai risultati raggiunti finora.

BIBLIOGRAFIA

- 1. AMENDOLA G., FRICANO F., LAUCIANI R., SCANDELLA P. (1996). Le acque delle "piscine". Atti 1º Seminario Tematico GdL. IDROGEOLOGIA Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.
- 2. ARNOLDUS A., ANSELMI B., CATALANO F., MILLI S., ZARLENGA F. (1991). Analisi Paleoambientale dei depositi (Duna rossa) contenenti Industria Musteriana e affioranti nell'Area di Castelporziano Pomezia (Roma). ENEA Comitato Nazionale per la Ricerca e lo Sviluppo dell'Energia Nucleare e delle Energie Alternative Area energia, ambiente e salute.
- 3. CROSETTI D., MARGARITORA F.G. (1987). Distribution and life cycles of cladocerans in temporary pools from Central Italy. Freshwater Biology, 18, 165-175.
- 4. FRICANO F., CENNAMO D., PALLUZZI R., DI BLASI N., MECELLA G. (1996). *Idropedologia delle "piscine"*. Atti I° Seminario Tematico GdL. IDROGEOLOGIA Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.
- 5. FRICANO F., NERI U., SCANDELLA P., DI BLASI N., MECELLA G. (1998). Studio del sistema di alimentazione di invasi naturali in un particolare ambiente umido costiero mediterraneo. Rendiconti dell'Accademia delle Scienze detta dei XL (in stampa).
- 6. GISOTTI G., COLLAMARINI D. (1982). Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano. Genio Rurale, anno XLV, n. 9.
- 7. ISTITUTO DI RICERCA SULLE ACQUE CNR (1994). Metodi analitici per le acque. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

- 8. ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE (1997). Bollettino Agroclimatico di Castelporziano 1996. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano.
- 9. ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE (1998). *Bollettino Agroclimatico di Castelporziano 1997*. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano.
- 10. ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE (1999). *Bollettino Agroclimatico di Castelporziano 1998*. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano (in stampa).
- 11. MECELLA G, SCANDELLA P., FRICANO F., PIZZOFERRATO M.C., DI BLASI N.(1999). Genesi delle piscine: formazione, alimentazione e chimismo delle acque. Seminario Tematico GdL Fauna Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. Roma, 6 febbraio 1999.
- 12. MECELLA G., SCANDELLA P., MORETTI R., DI BLASI N. (1995). Monitoraggio della falda. Rilevamento climatico e morfologico. Atti II° Seminario GdL IDROGEOLOGIA Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. Ed. Presidenza del Consiglio dei Ministri.
- 13. MORETTI R., MECELLA G. (1996). Monitoraggio climatico. Atti 1º Seminario Tematico GdL IDROGEOLOGIA Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.
- 14. NORUSIS M. J. (1994). Professional Statistics 6.1. SPSS Inc.
- 15. REGIONE LAZIO (1992). Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. Roma.
- 16. SADOCCHI S. (1993). Manuale di analisi statistica multivariata. Franco Angeli Ed. Milano.
- 17. SCANDELLA P., FRICANO F., DI BLASI N., CENNAMO D., PALLUZZI R. (1997). Studio della qualità dei suoli del sistema "Piscine" nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Atti del Convegno Annuale Società Italiana della Scienza del Suolo "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile" 3-5 giugno, Roma, Anno XLVII, N° 2, pagg. 55-62.
- 18. SCANDELLA P., MECELLA G., FRICANO F., BUCCI M, PIZZOFERRATO M.C. (1999). Aspetti idrologici della Tenuta Presidenziale di Castelporziano: inquadramento generale. Seminario Tematico GdL Fauna Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP Monitoraggio delle Piscine. Roma, 6 febbraio 1999.
- SCANDELLA P., MECELLA G., DI BLASI N., FRICANO F. (1996). Bilancio idrologico delle "piscine". Atti I° Seminario Tematico GdL IDROGEOLOGIA - Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC). U.O. ISNP - Monitoraggio delle Piscine. ENEA Centro Ricerche Casaccia, 5 novembre 1996.

GRUPPO DI LAVORO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

Studi Idrogeologici e Monitoraggio delle Falde

RESPONSABILE Dott. M. Bucci

UNITA' OPERATIVA ENEA AMB C.R. Casaccia - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA U. Brandimante, M. Bucci, M. Grillini

INTRODUZIONE

L'Unità Operativa dell'ENEA, in collaborazione con le altre U.O. e con il personale della Tenuta Presidenziale, ha intrapreso, a partire dal 1995, una serie di attività a carattere idrogeologico con l'obiettivo primario di individuare gli acquiferi presenti e determinarne le caratteristiche principali.

La realizzazione di un sistema di monitoraggio permanente (Fig. 1) ha consentito di precisare la consistenza e l'evoluzione nel tempo delle risorse idriche sotterranee.

Le attività svolte sono state già parzialmente presentate nel corso dei tre seminari generali tenuti nell'aprile del 1994, nel maggio 1995, nel giugno 1996 e in occasione del seminario tematico del novembre 1996; è in corso di stampa infine anche il rapporto delle attività relative al 1997 e 1998 p.p. (rif. 7, 8, 9, 10, 11, 15).

Tali attività possono essere così sintetizzate:

- determinazione dei lineamenti idrogeologici della Tenuta (rif. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14);
- censimento e realizzazione dei punti d'acqua che compongono la rete di monitoraggio;
- monitoraggio mensile su tutti i punti individuati;
- monitoraggio in continuo con sonde automatiche su sette punti significativi;
- costruzione delle carte delle isopieze, della soggiacenza della falda, del substrato impermeabile, piezometria di magra morbida, carta di isovariazione tra minimi e massimi ecc.;
- analisi chimiche stagionali per individuare eventuali fenomeni di intrusione marina;
- analisi sedimentologiche e micropaleontologiche su campioni prelevati durante le perforazioni dei piezometri.

PARTE SPERIMENTALE

I principali elementi di novità che si ritiene di dover segnalare per il periodo 1997 e 1998 considerato fino al mese di settembre, sono relativi all'aggiornamento delle carte tematiche, alla presentazione dei dati delle campagne di rilevamento mensile sulla rete piezometrica, ai dati raccolti dalle sonde automatiche.

Viene inoltre presentato un catalogo completo di tutti i pozzi censiti nella Tenuta; per ogni pozzo è stata realizzata una scheda informativa che contiene i dati disponibili sull'ubicazione, la quota, la profondità, la stratigrafia ecc. e l'aggiornamento delle misure effettuate per tutti quelli inseriti nella rete di monitoraggio.

Complessivamente, dal '95 ad oggi, si sono eseguite 30 perforazioni (25 da parte dell'U.O. dell'ENEA e 5 appaltate alla società SOGEA) per un totale di circa 750 metri (rispettivamente quasi 510 e più di 240 metri): sono stati poi effettivamente utilizzati 26 pozzi, installandovi circa 600 metri di tubi piezometrici. Nella sola area di Capocotta, oltre ai pozzi eseguiti *ex-novo*, sono stati censiti, controllati ed inseriti nella rete 14 pozzi preesistenti, per un totale che supera i 500 metri.

Ciascuno dei pozzi che fanno parte della rete (Fig. 1) è stato accuratamente quotato nel corso di due campagne di rilievi topografici, durante le quali si sono eseguite centinaia di battute di precisione lungo percorsi ad anello che, partendo dal caposaldo IGM posto sulla torre del Castello, si sono estesi per circa 100 km.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le carte tematiche aggiornate sono:

- carta piezometrica (medie delle misure mensili effettuate a partire dal febbraio 1995);
- carta del la soggiacenza (medie delle misure mensili effettuate a partire dal febbraio 1995);
- carta piezometrica dei periodi di magra e di morbida della falda (media valori 1997 98);
- carta dei punti di uguale differenza in altezza piezometrica tra periodi di magra e di morbida (media valori 1997 - 98).

La carta piezometrica (Fig. 2) non si discosta in maniera significativa dalle precedenti, i dati mensili relativi alle misure effettuate nei pozzi della rete di monitoraggio per gli anni 1997 e 1998 non modificano infatti la configurazione dell'andamento della falda libera, caratterizzata dallo spartiacque sotterraneo che corre in direzione NW-SE con livelli piezometrici corrispondenti compresi tra i 40 ed i 19 m s.l.m.. Le direzioni di flusso principali sono individuabili nell'area sud occidentale con recapito verso il mare, mentre nel settore settentrionale lo scorrimento è verso il Fosso di Malafede. A partire dalla isopieza 10 metri si ha un forte aumento del gradiente idraulico in corrispondenza di una morfologia caratterizzata da gradini che dai circa 20 m s.l.m. salgono rapidamente fino a quota 70 m s.l.m..

La carta della soggiacenza (Fig. 3) utilizza le stesse misure e lo stesso periodo di riferimento della carta piezometrica, con la differenza che il riferimento non è il livello medio del mare ma il piano campagna. Questa rappresentazione risulta di estrema utilità in quanto fornisce la profondità, per ogni settore della Tenuta, della tavola d'acqua rispetto al terreno soprastante. L'analisi di questa carta permette di valutare eventuali correlazioni con l'estensione e la tipologia del manto vegetale e le relazioni esistenti con bacini che danno origine alle piscine. Si tratta in parte di una nuova elaborazione risultando la precedente versione limitata alla fascia costiera.

La carta delle isopieze di magra e di morbida (Fig. 4) è stata realizzata per mettere in evidenza le fluttuazioni massime di livello determinate dal variare dell'infiltrazione efficace durante i periodi secchi e piovosi. I dati elaborati si riferiscono agli anni 1997 e 1998 e tengono conto del ritardo dovuto alla velocità d'infiltrazione delle acque nel sottosuolo. La carta permette di evidenziare in particolare le variazioni di altezza piezometrica nella fascia costiera che si traducono in sostanza in un arretramento, durante i periodi di magra, delle curve di quota da 0 a circa 5 m s.l.m., tale fenomeno ha come diretta conseguenza un avanzamento del cuneo salino risultando infatti lo stesso posizionato al di sotto delle acque dolci a profondità proporzionali all'altezza della falda sul livello del mare. Il valore della costante utilizzata nei calcoli per determinare la profondità dell'interfaccia acqua dolce acqua salata è compreso tra 33 e 40 (prof. Interfaccia = 33/40 x Altezza piezometrica) pertanto applicando la formula nel caso in esame si ottengono, nella peggiore delle ipotesi, comunque valori compresi tra 0 m lungo la linea di riva e - 66 m alla piezometrica di quota 2 m. L'esempio portato evidenzia l'importanza dei sistemi di monitoraggio permanenti che permettono di controllare fenomeni potenzialmente pericolosi, in particolare per la vegetazione, come quello dell'intrusione marina.

Un'altra interessante applicazione di questo tipo di elaborazione è il calcolo dei volurni di acqua compresi tra le superfici piezometriche di magra e di morbida; tenendo conto infatti della porosità efficace è possibile valutare l'entità delle riserve dinamiche cioè dei volumi di acqua immagazzinati dall'acquifero durante i periodi di ricarica.

La carta delle linee di uguale variazione tra valori minimi e massimi di altezza piezometrica (Fig. 5) permette di visualizzare le aree che presentano analoghi abbassamenti della superficie piezometrica per un dato periodo di osservazione. Di particolare rilevanza è la possibilità di individuare le aree di influenza delle opere di captazione che nel caso specifico sono in corrispondenza dei pozzi denominati E1 ed F2. Risultano anche evidenti le zone a scarsa ricarica sia per motivi legati alla bassa permeabilità sia perché la falda si presenta con elevata soggiacenza (aree a sfumatura più chiara tra le isolinee 0.2 e 0.1 m).

Il monitoraggio della falda idrica sotterranea è proseguito secondo due direttrici principali, la prima sotto forma di misure mensili sull'intera rete di piezometri, la seconda su sette punti strumentati con sonde automatiche. Le sonde utilizzate sono a due parametri, profondità e temperatura, nei pozzi denominati E1, E12, E7 e E15, e a 9 parametri nei piezometri E27, E26 e E8. I dati aggiornati al settembre 1998 vengono presentati sotto forma di:

 grafici dell'andamento piezometrico rilevato mensilmente nei pozzi costituenti la rete di monitoraggio; • grafici dei livelli medi e delle precipitazioni mensili riferiti ai quattro piezometri muniti di sonde automatiche a due parametri.

I grafici dell'andamento mensile dei livelli sono stati realizzati dividendo per classi di soggiacenza i valori misurati su tutti i pozzi che costituiscono la rete di monitoraggio. In particolare sono stati raggruppati i piezometri con soggiacenza compresa tra i 0 e i 6 metri dal piano campagna, tra 6 e 12 metri e tra 12 e 20 metri. Un ultimo grafico mette a confronto l'andamento della falda superficiale e di quella profonda nel doppio piezometro denominato E13.

L'analisi dei dati indica la forte incidenza che hanno le precipitazioni meteoriche concentrate nei mesi tra settembre e dicembre del 1996 - 97, sul gruppo a soggiacenza compresa tra 0 e 6 metri dal p.c. (Fig. 6); in tutti i casi esaminati sono stati superati i valori riscontrati negli anni precedenti sia nel periodo di magra che in quello di morbida.

Per la seconda classe di soggiacenza, 6 - 12 metri dal p.c. (Fig. 7), l'effetto delle pur notevoli precipitazioni invernali è molto più contenuto, risultando comunque un andamento generale in crescita rispetto al precedente periodo.

Per il terzo gruppo di dati con soggiacenza compresa tra 12 e 18 metri dal p.c. (Fig. 8) si registrano variazioni significative di livello solo sui pozzi C1 e E10 rimanendo i livelli degli altri sostanzialmente invariati.

Il differente comportamento delle falde in funzione della soggiacenza è esemplificato nel grafico che riporta i dati del doppio piezometro nel pozzo E13 (Fig. 9) le cui misure si riferiscono alla falda superficiale e a quella profonda. Il livello minimo viene raggiunto rispettivamente ad agosto ed a ottobre; quello massimo si ha a dicembre 96 e gennaio 98 nella prima falda mentre nella seconda si raggiunge fra maggio e giugno per gli anni considerati.

I quattro piezometri denominati E1, E12, E7 e E15 sono muniti di sonde automatiche che registrano il livelli e la temperatura delle acque sotterranee. I dati vengono raccolti dal giugno 1995 nei piezometri E1 e E12, dal maggio 1998 per i rimanenti due. Nei grafici vengono presi in considerazione i dati piezometrici medi giornalieri e quelli pluviometrici cumulati per decadi.

- Piezometro El

L'analisi degli andamenti piezometrici (Figg. 10a, 10b) mostra la particolarità di questo punto di osservazione rispetto agli altri: si tratta infatti di un pozzo posto nelle vicinanze della più importante opera di captazione della Tenuta. I minimi livelli si raggiungono nel mese di agosto mentre i massimi si hanno tra gennaio e marzo in corrispondenza rispettivamente della fine del periodo di massimo utilizzo e della ricarica invernale.

- Piezometro E12

Nel periodo giugno 95 ottobre 96 si ha una costante diminuzione del livello con scarsa o nulla incidenza delle precipitazioni (Figg. 11a, 11b). Dal novembre 96 a seguito di un periodo di piogge persistenti e ad elevata intensità si registra una rapida risposta della falda con un innalzamento dei livelli che raggiungono il loro massimo tra aprile e maggio 97. Nel novembre 97 si ha il minimo successivo cui segue, per effetto delle piogge autunnali, un comportamento analogo a quello dell'anno precedente.

- Piezometri E7, E15

Non si registrano per questi due piezometri (Figg. 12a, 12b, 13a, 13b) importanti variazioni di livello, anche se bisogna tenere conto che le osservazioni partono dal maggio 98 e si riferiscono ad un periodo poco piovoso. La soggiacenza è rispettivamente di circa 11.10 e 14.40 m e per le precipitazioni del periodo non si riscontra una risposta significativa della falda.

Per le sonde multiparametriche, la notevole mole di dati raccolti (9 parametri a scansione oraria per il periodo luglio - settembre 98 per ciascuna delle tre sonde) impedisce in questa sede una loro sintetica esposizione. In ogni caso non sono state rilevate significative variazioni sui parametri attinenti al fenomeno dell'intrusione marina (conducibilità elettrica, temperatura dell'acqua, torbidità, ossigeno disciolto, potenziale redox e pH) mentre utili indicazioni forniscono i dati sulla pressione atmosferica, la temperatura dell'aria e le variazioni di livello.

CONCLUSIONI

Tutte le principali informazioni ed i dati fino ad oggi raccolti, sono stati forniti al Gruppo di Lavoro SITAC, con il quale l'U.O. collabora attivamente. Sono attualmente disponibili i dati "statici" sulla rete piezometrica (quota, profondità, ubicazione ecc.) e quelli "dinamici" in continuo aggiornamento dei livelli delle falde sotterranee. E` stata anche realizzata la carta che contiene tutti i punti costituenti la rete di controllo dalla quale e` possibile accedere direttamente alle informazioni sopra citate. Relativamente

alle carte tematiche sono disponibili ad oggi la carta piezometrica, la carta della soggiacenza, la carta del substrato impermeabile e la carta dei profili geologici dalla quale si può accedere alle sezioni stratigrafiche.

BIBLIOGRAFIA

- 1. U. Ventriglia (1990). Idrogeologia della provincia di Roma. Il Vol. Roma.
- 2. G. Dai Pra, A. Arnoldus-Huyzendveld (1984). Lineamenti stratigrafici, morfologici e pedologici della fascia costiera dal fiume Tevere al fiume Astura (Lazio, Italia Centrale) Roma.
- 3. F. Dragone, A. Maino, A. Malatesta, A.G. Segre (1967). Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 149 Cerveteri Roma.
- 4. A. Arnoldus, B. Anselmi, F. Catalano, S. Milli, F. Zarlenga (1990). Analisi paleoambientale dei depositi (Duna Rossa) contenenti industria Musteriana e affioranti nell'area di Castelporziano Pomezia (Roma) Roma.
- 5. A. Malatesta, F. Zarlenga (1988). Evoluzione paleogeografico-strutturale Plio Pleistocenica del basso bacino romano a Nord e a Sud del Tevere Roma.
- 6. Regione Lazio (1992). Carta tecnica regionale alla scala 1:10.000. Sezioni: Acilia, Spinaceto, Castel Porziano, Trigoria, Lido di Castel Porziano e Pomezia Ovest Roma.
- ENEL (1992). Progranuna per un'azione di monitoraggio ambientale nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma.
- 8. I Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano 8 Aprile 1994 Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) Roma.
- 9. II Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano 12 Maggio 1995 Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) Roma.
- III Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano 14 Giugno 1996 Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) - Roma.
- 11. I Seminario Tematico G.d.L. Idrogeologia. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) ENEA Centro Ricerche Casaccia 5 novembre 1996.
- Provincia di Roma Assessorato alla Protezione Civile. Indagine idrogeologica in località Valle del Renaro e Villa Presidenziale all'interno della Tenuta di Castelporziano. Servizio Protezione Civile febbraio 1986 - Roma.
- Azienda Comunale di Elettricità ed Acqua Studio geoelettrico per sondaggi nella regione di Roma -Roma 1957.
- Servizio Geologico d'Italia Dott. G. Zaccara Studio geologico-geofisico della Tenuta "La Santola" - Roma 1959.
- 15. IV Seminario Tenuta Presidenziale di Castelporziano 3 luglio 1997 Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano Creazione di un Sistema Informativo Territoriale Ambientale Castelporziano (SITAC) Roma.

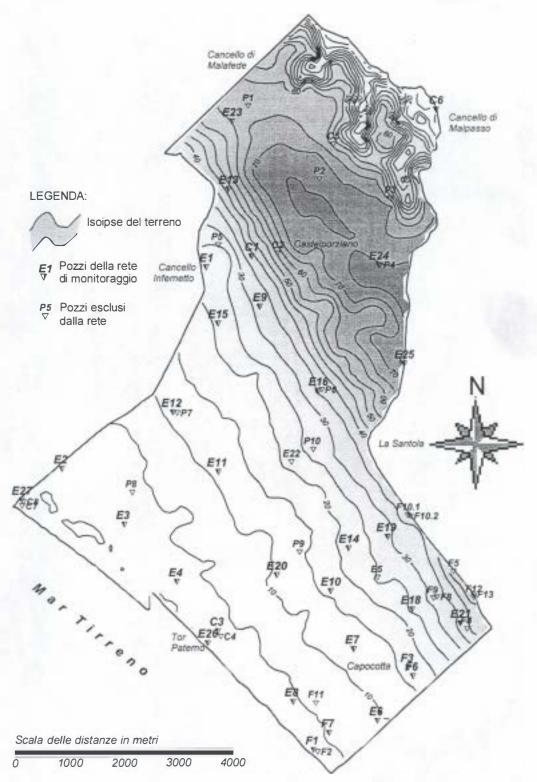


Fig. 1: Carta delle isoipse del terreno, con la posizione di tutti i pozzi censiti nella Tenuta

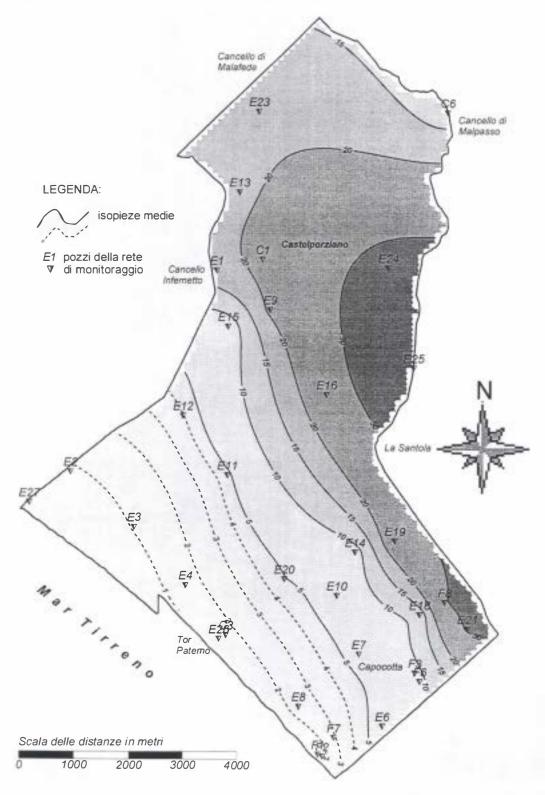


Fig. 2: Carta delle isopieze medie (1995-1998)

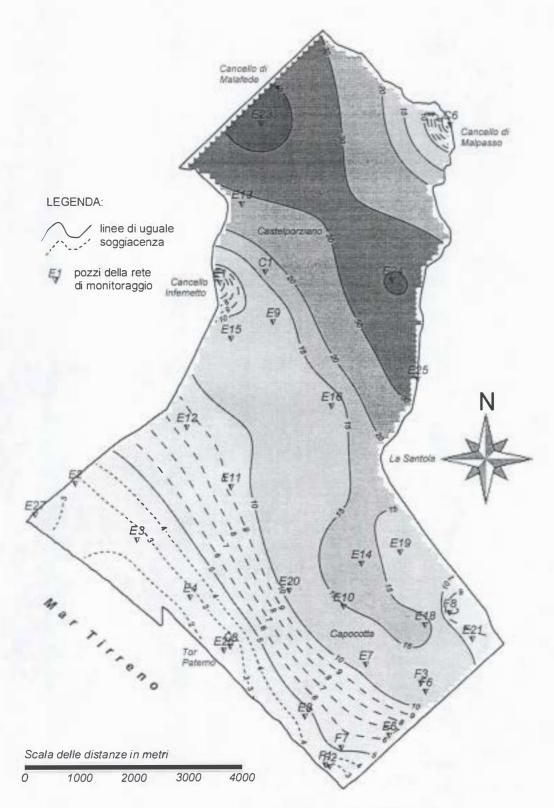


Fig. 3: Carta della soggiacenza media (1995-1998)

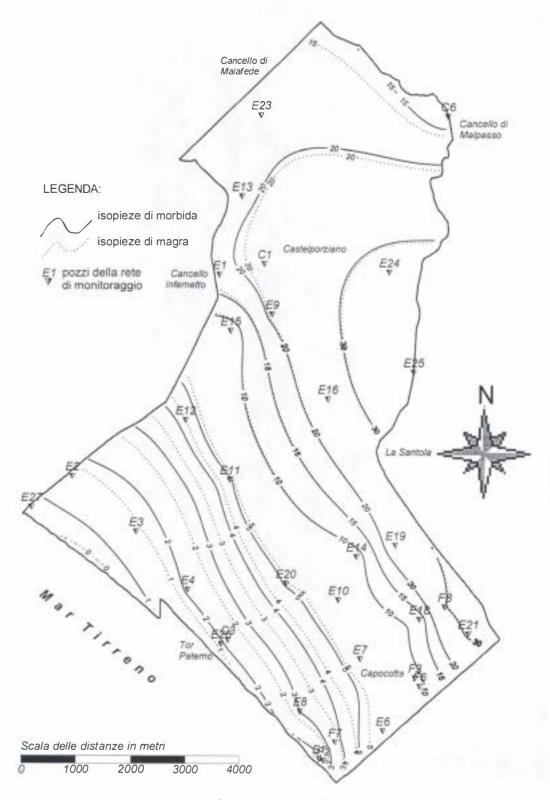


Fig. 4: Carta delle isopieze di morbida e di magra

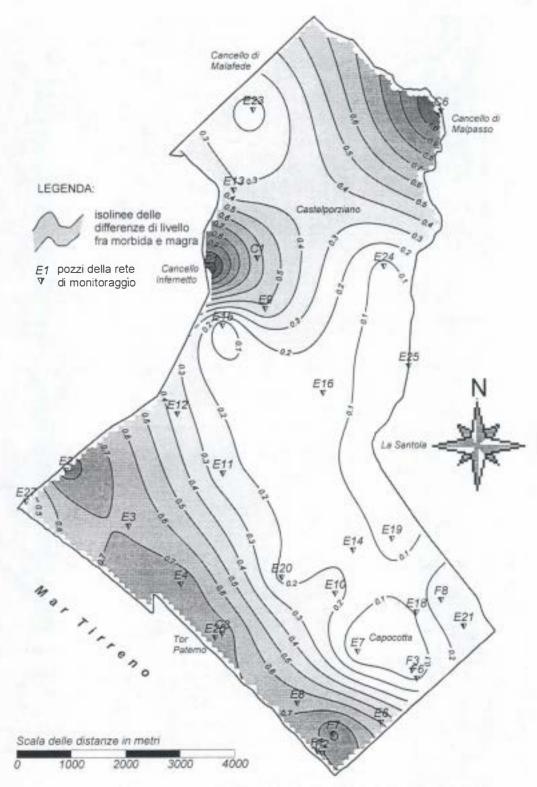


Fig. 5: Carta delle isolinee delle differenze di livello fra morbida e magra

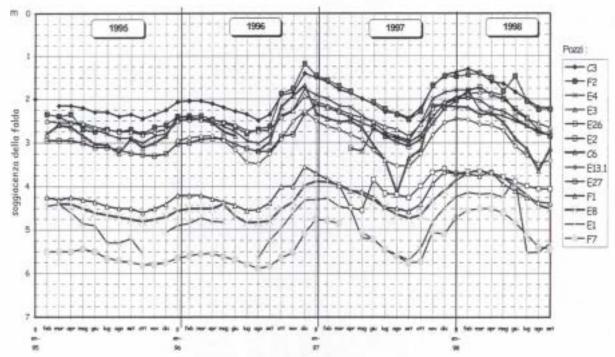


Figura 6: Variazioni dei livellli dell'acqua nei pozzi con soggiacenza media compresa tra 0 e 6 metri

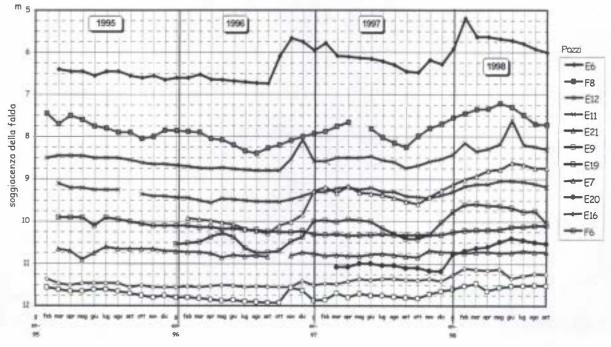


Figura 7: Variazioni dei livelli dell'acqua nei pozzi con soggiacenza media compresa tra 6 e 12 metri

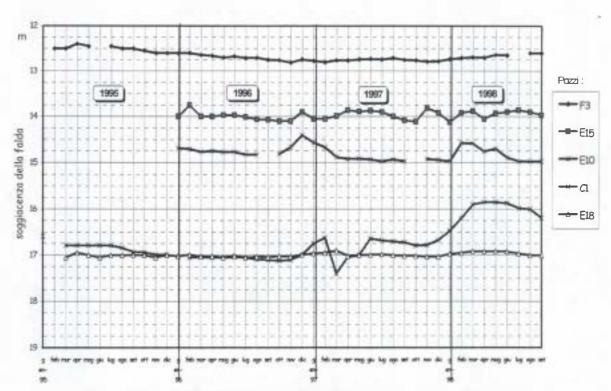


Figura 8: Variazioni dei livelli dell'acqua nei pozzi con soggiacenza media compresa tra 12 e 18

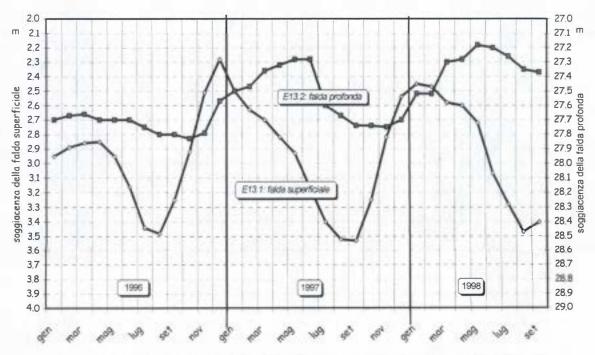


Figura 9: Variazioni dei livelli dell'acqua nelle falde superiore ed inferiore controllate con il pozzo doppio E13.1/E13.2

16.00 - 96/90/20

e precipitazioni cumulate per decadi

140

19.50

19.00

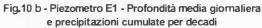
18.50

17.50

17.00

16.50

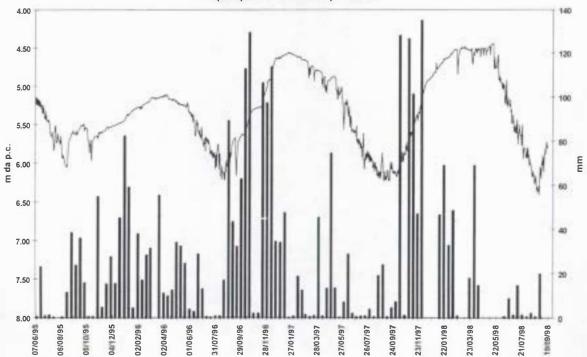
Fig.10 a - Piezometro E1 - Quota del livello piezometrico medio giornaliero e precipitazioni cumulate per decadi



27/01/91

26/07/97

2311/97



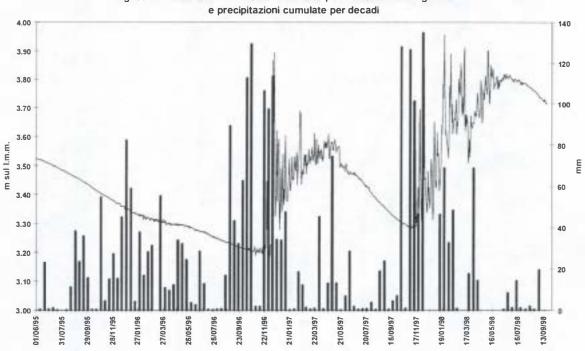
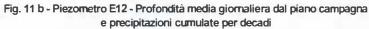


Fig. 11 a - Piezometro E21 - Quota del livello piezometrico medio giornaliero



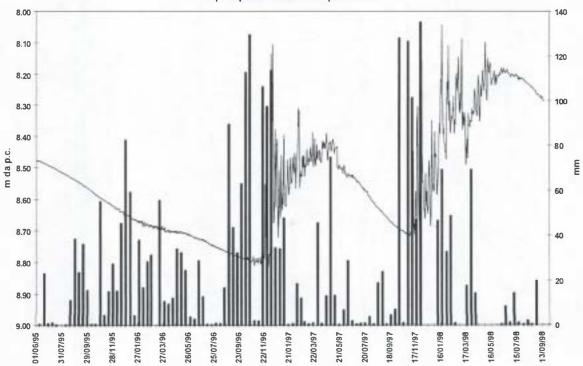


Fig. 12 a - Quota del livello piezometrico medio giornaliero e precipitazioni cumulate per decadi

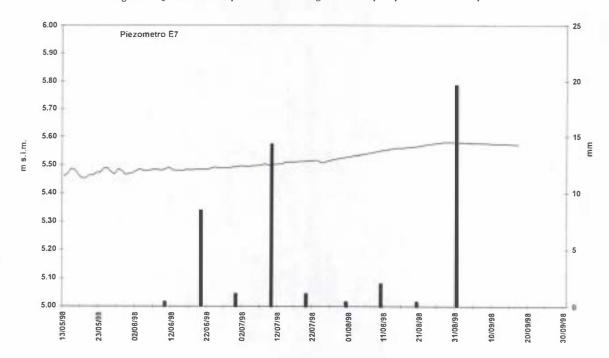
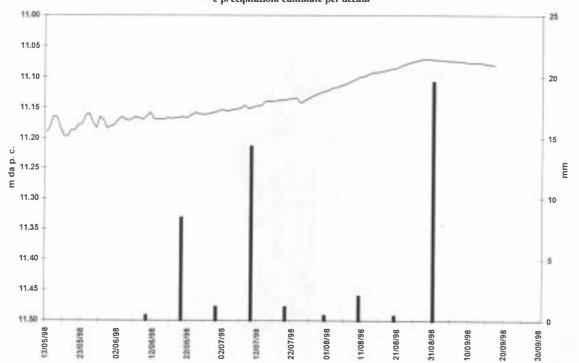
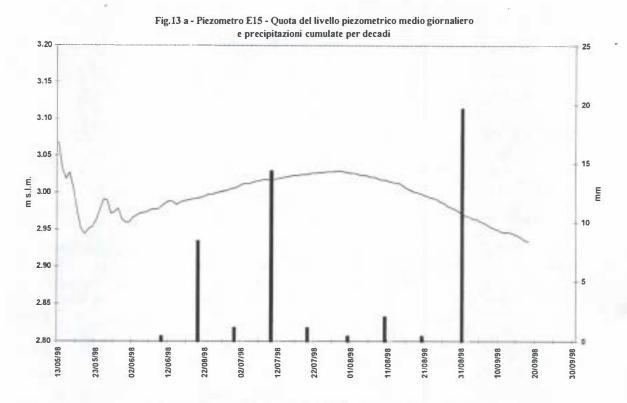
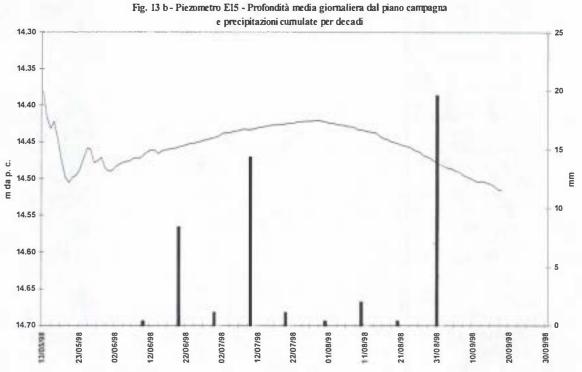


Fig. 12 b - Piezometro E7 - Profondità media giornaliera dal piano campagna e precipitazioni cumulate per decadi







GRUPPO DI LAVÓRO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

Studi Geologici e Micropaleontologici

RESPONSABILE Dott. M. Parotto

UNITA' OPERATIVA Università degli Studi "Roma Tre" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA G. Capelli, R. Salvati

INTRODUZIONE

La fascia costiera compresa tra il Fiume Tevere e i Fossi di Malafede e di Pratica è prevalentemente impostata su depositi sabbioso-limoso-argillosi con intercalazioni conglomeratiche del ciclo postorogeno (Pleistocene) poggianti su un substrato argilloso-sabbioso pliocenico che funge da acquiclude basale.

La morfologia del tetto del ricoprimento recente elettricamente resistente, è stata definita da alcuni studi degli anni sessanta per ricerca di idrocarburi. Nella zona di interesse è presente un alto del substrato ubicato a nord del Fosso di Malafede, esteso da Castel di Decima a Pomezia. Le argille marine, a partire da questo alto, si deprimono bruscamente verso mare e, al di sotto della tenuta presidenziale, il tetto della formazione rimane sempre al di sotto dei –50 metri rispetto al livello del mare.

Al di sopra delle sequenze deposizionali fluvio-costiere, affiorano alluvioni e coperture detritiche recenti, sabbie dunari (Pleistocene-Olocene), depositi piroclastici. I rapporti geometrici esistenti tra queste litoformazioni determinano nel settore indicato, la presenza di più acquiferi generalmente a bassa potenzialità in parte tra loro comunicanti. In alcune aree alluvionali depresse, sono state intercettate falde in pressione. Sul versante sinistro del Fosso di Malafede, che è un corso d'acqua drenante, sono presenti alcune sorgenti di piccola portata.

MATERIALI E METODI

La banca dati relativa ai punti d'acqua utilizzati (82 punti d'acqua tra pozzi perforati, pozzi romani e sorgenti) proviene dal censimento effettuato da Ventriglia alla fine degli anni settanta. Esso è stato integrato con i dati di alcune perforazioni recenti. Per ciascun sito, contraddistinto da un numero di riferimento, sono stati considerati: quota sul livello del mare, quota del livello statico, profondità (pozzi e cisterne).

La carta delle linee isofreatiche riportata in figura, è stata costruita ex novo utilizzando i livelli rilevati da Ventriglia, senza tener conto dei nuovi dati dell'Enea connessi ai monitoraggi del SITAC. Questa scelta è stata attuata appositamente per valutare le variazioni del livello intercorse in poco più di dieci anni.

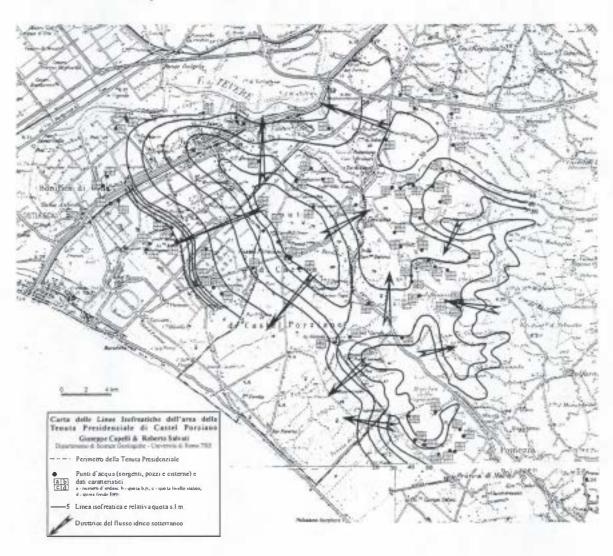
RISULTATI E DISCUSSIONE

Osservando la morfologia disegnata dalle linee piezometriche si individuano un alto principale ubicato a est della tenuta esteso da Castel di Leva a Pratica di Mare. Esso non è che una piccolissima parte della vastissima falda che satura l'Unità idrogeologica Albana. Da quest'area si dipartono due lobi allungati orientati da NW a SE separati da depressioni del tetto della falda corrispondenti: alla piana costiera (Castel Fusano, Tor Paterno, Capocotta, Pratica di Mare), alla valle del Fosso di Malafede e alla valle del Fosso di Valleranello (Rio Petroso, Rio Castellaccio). Verso NW gli alti piezometrici sono troncati bruscamente dalla depressione su cui è impostato l'alveo del Fiume Tevere. Al top della falda si avevano negli anni settanta valori di poco superiori ai 50 m s.l.m. (max 60). Ai fini di questo studio è importante osservare i valori delle isofreatiche in corrispondenza della Villa Presidenziale tra le vie Pontina e Colombo. Da un livello di saturazione prossimo ai 50 metri, risultante dai rilievi del settanta, si passa ai 20-25 degli anni novanta. Anche al piede delle colline su cui si trova la villa presidenziale, tra l'Infernetto, la Sàntola e il Quarticciolo, i livelli attuali sono inferiori di 5-10 metri.

Collegando l'andamento delle linee di flusso costruite sulla carta piezometrica riportata in figura e curata da questa unità operativa, con i profili geologici già prodotti dal gruppo di lavoro dell'Enea e tenendo presente lo schema idrogeologico del margine sud-occidentale dell'idrostruttura albana, si può fondatamente pensare che gli abbattimenti dei livelli di falda descritti siano da ricollegare a una diminuita ricarica degli acquiferi, a giacitura sub-orizzontale, ubicati nel lato orientale del settore di studio dovuta al sovrasfruttamento dei settori periferici. Come noto, infatti, il territorio di Pomezia e di Pratica presenta un forte addensamento dei punti di prelievo di acque sotterranee. Analoga situazione si ha sul versante settentrionale della tenuta sulla riva destra del Fosso di Malafede. L'urbanizzazione di quest'area ha portato alla perforazione di molti pozzi padronali e condominiali che deprimono le falde dell'attiguo alto piezometrico di Castelporziano.

CONCLUSIONI

Riassumendo si può dire che le risorse idriche della tenuta possono essere depauperate a seguito dell'incremento degli emungimenti che vengono effettuati in opere di captazione esterne all'area in studio, che attingono agli stessi acquiferi. Per quanto riguarda il rischio di inquinamento per apporti di fluidi dalle aree limitrofe, sembra fondato dire che la zona più a rischio è quella di Capocotta, ovvero i bacini dei Fossi del Tellinaro e Sàntola in quanto ricaricati lateralmente da linee di flusso provenienti dall'area industriale e urbana di Pomezia. Una situazione di rischio è presente pure a ridosso dell'Infernetto, sul margine occidentale della tenuta stessa.



BIBLIOGRAFIA

- AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI ROMA (1981) Indagine sullo stato di inquinamento delle acque superficiali. Censimento delle utilizzazioni prevalenti delle risorse idriche. Ass.to igiene, sanità e ambiente. Edizione delle Autonomie.
- 2. BONI C., BONO P. & CAPELLI G. (1988) Carta idrogeologica del territorio della Regione Lazio. Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- 3. BONI C., BONO P., CAPELLI G., ROSSI F.M. & SCOLL C. (1981) Tentativo di calcolo di bilancio idrogeologico dell'area albana nel periodo ott. 1978 sett. 1979. Atti del 2° Seminario informativo del Sottoprogetto Energia Geotermica. CNR Roma.
- BUCCI M. ed altri (1995) Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castel Porziano. Idrogeologia della Tenuta Presidenziale di Castel Porziano. Atti Seminario Tenuta Presidenziale di Castel Porziano 12 maggio 1995.
- BUCCI M. ed altri (1996a) Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castel Porziano. Idrogeologia della Tenuta Presidenziale di Castel Porziano. Atti Seminario Tecnico G.d.L. Idrogeologia ENEA 5 novembre 199.
- 6. BUCCI M. ed altri (1996b) Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castel Porziano. Idrogeologia della Tenuta Presidenziale di Castel Porziano. Atti Seminario Tenuta Presidenziale di Castel Porziano 14 giugno 1996.
- 7. UNIGEO (1981) Inventario dei punti d'acqua, studio idrogeologico e ricostruzione del substrato vulcanico. Joint Ventura ENEL-Agip, area Colli Albani.
- 8. VENTRIGLIA U. (1990) Idrogeologia della Provincia di Roma Regione vulcanica dei Colli Albani. Amm. Prov. di Roma, Ass.to Lavori Pubblici Viabilità e Trasporti. Vol. III.

GRUPPO DI LÁVORO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA Indagini Geologiche, GPS e Geoelettriche

RESPONSABILE Dott. F. Silvestri

UNITA' OPERATIVA ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la

Sicurezza del Lavoro - Roma

Ministero della Sanità

PARTECIPANTI ALLA RICERCA F. Silvestri, M. Pecci, A. Marino, F. Damiani, G. Di

Filippo, D. Fratarcangeli, E. Mosca Goretta

1. INTRODUZIONE

Nel corso del periodo Giugno 1997 - Novembre 1998 l'attività di ricerca è proseguita secondo le metodologie illustrate in occasione del Seminario monotematico tenutosi in novembre '97, operando contemporaneamente sia mediante la realizzazione di indagini geoelettriche e GPS, sia attraverso una campagna di rilevamento finalizzata alla caratterizzazione geologico-tecnica degli affioramenti.

Per quanto riguarda le indagini geoelettriche, sono stati effettuati altri sondaggi elettrici verticali sempre secondo il dispositivo del "quadripolo di Schlumberger" con distanza elettrodica AB minima di 4 m e massima di 500 metri.

I risultati ottenuti dalla interpretazione dei sondaggi elettrici hanno permesso di tracciare le "sezioni elettriche", che consentono la caratterizzazione della geometria degli acquiferi: in alcuni casi le sezioni hanno evidenziato il sistema multifalda con frequenza di falde sospese (alternanza di strati conduttivi e meno conduttivi con andamento lenticolare).

La campagna di rilevamento per la caratterizzazione geologico-tecnica della Tenuta è proseguita con la raccolta dei dati sulle apposite schede già presentate nel seminario monotematico. Sono state complessivamente elaborate altre 22 schede, oltre a quelle già compilate per un totale di 66 schede ed altre 7 schede finalizzate alla descrizione dei fenomeni franosi, per un totale di 10 schede.

Tale studio risulta di particolare interesse, arricchendo la documentazione descrittiva della Tenuta su una tematica specifica e rappresentando anche un utile strumento per i futuri studi.

E' stata anche avviata, nella primavera del 1998, una campagna di misure con strumentazione GPS per la georeferenziazione delle piscine della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

2. INDAGINI GEOELETTRICHE

Nel periodo compreso tra febbraio 1997 e febbraio 1998 nell'area della Tenuta di Castelporziano sono stati eseguiti nuovi sondaggi elettrici verticali (SEV) in aree non ancora investigate negli anni precedenti; sono state quindi realizzate sezioni elettriche che ricostruiscono gli spessori e le variazioni laterali degli strati individuati dalle prospezioni. In particolare sono stati realizzati 51 SEV nell'area compresa tra Spagnoletta di sopra, Bivio Colonnetta, Finocchiella, Tenuta Trafusa. I sondaggi sono stati ubicati secondo allineamenti regolari e ad una distanza compresa tra 50 e 100 m.

Nel presente lavoro verranno illustrati i modelli risultanti dalle interpretazioni dei dati correlati in sezioni elaborate mediante calcolatore; per ogni sezione si riporta inoltre un sondaggio elettrico in cui l'andamento della curva di resistività di campagna è confrontata con la curva teorica elaborata dal programma di interpretazione.

2.1 Strumentazione utilizzata

I sondaggi elettrici verticali sono stati realizzati mediante un georesistivimetro ABEM TERRAMETER SAS (Signal Avering System) 300, che rileva i valori di resistività del terreno investigato. La corrente immessa è di tipo continuo ed è variabile da un minimo di 20 mA ad un massimo di 0,5 A. Lo strumento esegue una serie di letture consecutive in modo automatico programmabili a scelta fra i valori 1, 4, 16, 64 ed è inoltre fornito di un invertitore di corrente al fine di evitare la polarizzazione degli elettrodi. Il

valore di lettura formito dallo strumento è la resistività apparente del terreno investigato. Per incrementi di corrente è stato impiegato inoltre un survoltore ABEM TERRAMETER SAS 2000.

2.2. Elaborazione ed interpretazione dei dati di resistività

I dati di resistività dei sondaggi elettrici verticali sono stati interpretati utilizzando il metodo di ottimizzazione dello steepest descent (O. Koefoed, 1979) mentre le curve teoriche sono state calcolate con il metodo proposto da Ghosh il cui filtro è stato sostituito con quello di O'Neill a 21 coefficienti. Nei modelli elaborati lo scarto quadratico medio tra la curva teorica e la curva di campagna è risultata essere circa il 5%.

I modelli interpretativi sono stati utilizzati per ricostruire gli andamenti degli elettrostrati nelle zone investigate secondo i profili allineati lungo i lati della maglia.

Di seguito si descrivono i risultati relativi alle aree interessate dalle prospezioni geoelettriche e si riportano le sezioni più rappresentative.

2.3. Risultati finali

Zona 1: Spagnoletta di sopra

L'elettrostratigrafia ricostruita lungo il profilo A-A' con direzione SO-NE (Fig. 1) comprende anche il sondaggio di taratura in corrispondenza del sondaggio meccanico E23 che raggiunge una profondità dal piano campagna di 60 metri.

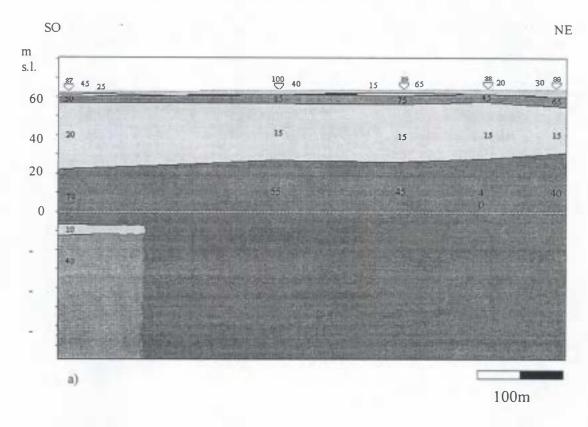
Osservando i modelli elaborati si rileva una continuità degli strati con resistività omogenee e correlabili in tutti i sondaggi. In generale è stato assunto un modello interpretativo a 4 strati ad eccezione del sondaggio 87 dove è stato definito un modello a 7 strati.

In particolare si individua dopo il primo mezzo superficiale con resistività variabile e compresa tra 15 e 65 ohmxm (correlata essenzialmente alle caratteristiche del suolo), uno strato più resistivo con valori compresi fra 45 e 85 ohm×m e spessore compreso tra 3 e 5 m; dal punto di vista litologico tale formazione si identifica come sabbia media, sciolta, eterogenea. Segue uno strato conduttivo con uno spessore di circa 30m e resistività di 15÷20 ohmxm, continuo in tutta l'area che può essere identificato come un livello sabbioso-limoso con significativa presenza di argilla.

Ad una profondità dal p.c. compresa tra 40÷45 metri si individua l'ultimo contrasto di resistività continuo che segna il passaggio ad un mezzo resistivo con valori più bassi verso NE associabile alle ghiaie medio-grossolane in matrice da argillo-sabbiosa a sabbio-argillosa. E' in questa formazione che si può certamente ipotizzare la presenza dell'acquifero il cui spessore si può definire nell'area corrispondente al sondaggio 87 ed è di circa 25m. Anche se i dati di resistività decrescono spostandosi verso NE del profilo, si può confermare la presenza della formazione ghiaiosa anche in quest'area sia sulla base dei risultati di rilevamento geologico (affioramento riscontrato nell'area a NE del profilo denominata Tenuta Trafusa), sia sui dati di resistività misurati nelle aree limitrofe.

Come si osserva il modello relativo al sondaggio 87, individua altri due contrasti di resistività che segnano il passaggio ad un mezzo conduttivo (10 ohm×m) corrispondente ad una formazione limo-argillosa e che rappresenta l'ultima formazione interessata dal sondaggio meccanico; il contrasto successivo segna il passaggio nuovamente ad uno strato resistivo che quindi esclude la presenza, alle profondità investigate, del basamento argilloso da ipotizzare quindi ad una profondità dal piano campagna superiore a quella investigata (> 60m) mediante le stese elettrodiche.

Si fa presente però che la profondità del substrato potrebbe essere minore di quella risultante dall'interpretazione dei dati in quanto la presenza di strati più superficiali molto conduttivi accentuano le profondità dei limiti successivi. Tale situazione necessita quindi profondità di investigazione maggiore e quindi stendimenti elettrodici più ampi.



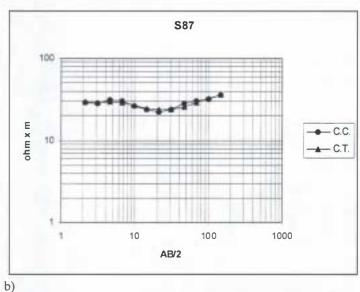


Figura 1 - a) Sezione elettrica A-A'; b) SEV 87 effettuato nell'area "Spagnoletta di sopra" (C.C. curva di campagna; C.T. curva teorica).

Zona 2: Finocchiella

In quest'area sono stati effettuati 28 SEV lungo una maglia abbastanza regolare di lato compreso tra 50÷80m; i modelli elaborati sono stati correlati lungo profili con direzione SO-NE e NO-SE. In generale per tutti i sondaggi è stato elaborato un modello a 5 strati.

L'area dal punto di vista morfologico non presenta particolari variazioni, la quota media s.l.m. è di 65 m. In tutti i profili elaborati, di cui si riporta un esempio nella sezione B-B' con direzione NO-SE (Fig. 2), si nota una continuità degli strati con caratteristiche omogenee e confrontabili in tutte le sezioni.

In particolare le formazioni investigate, dopo il primo mezzo superficiale la cui resistività è variabile nei diversi profili in quanto correlata alle caratteristiche del suolo, sono rappresentate da un mezzo con

resistività compresa fra 50 e 75 ohm×m e spessore di 5÷10m, riferibile alle sabbie medie sciolte riscontrate anche nell'area "Spagnoletta di sopra" con spessore più ridotto. Segue uno strato conduttivo con resistività 20-25 ohm×m e spessore variabile da 10 a 15 m, che in quest'area si identifica con la formazione vulcanica "Tufo litoide lionato" rimaneggiato.

Lo strato successivo è rappresentato da un mezzo con resistività compresa tra 40÷55 ohm×m e spessore di 30÷40 m riferibile alla formazione ghiaiosa in matrice limosa. Confrontando le elettrostratigrafie relative a quest'area con i modelli elaborati nell'area "Spagnoletta di sopra" si può notare una continuità per quanto riguarda le caratteristiche delle formazioni più superficiali interessate dalle prospezioni, eccetto l'ultimo contrasto di resistività che nell'area Finocchiella segna il passaggio all'ultimo mezzo conduttivo con valori di resistività associabili a formazioni argillose ad una profondità dal p.c. di 50-55 m.

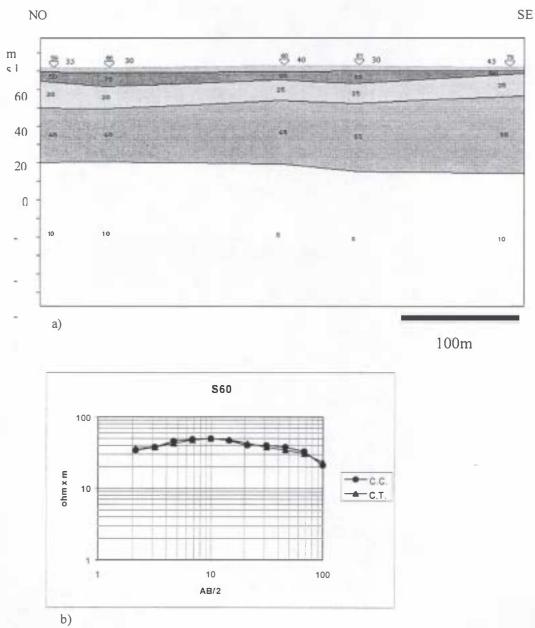


Figura 2 - a) Sezione elettrica B-B'; b) SEV 60 effettuato nell'area "Finocchiella" (C.C. curva di campagna; C.T. curva teorica).

Zona 3: Bivio Colonnetta

In questa zona sono stati realizzati 15 SEV lungo la strada che dall'ingresso "C. Colombo" conduce al Castello, la quota media è 65m s.l.m. Non è stato possibile elaborare tutti i sondaggi effettuati nell'area in quanto alcuni risultati sono influenzati dal passaggio di una condotta ubicata in corrispondenza della strada stessa.

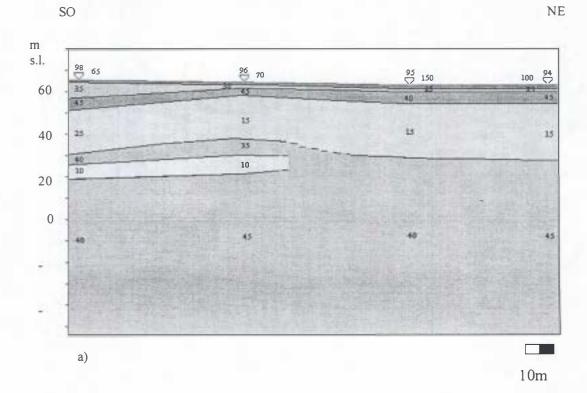
E' stato scelto il profilo C-C' rappresentativo dell'area (Fig. 3) e che include i sondaggi 98-96-95-94. Per i SEV 98 e 96 è stato elaborato un modello a 7 strati mentre per i SEV 95 e 94 è stato assunto un modello a 5 strati.

Osservando la sezione si individua dopo il primo mezzo, uno strato conduttivo con resistività 25÷35 ohmxm e spessore variabile fra 1,5÷7m. Segue uno strato caratterizzato da più alti valori di resistività (45 ohmxm) e spessore compreso tra 3÷6m. Questi strati corrispondono a sabbie limose con maggiore presenza della frazione limosa nello strato più superficiale.

Lo strato successivo, il cui spessore varia dai 18 ai 25m, è rappresentato da un mezzo conduttivo, resistività 15÷25 ohmxm, in cui è certamente predominante la frazione limo-argillosa rispetto a quella sabbiosa. L'ultimo contrasto di resistività presente in tutti i sondaggi, si individua ad una profondità media di 40m dal p.c.; la resistività è compresa tra 35÷45 ohmxm e dal punto di vista litologico segna il passaggio alla formazione ghiaiosa, eterometrica, a matrice limosa; i più bassi valori di resistività sono determinati anche dalla presenza della falda. Le caratteristiche di questa formazione risultano idonee per ospitare l'acquifero profondo. Questo dato conferma peraltro i risultati riscontrati nell'area adiacente "Spagnoletta di sopra".

Come si può notare dalla sezione, in corrispondenza dei sondaggi 98 e 96, all'interno di quest'ultima formazione è stato individuato uno strato argilloso-limoso con resistività 10 ohmxm e spessore di 4-5m che in quest'area interrompe la continuità della formazione ghiaiosa.

Le indagini geoelettriche non hanno consentito in quest'area di individuare il passaggio al substrato argilloso in quanto molto probabilmente anche in questo caso la presenza di intercalazioni molto conduttive alterano, aumentandole, le profondità degli strati successivi più resistivi. E' quindi probabile che il substrato argilloso si trovi ad una profondità minore di quella ipotizzata in base ai risultati delle indagini. Tale situazione come già specificato, necessita maggiori profondità di investigazione.



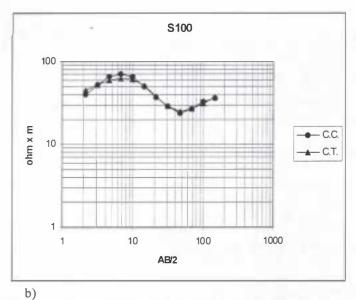


Figura 3 - a) Sezione elettrica C-C'; b) SEV 100 effettuato nell'area Bivio Colonnetta (C.C. curva di campagna; C.T. curva teorica).

2.4. Carta delle isolinee (resistività x spessore - ρ x h)

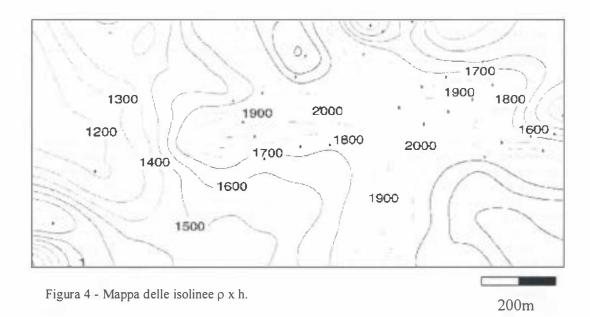
I risultati delle prospezioni geoelettriche effettuate nell'area "Finocchiella" e "Bivio Colonnetta" sono stati utilizzati per rappresentare planimetricamente la morfologia del tetto dello strato "resistivo", identificato in quest'area con la formazione ghiaioso a matrice limosa, sede del potenziale acquifero profondo.

La carta riportata in figura 4 è stata realizzata considerando i prodotti ρ x h relativi al quarto elettrostrato (sezione B-B') e sono state individuate le isolinee che indicano l'andamento del substrato.

La scelta di tale rappresentazione è di riferimento in quanto non ha significato dal punto di vista fisico. Il limitato range di variabilità della resistività dello strato considerato, fa sì che i prodotti diano nell'insieme il senso della variazione spaziale dello spessore dell'acquifero. L'andamento delle isolinee è stato confrontato anche con le sezioni geoelettriche.

Dall'analisi della carta emerge una zona nella parte centro-orientale, con asse NO-SE, più spessa, con valori ρ x h compresi tra 1800 e 2000; nella zona a nord la porzione di substrato tende a rimanere aperta. Spostandosi verso est i valori decrescono fino a 1600-1700 in prossimità del fosso, mentre ad ovest, tranne che per un isolato ispessimento, la potenza dello strato resistivo diminuisce; i valori ρ x h diminuiscono fino a 1200 in prossimità del bivio Colonnetta.

Considerando l'andamento delle isolinee e ricordando che i valori di resistività dello strato resistivo sono comunque influenzati dalla presenza della falda, si osserva come parte di questo substrato evidenzi la presenza di un acquifero significativo in corrispondenza dei massimi valori del prodotto ρ x h..



3. GEOLOGIA TECNICA

Il rilievo sistematico e di dettaglio delle caratteristiche litologico-tecniche e geomorfologiche e la relativa cartografia sono proseguiti alla scala 1: 10.000 ed hanno interessato una superficie di circa 10 kmq; la restante superficie (tenendo presente quanto riscontrato in letteratura), presentando in affioramento la sola unità litologico-tecnica delle sabbie limose e poco addensate ed una sostanziale uniformità geomorfologica, non è stata oggetto di analisi di dettaglio.

3.1 Metodologia utilizzata

Nell'effettuazione dei rilievi e della successiva produzione cartografica sono state, in generale, seguite le metodologie proposte dal Servizio Geologico Nazionale (AMANTI et al, 1992; D'OREFICE et al, 1993), in quanto organo cartografico ufficiale dello Stato, integrate da apposite schede per gli aspetti operativi di rilevamento dei parametri litologico-tecnici e dei dati relativi alle frane.

La scheda di rilevamento dei dati litologico-tecnici (AMANTI & PECCI, 1995), così come la scheda di censimento dei principali fenomeni franosi (AMANTI et al, 1995) saranno riportate nell'APPENDICE del rapporto quinquennale definitivo, assieme alla monografia completa delle schede rilevate, corredata, quando possibile, da una fotografia esplicativa della particolare situazione ambientale rilevata.

Per il rilevamento delle caratteristiche litologico-tecniche sono state utilizzate le indicazioni specifiche riportate in AMANTI et al, 1992: i rilievi eseguiti sono stati di tipo speditivo, anche con l'uso di appositi strumenti portatili quali la bussola e il martello dal geologo, lo sclerometro per le rocce e il penetrometro e lo scissometro per le terre. I dati rilevati e che costituiscono l'archivio presente nel SITAC sono quindi, in generale, di tipo semi-quantitativo (classificazione dei principali parametri litologico-tecnici in quattro campi principali) e di tipo quantitativo solo per quel che riguarda le caratteristiche delle discontinuità e di resistenza a compressione (uniassiale nel caso dello sclerometro e del penetrometro e a torsione nel caso dello scissometro).

La scheda ed il relativo archivio di dati litologico-tecnici sono articolati in una prima sezione anagrafica, comprendente i dati relativi all'ubicazione della stazione e dei rilevatori, in una sezione generale, riguardante la nomenclatura ed una sintetica descrizione della roccia e delle sue caratteristiche, in una sezione centrale di classificazione semi-quantitativa (come già detto, in 4 classi di valori principali) con riferimento alle caratteristiche fisiche e meccaniche principali ed in un'ultima sezione che raccoglie i dati quantitativi relativi alle caratteristiche geologico-strutturali e meccaniche, ottenuti con prove strumentali speditive.

La scheda di censimento dei fenomeni franosi costituisce una versione riassuntiva e condensata della scheda proposta ed utilizzata dal Servizio Geologico Nazionale in collaborazione con il Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR.

I dati rilevati sono stati archiviati in un data-base dedicato, utilizzando il modulo Access della Microsoft e non solo consentono la possibilità di una rapida visualizzazione "on line" tramite il Sistema

- selezione dei siti di misura sulla base della copertura da parte della vegetazione e alla vicinanza antenne radio;
- tempi di osservazione (mai inferiori ai 20 minuti) ed ai parametri di registrazione dei dati.

La campagna di misure ha richiesto comunque tempi lunghi sia per il numero di siti (più di 150 piscine, fra permanenti e temporanee) che per le notevoli difficoltà logistiche affrontate. Sono anche state prese in considerazione le variazioni stagionali. E' stato possibile geoereferenziare con questo metodo circa 50 piscine. I dati sono stati successivamente elaborati utilizzando il software dedicato SKI.

Le piscine che, a causa della copertura della vegetazione, non è stato possibile georeferenziare sono state comunque identificate, controllate e posizionate, con una accuratezza accettabile per la scala del SITAC (1:10.000) con rilievo diretto su supporto cartografico.

5. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Per quanto riguarda le indagini geoelettriche dai risultati illustrati si può osservare che tale metodologia di investigazione del sottosuolo ha consentito di caratterizzare le differenti situazioni geologiche ed idrogeologiche nelle zone scelte all'interno della Tenuta. Si fa presente inoltre che i dati elettrostratigrafici sono risultati sempre correlabili con le indicazioni della stratigrafia locale ottenute dai sondaggi meccanici. Per la grande estensione della Tenuta e quindi per la grande distanza fra le aree investigate nel corso dell'attività di ricerca effettuata anche negli anni precedenti, non è stato però possibile una interpolazione dei dati fra le aree stesse.

Solo per le aree Finocchiella e Bivio Colonnetta è stato possibile confrontare i risultati delle interpretazioni. In particolare in entrambe le zone è stata individuata la continuità della formazione identificata come sede dell'acquifero principale (resistività 40-60 ohmxm).

Come già illustrato nelle singole sezioni e nei precedenti lavori, le prospezioni elettriche hanno consentito per ogni area investigata di individuare le formazioni che possono ospitare gli acquiferi e che sono rappresentate nella parte a sud-ovest della Tenuta prevalentemente dalle sabbie eterogenee talvolta intercalate con livelli ben definiti limo-argillosi; nelle aree a nord della Tenuta invece l'acquifero è stato identificato con la formazione ghiaiosa.

In alcune zone le prospezioni elettriche hanno consentito inoltre di individuare il substrato argilloso come formazione pliocenica, la cui resistività è di 5 ohmxm e profondità nella prima zona (Laurentium - Tor Paterno) compresa tra 40÷45m; nella seconda zona (Fontanile della Dogana) la profondità delle argille è stata riscontrata tra i 50÷55m; nella terza zona (Farnete) è stato individuato come ultimo mezzo un substrato con resistività 10-15 ohmxm ad una profondità di 55m; nella quarta zona (Spagnoletta di sopra) il substrato è stato ipotizzato ad una profondità superiore delle precedenti; nella quinta zona (Finocchiella) la profondità della formazione argillosa è compresa tra 50÷55m; infine nella sesta zona (Bivio Colonnetta) la profondità del substrato argilloso non è stata individuata.

Bisogna considerare comunque che i valori di resistività e spessori degli strati sono compresi in un range di possibili valori per le formazioni presenti e possono variare nell'intervallo di indeterminazione dell'interpolazione. Ciò è dovuto all'errore sperimentale di cui i sondaggi elettrici verticali sono affetti.

L'utilizzo della rappresentazione delle isolinee pxh, per l'area Finocchiella, ha permesso infine di ottenere le dimensioni spaziali dello strato resistivo, identificato come sede dell'acquifero principale, e quindi di individuare i punti ove tale acquifero assume le maggiori dimensioni.

Per il futuro sarebbe auspicabile un incremento delle aree studiate al fine di poter interpolare i dati e quindi poter caratterizzare a grande scala l'andamento dell'acquifero.

Il lavoro di rilevamento di campagna condotto nel corso dell'ultimo anno si è dimostrato essere una indispensabile verifica della validità di quanto proposto in termini metodologici lo scorso anno 1997.

In particolare risulta di interesse la produzione e la disponibilità di una cartografia a scala di dettaglio che sia in grado di evidenziare le caratteristiche tecniche e di permeabilità delle unità sia affioranti, sia presenti nel sottosuolo. Al momento attuale è stata conclusa l'attività di campagna e di trasferimento dei dati nel SITAC e si sta ultimando quella di elaborazione dei dati georeferenziati su GIS ARC/INFO presso il SITAC.

Per quanto riguarda l'attività di rilievo GPS delle piscine, è in corso l'elaborazione, ed il trasferimento al SITAC, dei prodotti finali di questa specifica attività di ricerca rappresentati da:

- relazione relativa all'inquadramento geografico della tenuta di Castelporziano (punti noti e materializzati) nel sistema dei vertici IGM '95, con le allegate monografie;
- carta complessiva delle piscine di Castelporziano;
- inserimento delle coordinate GPS nelle schede descrittive delle piscine.

Sono previste, compatibilmente con il tempo a disposizione, altre campagne di georeferenziazione di elementi notevoli (chiusini di cattura della fauna selvatica, ecc.) all'interno della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia per la collaborazione il Dott. Ettore Cardarelli dell'Università "La Sapienza" di Roma, Dipartimento n° 37 - Idraulica, trasporti e strade. Area di geofisica.

BIBLIOGRAFIA

- AMANTI M., CARRARA A., CASTALDO G., COLOSIMO P., GISOTTI G., GOVI M., MARCHIONNA G., NARDI R., PANIZZA M., PECCI M. & VIANELLO G. (1992) – Linee guida per la realizzazione di una cartografia della pericolosità geologica connessa ai fenomeni di instabilità dei versanti alla scala 1.50.000 (versione preliminare), CNR, Roma.
- 2. AMANTI M. & PECCI M. (1995) Proposta di una scheda per la raccolta e l'informatizzazione dei dati utili alla classificazione e caratterizzazione degli ammassi rocciosi. Atti IV Conv. dei giovani ricercatori in geologia applicata, Riccione. Quaderni di geologia applicata, 1, 1995, Pitagora Editrice, Bologna, Italy.
- 3. AMANTI M., CASAGLI N., CATANI F., D'OREFICE M. & MOTTERAN G. (1996). *Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Miscellanea VII del Servizio Geologico, Ist. Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- 4. ARNOLDUS A. et al (1990). Analisi paleoambientale dei depositi (Duna Rossa) contenenti industria Musteriana e affioranti nell'area di Castelporziano-Pomezia (Roma).
- BUCCI M. (1996). Idrogeologia. Progetto di monitoraggio ambientale della tenuta presidenziale di Castelporziano: Atti del Seminario tematico G.D.L. Idrogeologia 5 novembre 1996, Santa Maria di Galeria, Roma.
- 6. E. FREI (1991). Rapid differential positioning with the GPS. Vol 24 degli Studi Geodetici e Geofisici Svizzeri Dipartimento di Geodesia dell'Istituto Federale Svizzero. Zurigo.
- GRUPPO DI LAVORO IDROGEOLOGIA UNITA' OPERATIVA ISPESL. Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano: IV Report "Indagini geologiche e geoelettriche" - anno di ricerca 1996-1997. III Report "Monitoraggio idrogeologico - Indagini geologiche e geoelettriche" - anno di ricerca 1996-1997.
 - Report del III seminario, 1996, "Monitoraggio idrogeologico -Indagini geologiche e geoelettriche". Report del II seminario, 1995, "Monitoraggio idrogeologico Indagini geologiche e geoelettriche".
- 8. GHOSH D.P., (1971a). The application of linear filter theory to the direct interpretation of geolectrical resistivity sounding measurement. Geophysical Prospecting 19-192-217.
- 9. GHOSH D.P., (1971b). Inverse filter coefficients for the computation of apparent resistivity standard curves for a horizontally stratified earth. Geophysical Prospecting 19-769-775.
- 10. O. KOEFOED (1979). Geosounding principles, 1. Resistivity sounding measurements. Elsevier Scientific Publishing Company.
- 11. MALATESTA A. &. ZARLENGA F. 1986. Evoluzione paleogeografico-strutturale Plio-Pleistocenica del basso bacino romano a nord e a sud del Tevere. Memorie società Geologica Italiana, pagg. 75-85.
- 12. O'NEILL 1975. Improved linear filter coefficients for application in apparent resistivity computations. Bull. Aust. Soc. Explor. Geophys. 6, 104-109.
- 13. M. S. ZHDANOV & G. V. KELLER (1994). The geoelectrical methods in geophysical exploration. Elsevier Scientific Publishing Company.

GRUPPO DI LAVORO IDROGEOLOGIA

TITOLO DELLA RICERCA Studio Idrogeologico e delle Caratteristiche Fisiche e

Chimiche delle Acque Sotterranee e Superficiali

RESPONSABILE Dott. G. Busuoli

UNITA' OPERATIVA ENEA AMB C.R. Casaccia - Roma

PROGRAMMA PER IL V ANNO DI RICERCA

Le quattro Unità Operative che costituiscono il Gruppo di Lavoro Idrogeologia proseguiranno la raccolta dei dati sia attraverso misure sulla rete di monitoraggio permanente (pozzi e piscine) sia nel corso di campagne opportunamente predisposte (georeferenziazione tramite GPS, schede delle caratteristiche geologico tecniche dei terreni e dei fenomeni franosi). Proseguirà l'automatizzazione del sistema permanente di monitoraggio delle acque sotterranee che raggiungerà a fine anno la sua configurazione definitiva. Saranno inoltre sviluppati e portati a livello operativo i modelli matematici relativi alle acque sotterranee e alle piscine. Tali modelli potranno essere utilizzati a fini previsionali per una migliore gestione delle risorse idriche della Tenuta.

Una particolare cura infine sarà rivolta al lavoro di sintesi delle informazioni raccolte al fine di predisporre elaborati da discutere con gli altri G.d.L. onde definire significative interrelazioni fruibili nell'ambito del sistema S.I.T.A.C..

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

VEGETAZIONE

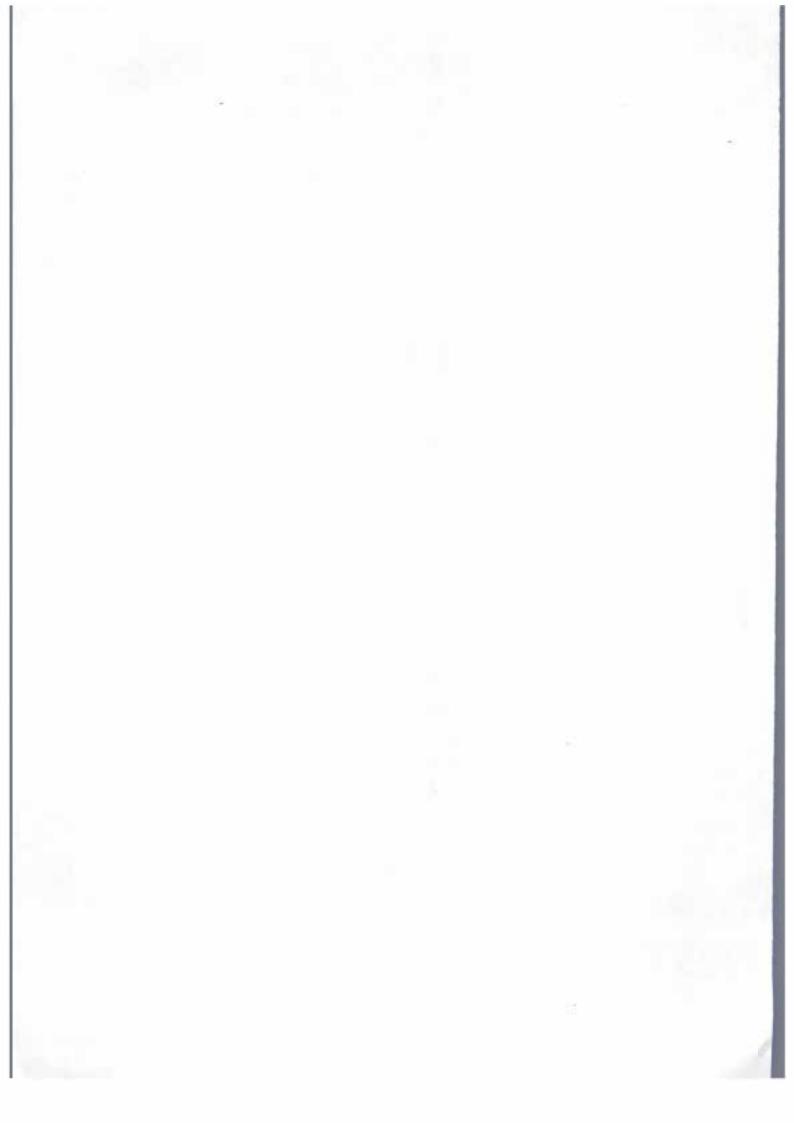
Responsabile: Prof. Alessandro Pignatti

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" - Roma A. Pignatti, F. Manes, M. De Lillis, L. Gratani, E. Donato, V. Silli, M. Giannini, G. Fanelli, L. Crisanti, M. F. Crescente, P. Menegoni, A. Todini, P. M. Bianco, P. Tescarollo

> Di.S.A.F.Ri. - Università degli Studi della Tuscia - Viterbo A. Macuz, G. Scarascia Mugnozza, E. Giordano

> > Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma A. Tinelli



GRUPPO DI LÁVORO	VEGETAZIONE
TITOLO DELLA RICERCA	Componente Vegetazionale dell'Ecosistema di Castelporziano
RESPONSABILE	Prof. A. Pignatti
UNITA' OPERATIVA	Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" - Roma

INTRODUZIONE

La ricerca sulla componente vegetazionale dell'Ecosistema di Castelporziano è entrata nella fase conclusiva, caratterizzata dallo spostamento dell'interesse, prima centrato sull'analisi del sistema, verso un approfondimento che permetta di avviare la sintesi. Per questo, le ricerche si sviluppano soprattutto sugli aspetti relazionali, mentre la descrizione delle singole componenti può essere considerata largamente conclusa.

Un punto di importanza fondamentale per la comprensione delle relazioni vegetazionali è la capacità di riproduzione delle specie arboree. In realtà, gli alberi, soprattutto le specie quercine, hanno un'abbondantissima produzione di semi, quindi in apparenza il problema della riproduzione non dovrebbe esistere. Una quercia matura produce ogni anno molte migliaia di ghiande, che germinano facilmente producendo plantule, ciascuna delle quali può riprodurre la pianta madre. Si nota qui, tuttavia, una prima sproporzione tra i mezzi impegnati ed il risultato atteso. Infatti, con un'età media delle querce di 1-2 secoli (in casi eccezionali fino a 5), basta che un solo seme ogni duecento anni produca una pianta in grado di sostituire l'individuo invecchiato. Quindi, la probabilità che da una ghianda nasca il successore dell'albero maturo è dell'ordine di 10⁻⁵-10⁻⁶. In realtà, la popolazione delle giovani plantule è soggetta ad essere continuamente decimata per azione degli erbivori, infezioni fungine, parassiti animali, stress idrico, ecc. Quindi, a volte, neppure quell'unico seme ogni due secoli riesce ad avere successo. Da qui l'interesse delle ricerche riguardanti la produzione di semi, la germinazione, l'impianto, e la successiva dinamica della popolazione.

Un quadro di relazioni più complesse viene ottenuto mediante la carta della vegetazione, ormai completata. Si tratta di un prototipo di carta nella quale si è potuto utilizzare un volo a bassa quota, eseguito espressamente per questo scopo, che ha permesso una risoluzione estremamente precisa dei particolari. Il documento risultante è stato elaborato mediante metodi automatici e quindi interfacciato con i dati ricavati dallo studio a terra, con il massimo dettaglio possibile, di circa trecento siti. Questa carta viene dunque a rappresentare un esempio unico per il numero di informazioni in essa condensate e per la standardizzazione dei dati di base, che permette una piena comparabilità con quanto già noto in area mediterranea.

Questi filoni di ricerca, ed altri sviluppati in parallelo, permettono di avvicinarsi ad una valutazione complessiva delle condizioni ecologiche della Tenuta.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA L'Analisi della Biomassa Vegetale quale Metodo per il

Monitoraggio delle Riserve Naturali: un'Applicazione in

Ambiente Mediterraneo Costiero

RESPONSABILE Prof.ssa L. Gratani

UNITA' OPERATIVE Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La

Sapienza" - Roma

Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA L. Gratani, M. F. Crescente, A. Tinelli

INTRODUZIONE

La nuova visione dell'ecologia del paesaggio suggerisce l'utilizzo di inventari di dati passati ed attuali per poter fare previsioni sulla futura presenza delle specie nel loro areale di distribuzione e sulla loro capacità produttiva potenziale, anche in considerazione dell'incremento dei livelli di pressione antropica e dei previsti cambiamenti climatici. I recenti test sulla vegetazione indicano, infatti, che un aumento del disturbo, per cause naturali e antropiche, abbassa la soglia di tollerabilità delle piante, ad esempio all'aumentare della temperatura (Lawlor e Mitchell, 1991; Strain e Thomas, 1995). In tale ottica, il monitoraggio delle comunità vegetali, soprattutto di quelle ad ampia valenza ecologica, dovrebbe cercare di stabilire la loro soglia di tolleranza ad eventi naturali rilevanti, a perturbazioni antropiche e a cambiamenti climatici. Uno dei metodi di valutazione della qualità del paesaggio consiste nella stima della capacità produttiva potenziale, partendo dallo stato attuale delle risorse (Naveh e Lieberman, 1984). In tale contesto l'obiettivo principale di questa ricerca è quello di realizzare la "Carta della Biomassa Vegetale di Castelporziano", che rappresenta la distribuzione di dati quantitativi nell'ambito del territorio. La Tenuta presidenziale di Castelporziano presenta lembi di vegetazione in eccellente stato di conservazione che richiedono, quindi, un monitoraggio a lungo termine, finalizzato alla valutazione di eventuali cambiamenti della composizione, struttura e biomassa nel corso del tempo.

MATERIALI E METODI

Lo studio viene condotto nella Tenuta presidenziale di Castelporziano, che si estende per circa 6200 ha ed è coperta da differenti tipi di vegetazione, che sono stati classificati e schedati in base alle caratteristiche strutturali e per i quali vengono condotti campionamenti per la stima della biomassa.

In ogni sistema vegetale è stato fissato un numero significativo di aree rappresentative, dove effettuare lo studio. In particolare sono state fissate aree di 200 m² per la macchia bassa e per la macchia alta; aree di 400 m² per le piantagioni a *Eucalyptus globulus* Labill., per quelle a *Pinus pinea* L., per i boschi sempreverdi a *Quercus ilex* L. e a *Quercus suber* L. e per i boschi misti di latifoglie; aree di 1 m² per i pascoli e per la vegetazione psammofila.

Misure non distruttive sono state condotte in tutte le aree di saggio fissate nelle strutture forestali (in accordo a Bunce, 1968, Stewart et al., 1979): è stata misurata la densità degli individui, la loro altezza, il diametro alla base e quello a 1.30 m. Tutti gli individui sono stati quindi raggruppati in classi diametriche. Misure distruttive sono state eseguite in tre sub-aree per ciascun tipo di vegetazione. Tre individui rappresentativi, per ciascuna specie ed in ciascuna classe, sono stati tagliati all'interno delle sub-aree, suddivisi in tronco, rami e foglie e pesati in campo. Sono stati prelevati sottocampioni (seccati a 105°C fino a peso costante) per poter effettuare la conversione peso fresco/peso secco (Cantiani e Massei, 1986). Per i pascoli e per la vegetazione psammofila è stato utilizzato il metodo distruttivo (Newbould, 1967).

In tutte le aree è stato determinato l'indice di area fogliare (LAI), mediante il LICOR LAI 2000.

RISULTATI

I sistemi vegetazionali presenti nella Tenuta sono stati classificati per tipologia ed estensione:

- vegetazione psammofila, che si sviluppa lungo la costa;
- macchia bassa, che copre 54 ha ed è costituita da arbusti con locale dominanza di Quercus ilex L.,
 Pistacia lentiscus L., Erica arborea L., Erica multiflora L., Phillyrea latifoglia L., Arbutus unedo L., Cistus incanus L. e Smilax aspera L.;
- macchia alta, che occupa una superficie di 580 ha;
- boschi sempreverdi a Quercus ilex L., che si sviluppano su una superficie di 255 ha;
- boschi sempreverdi a Quercus suber L., che coprono una superficie di 460 ha;
- piantagioni a Pinus pinea L. che si estendono per 678 ha;
- boschi misti di latifoglie, che occupano la maggiore estensione e si sviluppano, con differenze strutturali e di composizione, su 2132 ha;
- piantagioni a Eucalyptus globulus Labill., di recente introduzione che coprono 73 ha;
- pascoli, che si estendono su 225 ha;
- aree agricole, che si estendono per 175 ha.

Sono in corso di elaborazione i dati relativi alle stime di biomassa per ciascun tipo vegetazionale. Fra le caratteristiche strutturali è stata evidenziata una stretta correlazione fra l'indice di area fogliare (LAI), l'altezza e la biomassa.

CONCLUSIONI

L'elaborazione dei risultati mette in relazione l'aumento dell'indice di area fogliare (LAI), all'aumento dell'altezza e della biomassa, passando dalla macchia bassa, alla macchia alta fino al bosco sempreverde a *Quercus ilex*. I boschi sempreverdi a *Quercus ilex* rientrano in cinque classi di biomassa, la più bassa delle quali caratterizza i boschi monostratificati, mentre le più alte rappresentano i boschi in cui è presente lo stato arbustivo ed in cui lo strato erbaceo, a causa dell'elevata copertura (valore medio del LAI 4.5±0.1), è scarsamente rappresentato. La biomassa fogliare è il 5.5% della biomassa totale ed è costituita da foglie ad elevato peso specifico fogliare (SLW). Questo sistema stratificato fornisce un buon esempio di densa copertura in ambiente mediterraneo.

La densità è uno dei parametri che maggiormente incide sul valore di biomassa delle formazioni vegetali e ciò è stato verificato soprattutto nel caso delle piantagioni. Per esempio, per quanto riguarda le piantagioni a *Eucalyptus globulus*, in relazione alla densità, variabile da 1600 a 2800 individui ha⁻¹, la biomassa varia da 31 a 240 t ha⁻¹.

In generale si osserva un incremento della biomassa dalla duna alle strutture forestali e i boschi misti mostrano i valori più elevati.

Questa prima elaborazione suggerisce l'importanza dell'informatizzazione delle carte tematiche, che potrebbero costituire una banca dati facilmente aggiornabile, per descrivere, classificare e monitorare il territorio (verifica delle alterazioni) nel corso del tempo.

La Carta della Biomassa Vegetale di Castelporziano, che mostra la distribuzione di classi quantitative (classi di biomassa intese come peso secco nell'unità di superficie) nell'ambito della Tenuta, permette di valutare zone a diversa biomassa e costituisce uno strumento di grande utilità per la politica di gestione di una riserva naturale di notevole valore ambientale, per la quale è determinante il controllo delle conseguenze dell'interazione dei fattori di stress sul paesaggio e sulla biodiversità.

BIBLIOGRAFIA ·

- 1. BUNCE R.G.H., 1968. Biomass and production of trees in a mixed deciduous woodland. I. Girth and height as parameters for the estimation of tree dry weight. J. Ecol., 56: 759-775.
- 2. CANTIANI M., MASSEI M., 1986. Indagini sulla struttura, composizione, biomassa, trattamento selvicolturale dei querceti naturali ed artificiali nella riserva naturale di Sabaudia. Ann. Acc. Ital. Sci. For., 35: 159-214.
- 3. LAWLOR D.W., MITCHELL A.C., 1991. The effects of increasing CO₂ on crop photosynthesis and productivity: a review of field studies. Plant, Cell Environ., 14: 807-818.
- 4. NAVEH Z., LIEBERMAN A.S., 1984. Landscape Ecology. Theory and Application. Springer-Verlag, New York.
- NEWBOULD P.J., 1967. Methods for Estimating the Primary Production of Forests. IBP Handbook n° 2: Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh.
- 6. STRAIN R., THOMAS R.B., 1995. Anticipated effects of elevated CO₂ and climate change on plants from Mediterranean-type ecosystems utilizing results of studies in other ecosystems. In: Global Change and Mediterranean-type Ecosystems. Ecological Studies 117 (Moreno J.M., Oechel W.C. eds.). Springer-Verlag, New York, 121-139.
- 7. STEWART H.T., FLIN D.H., AEBERLI B.C., 1979. Above-ground biomass of a mixed Eucalyptus forest in Eastern Victoria. Austral. J. Bot., 27: 752-740.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA Effetto del Disturbo sulla Banca dei Semi di una Lecceta

RESPONSABILE Dott.ssa M. De Lillis

UNITA' OPERATIVA Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La

Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M. De Lillis, G. Fanelli, L. Crisanti

INTRODUZIONE

Molti studi sulla seed-bank riguardano la relazione tra il tipo della seed bank e il disturbo come un'importante causa della dinamica della vegetazione (Thompson 1992); altri studi sulla banca dei semi hanno enfatizzato l'importanza del tipo e composizione nella gestione della comunità (Marañon & Bartolome 1989). In comunità some il chaparral e le pianure coltivate e disturbate dove il disturbo avviene in modo sia prevedibile che imprevedibile si formano abbondanti seed bank (Thompson & Grime 1979). Quando il disturbo è intenso e imprevedibile come quello dovuto alla coltivazione, al fuoco o a notevoli fluttuazioni nel livello dell'acqua, la banca dei semi è permanente. Al contrario se il disturbo è intenso ma prevedibile (per esempio stagionale) le specie hanno banca dei semi transitoria (Leck & Simpson 1987).

In una comunità matura e indisturbata la banca dei semi è transitoria e costituita generalmente da specie estranee alla comunità epigea. Nel caso in cui sia presente disturbo dovuto al pascolo degli ungulati si può ipotizzare un effetto sulla banca dei semi.

Nel presente studio viene analizzata la banca dei semi in una lecceta indisturbata e confrontata con quella di una lecceta pascolata da cinghiali e altri ungulati con l'obiettivo di evidenziare le eventuali differenze nella diversità, consistenza della seed bank e periodicità.

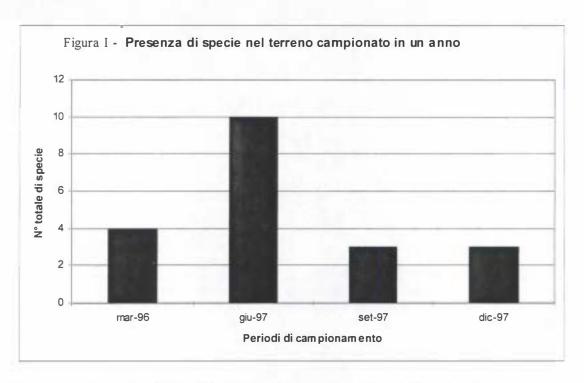
MATERIALI E METODI

Nell'anno 1997 sono stati raccolti dei campioni di terreno a scadenze stagionali nei mesi di marzo giugno settembre e dicembre nel bosco a *Quercus ilex* in località Grotta di Piastra distinguendo due zone di studio: un'area interna alla recinzione esistente da diversi decenni in prossimità del Castrum Laurentanum, ed un'area esterna. In ciascuna zona di studio sono stati prelevati 30 campioni di 100 cm² ad una profondità di 0-5 cm (strato superficiale) e 30 ad una profondità di 5-10 cm (strato profondo). I campioni di ogni strato di ciascuna area sono stati mescolati in un campione unico. Il terreno è stato seccato all'area, setacciato, e posto in vaschette per la coltivazione in serra per un anno. Il terreno è stato innaffiato giornalmente con un nebulizzatore e le plantule sono state contate e classificate all'emersione. In caso di difficile determinazione le plantule sono state coltivate separatamente finché un'identificazione non è stata possibile.

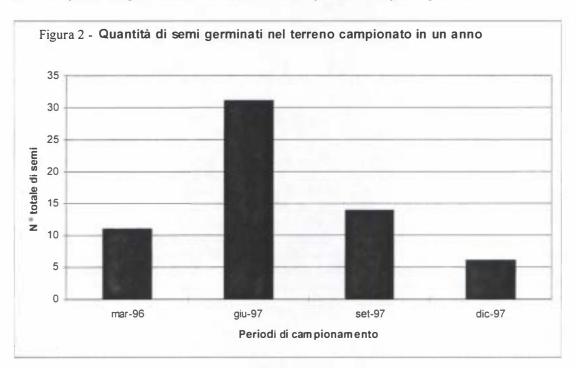
RISULTATI

Undici specie sono presenti nella banca dei semi: Brachypodium sylvaticum, Carex distachya, Crataegus monogyna, Euphorbia peplus, Geranium purpureum, Oryzopsis miliacea, Poa annua, Prunella vulgaris, Ranunculus muricatus, Stellaria media e Veronica sp.

Nella figura 1 è riportato il numero di specie presenti nella banca dei semi in ogni campionamento; si osserva che nel periodo primaverile/estivo il numero di specie presenti raggiunge un massimo.

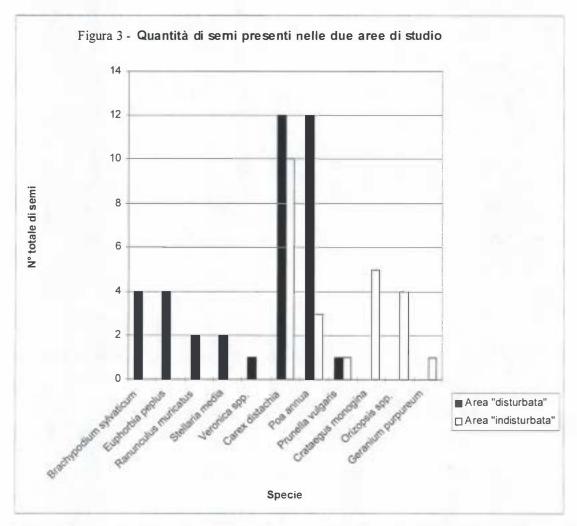


Nello stesso periodo (figura 2) anche il numero dei semi è più elevato rispetto agli altri mesi.

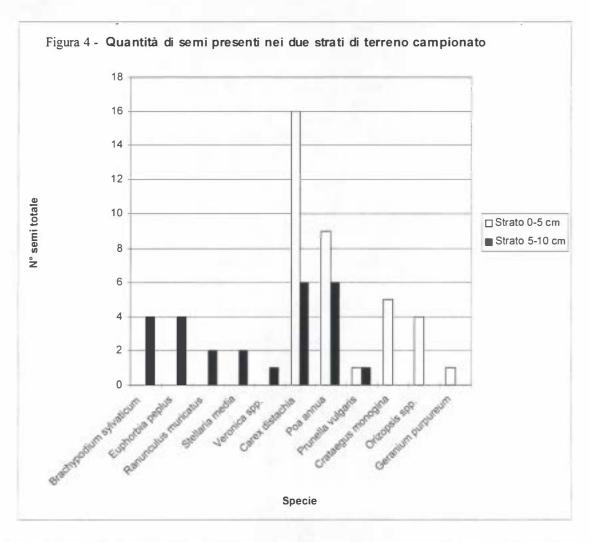


Confrontando le specie presenti nelle due zone di studio si osserva che (figura 3):

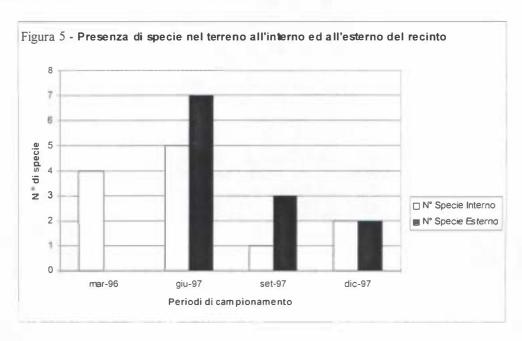
- nella zona disturbata la banca dei semi contiene otto specie (Brachypodium sylvaticum, Carex distachya, Euphorbia peplus, Poa annua, Prunella vulgaris, Ranunculus muricatus, Stellaria media, Veronica sp.) con un numero totale di semi pari a 38. Inoltre cinque delle otto specie sono presenti esclusivamente in questa zona, precisamente Brachypodium sylvaticum, Euphorbia peplus, Ranunculus muricatus, Stellaria media, Veronica sp.;
- nella zona indisturbata invece la banca dei semi contiene un numero inferiore di specie e precisamente sei (Carex distachya, Crataegus monogyna, Geranium purpureum, Oryzopsis miliacea, Poa annua, Prunella vulgaris) con un numero di semi totale pari a 24. Delle sei specie tre sono esclusive di questa zona e precisamente Crataegus monogyna, Geranium purpureum e Oryzopsis miliacea.

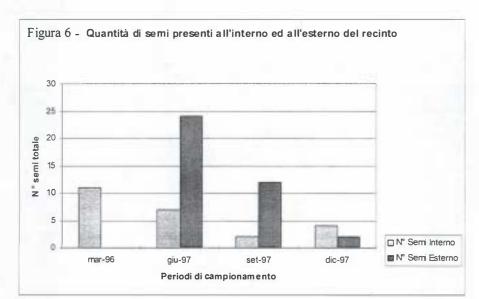


Confrontando i due strati di terreno campionati (figura 4) si osserva che *Carex distachya, Poa annua, Prunella vulgaris*, specie comuni alle due aree, sono presenti in entrambi gli strati di terreno, mentre le specie esclusive della zona disturbata si trovano solo nello strato profondo del terreno e le specie esclusive della zona indisturbata si trovano solo nello strato superficiale.



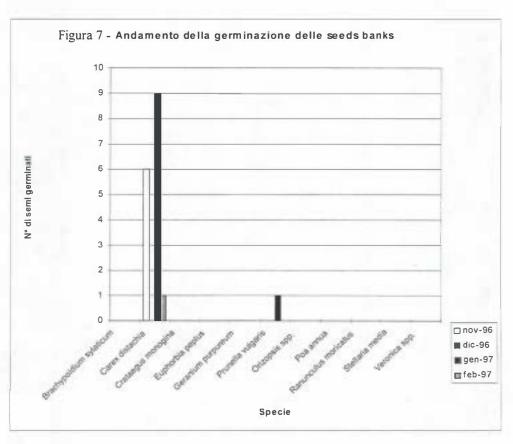
Per quanto riguarda il numero dei semi (figura 5) si osserva che il numero di semi germinati è maggiore nell'area disturbata.





In entrambe le zone di studio il massimo numero di specie viene rilevato in giugno (figura 6).

I mesi dell'anno che hanno presentato in serra tassi di germinazione più elevati (figura 7) sono risultati novembre e febbraio; nei mesi più caldi dell'anno, da agosto a ottobre, non c'è stata germinazione per nessuna specie.



Nella tabella I viene infine presentato l'andamento stagionale della banca dei semi delle singole specie distinguendo il tipo di banca in transiente e permanente. La maggior parte delle specie hanno banca transiente; Carex distachya, Crataegus monogyna, Poa annua, Prunella vulgaris hanno banca dei semi permanente.

	Mesi di campionamento				
Specie	mar-96	giu-97	set-97	dic-97	Tipo di banca
Brachypoidium sylaticum	0	4	0	0	Transiente
Carex distachya	6	10	6	I	Permanente
Crataegus monogina	0	2	0	3	Permanente
Euphorbia peplus	0	4	0	0	Transiente
Geranium purpureum	0	1	0	0	Transiente
Prunella vulgaris	I	0	1	0	Permanente
Orizopsis spp.	3	1	0	0	Transiente
Poa annua	11	4	8	2	Permanente
Ranunculus moricatus	0	2	0	0	Transiente
Stellaria media	0	2	0	0	Transiente
Veronica spp.	0	I	0	0	Transiente

Tab.1. Andamento della seed bank.

DISCUSSIONE

Le undici specie rinvenute nella banca dei semi sono specie ruderali con l'eccezione di *Carex distachya*, specie di lecceta, *Brachypodium sylvaticum* e *Prunella vulgaris* che sono specie di margine di bosco e di bosco aperto e di *Crategus monogyna* che si trova sia nei boschi immaturi che nei mantelli.

Generalmente la composizione della banca dei semi di un bosco riflette stadi successionali precedenti rappresentati da comunità erbacee. I risultati di questo studio evidenziano che nella zona indisturbata all'interno della recinzione, nel suolo si rinvengono specie soprattutto di radura e mantello, effettivamente legate a stadi successionali meno evoluti; mentre nella zona disturbata dai cinghiali la banca dei semi è costituita soprattutto da specie estranee alla successione della lecceta. E' difficile poter stabilire come queste specie abbiano raggiunto il sito di studio.

Nell'area disturbata la composizione floristica della banca dei semi è dominata da specie ruderali ed eliofile. Nella parte indisturbata la percentuale di ruderali è inferiore e predominano le specie sciafile. Inoltre nella zona disturbata le specie della banca dei semi hanno maggiore capacità di dispersione rispetto alla zona recintata; i semi sono mediamente più piccoli nella prima zona, (tranne *Ranunculus moricatus* che ha semi di dimensioni considerevoli) che infatti si trovano soltanto nello strato più profondo anche per effetto del calpestamento.

Generalmente il numero dei semi di ogni specie è basso (1-4), leggermente più alto in *Poa annua* e *Carex distachya* (12) (figura 3). Si nota comunque che il disturbo favorisce l'aumento del numero di specie e della quantità di semi presenti nel suolo (figure 3, 5).

La maggior parte delle specie hanno banca transiente (tabella 1), come atteso trattandosi di un bosco; le specie (*Poa annua, Carex distachya, Prunella vulgaris, Crataegus monogina*) con banca permanente sono prevalentemente specie di comunità legnose legate alla successione della lecceta; inoltre, tranne *Crataegus monogina*, sono in comune tra le due zone disturbata e indisturbata. Quindi sembra che le specie con banca permanente siano indifferenti al disturbo nel senso che sono presenti sia dove è presente impatto da parte dei cinghiali sia dove questo manca.

CONCLUSIONI

L'impatto dei cinghiali e degli altri ungulati aumenta il numero di specie ruderali presenti nella banca dei semi, però non elimina quella porzione di specie caratteristica degli stadi più maturi della successione della lecceta la cui presenza si può rivelare particolarmente preziosa e significativa nella dinamica della vegetazione epigea nel caso la comunità venisse lasciata indisturbata.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Leck M.A. & Simpson K.L: 1987 Seed bank of a freshwater tidal wetland turnover and relationship to vegetation change. Amer. Journ. of Bot., 74, 360-370.
- Marañon T.A. & Bartolome J. W. 1989 Seed and seedling population in two contrasted communities: open grassland and oak (*Quercus agrifolia*) understory in California. Acta Oecol. / Oecol. Plant. 10, 147-158.
- 3. Thompson K. 1992 The functional ecology of seed banks. In Seeds. The ecology of regeneration in plant communities. Ed. Fennel M. 231-258.
- 4. Thompson K. & Grime J.P. 1979 Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journ. Ecol. 67, 893-921.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA Analisi di Alcuni Fattori Ambientali e loro Interazione con

il Processo di Rinnovazione Naturale dei Querceti

Caducifogli

RESPONSABILE Prof. E. Giordano

UNITA' OPERATIVE Dipartimento di Scienze Ambiente Forestale e Risorse -

Università degli Studi della Tuscia - Viterbo Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Macuz, G. Scarascia Mugnozza, E. Giordano,

A. Tinelli

INTRODUZIONE

L'attività di ricerca è rivolta allo studio delle modalità di rinnovazione naturale dei querceti caducifogli nella Tenuta, finalizzata in particolare a valutare gli effetti degli stress ambientali sulle diverse fasi del processo di rinnovazione.

L'attività di studio è svolta presso il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse (di.s.a.f.ri.) dell'Università degli Studi della Tuscia (VT) e nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano dove, nelle località Campo di Rota e Figurone, sono state realizzate 14 aree sperimentali recintate.

Campo di Rota e Figurone sono due particelle della Tenuta ricoperte da bosco a querceto caducifoglio (Quercus frainetto Ten. e Q. cerris L. a cui si associano Q. peduncolata Ehnrh., Q. suber L., Q. pubescens Willd. e Q. ilex L. insieme a loro forme ibride), in entrambe l'età del popolamento è elevata (130-150 anni) e la densità del piano dominante, ossia quello delle querce, è scarsa (30-80 piante ha⁻¹): i due boschi differiscono sostanzialmente per il trattamento selvicolturale, infatti nel 1987 a Campo di Rota è stato effettuato un intervento di diradamento dal basso che ha interessato il piano dominato, costituito principalmente da carpinella, biancospino, erica ed alloro. Pertanto, questo taglio ha determinato un maggior apporto di luce al suolo con presumibile influenza sul processo di rinnovazione naturale delle querce. Nel popolamento di Figurone non si è operato alcun intervento selvicolturale e gli studi sono stati qui condotti per confronto.

Il lavoro ha previsto rilievi di campo, attività di ricerca e di elaborazione dati.

In questo contributo vengono presentati i risultati sugli studi inerenti:

- l'analisi del contenuto di umidità del terreno, misurato a differenti livelli di profondità, monitorato con frequenza quindicinale, nel corso di due anni solari;
- il rilievo di misure morfologiche di semenzali appartenenti a due classi di età (1 e 5 anni): altezza, diametro al colletto, lunghezza dell'apparato radicale; misure di biomassa (peso secco delle foglie, delle radici e della parte aerea) per ottenere informazioni sullo stato di vigore della rinnovazione;
- l'acquisizione del potenziale idrico di base misurato sui semenzali nel corso della stagione vegetativa;
- le prove di germinabilità del seme in laboratorio, con ghiande raccolte nelle aree sperimentali recintate, per l'analisi qualitativa.

1. ANALISI DEL CONTENUTO D'UMIDITÀ DEL TERRENO

Il rilievo dei dati di umidità del terreno forestale, effettuati con periodicità quindicinale nel periodo vegetativo e con frequenza minore nel resto dell'anno, sono stati compiuti in un arco di tempo compreso tra il mese di gennaio 1996 ed il mese di dicembre 1997; pertanto, le informazioni relative al contenuto idrico degli strati di terreno esplorati dagli apparati radicali della rinnovazione, riguardano gli anni solari 1996 e 1997.

Le misurazioni sono state effettuate all'interno di tubi in vetroresina infissi nel terreno sino alla profondità di un metro; ogni rilievo è stato ripetuto in quattro profili di terreno: 0-20 cm, 20-40 cm, 50-70 cm e 80-100 cm; i tubi sono stati posti in quattro stazioni sperimentali in due località della Tenuta (Campo di Rota e Figurone).

Per le finalità dello studio è utile considerare il contenuto di umidità del profilo più superficiale (0-20 cm) che corrisponde al piano esplorato dagli apparati radicali delle plantule; si riportano le tabelle (Tabb. 1 e 2), con i valori medi registrati in ogni giornata di campionamento, e le figure corrispondenti (Figg. 1 e 2), relativi ai due anni.

Dall'esame dei dati emerge che il contenuto d'umidità di questo profilo scende a valori sin quasi al 2% nelle giornate più siccitose, mentre valori compresi tra 2 e 5% sono registrati, nel 1996, per un periodo di circa 3 settimane (comprese fra la metà di luglio e la metà di agosto), sia a Campo di Rota che a Figurone; invece, lo stesso intervallo di valori nel 1997, si è registrato per 12 settimane (dalla fine di giugno alla fine di settembre) a Campo di Rota ed addirittura per 17 (dalla fine di maggio alla fine di settembre) a Figurone. Si può pertanto ipotizzare che il contenuto di umidità del terreno è un importante fattore nei riguardi della sopravvivenza dei semenzali durante la stagione siccitosa, essendo infatti tanto variabile, da un anno all'altro, la durata del periodo con i più bassi tassi di umidità del terreno.

Un'altra considerazione riguarda il confronto tra le due località: osservando i dati appare che, in entrambi gli anni, a Figurone il tasso di umidità è sempre più basso di quello registrato a Campo di Rota; questo può suggerire che il taglio effettuato nel popolamento di Campo di Rota, che ha eliminato il piano del ceduo nel 1986, ha portato ad un miglior utilizzo delle risorse idriche del terreno; oppure che, pur trattandosi di boschi simili per composizione ed età, anche se diversi per densità, e trovandosi in stazioni che hanno lo stesso inquadramento fitoclimatico, le caratteristiche del terreno sono spiccatamente differenti; infatti, sarebbe lecito aspettarsi un contenuto di umidità maggiore nel sito con il soprassuolo più rado, visto che comunque non compaiono chiarie di estese dimensioni dove l'insolazione diretta possa provocare l'impoverimento del tasso idrico del terreno superficiale.

umidità % del profilo di terreno 0-20 cm nell'anno 1996						
località	CAMPO DI ROTA		FIGURONE			
giorno giuliano	media	s.e.	media	s.e.		
59	16.125	1.030675	10.975	1.42383		
86	14.475	1.418553	10.95	1.106421		
105	18.475	1.644878	11.425	1.709959		
133	20.15	2.37364	12.725	0.795168		
158	7.45	1.299679	5.425	0.438511		
172	8.325	0.96296	6.475	0.453459		
192	5.175	0.692068	3.825	0.249583		
205	3.9	0.234521	2.475	0.295452		
213	3.125	0.3966	3.275	0.209662		
225	6.375	0.370529	7.275	0.721543		
242	11.175	0.778219	9.6	0.734847		
262	14.7	1.747856	6.55	0.409268		
277	16.45	1.204505	13.225	1.119058		
303	11.5	1.592168	9.325	0.686021		
337	18.85	1.75428	15.225	1.455092		

Tab. 1. Valori medi di umidità % registrati nel profilo di terreno 0-20 cm nel 1996 nei due popolamenti forestali oggetto di studio.

umidità % terreno forestale profilo 0-20 cm

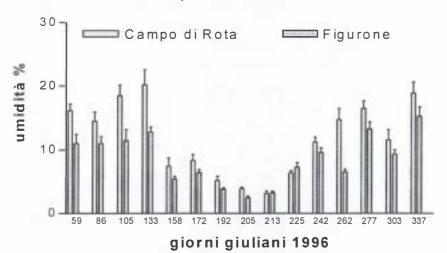


Figura 1 - Valori medi di umidità % registrati nel profilo di terreno 0-20 cm nel 1996 nei due popolamenti forestali oggetto di studio.

umidità % del profilo di terreno 0-20 cm nell'anno 1997 CAMPO DI ROTA **FIGURONE** località giorno giuliano media s.e. media s.e. 0.775134 79 13.275 0.535996 7.35 93 12.1 16 1.672822 1.218606 13.6 1.933046 9.7 107 1.363818 132 10.425 1.879439 9.35 0.966523 6.45 0.986999 0.295452 149 4.875 0.154785 5.675 0.769605 4.375 164 4.5 0.911958 3.3 0.216025 181 191 3.575 0.882586 3.05 0.119024 0.279881 2.425 0.188746 205 3.3 212 3.7 0.294392 2.1 0.353553 3.1 237 4.3 0.595819 0.173205 3.1 0.234521 255 3.775 0.165202 268 4.85 0.25 2.6 0.227303 282 9.925 0.825 10.975 0.110868 0.996138 11.675 300 11.725 0.335099 318 17.625 1.349305 14.425 0.733002 332 18.275 1.291236 14.075 0.71923 3.007317 350 22.225 12.925 0.712244

Tab. 2. Valori medi di umidità % registrati nel profilo di terreno 0-20 cm nel 1997 nei due popolamenti forestali oggetto di studio.

umidità % terreno forestale profilo 0-20 cm

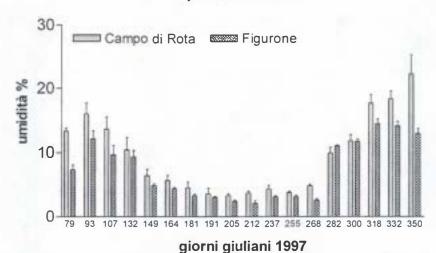


Figura 2 - Valori medi di umidità % registrati nel profilo di terreno 0-20 cm nel 1997 nei due popolamenti forestali oggetto di studio.

2. ANALISI DELLE CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SEMENZALI

Dalle misure effettuate su campioni di semenzali appartenenti a due classi di età (1 anno e più di 5) prelevati nelle due località, si desume che le condizioni ambientali influiscono fortemente sulla fisionomia delle plantule: infatti le dimensioni appaiono simili, fra le località, per i semenzali di un anno, mentre per i semenzali di età maggiore a 5 anni, emergono evidenti differenze.

Un campione rappresentativo di semenzali delle due classi di età è stato prelevato nei due popolamenti studiati. I semenzali sono stati misurati (lunghezza porzione epigea e porzione ipogea, diametro al colletto) ed essiccati, in stufa a 80°C per 24 h, per ottenere le dimensioni ed il peso secco delle foglie, del fusto e delle radici.

Le figure che illustrano questi valori (Figg. 3-6) esprimono chiaramente quanto affermato prima, infatti, mentre la biomassa dei campioni di età superiore ai 5 anni appare per le due località molto differente, quella dei semenzali di 1 anno assume valori simili per ciascuna delle componenti osservate. Ulteriore conferma si trova osservando le figure che illustrano le dimensioni delle plantule (Figg. 3 e 4): a Campo di Rota i semenzali di età >5 anni hanno un diametro medio al colletto di 0.75 cm ed un'altezza superiore ai 50 cm, mentre a Figurone il diametro è di 0.4 cm e l'altezza è inferiore ai 30 cm; inoltre, ancora più evidente appare la differenza nello sviluppo dell'apparato radicale: a Campo di Rota esso supera i 40 cm di lunghezza mentre a Figurone non raggiunge i 20 cm.

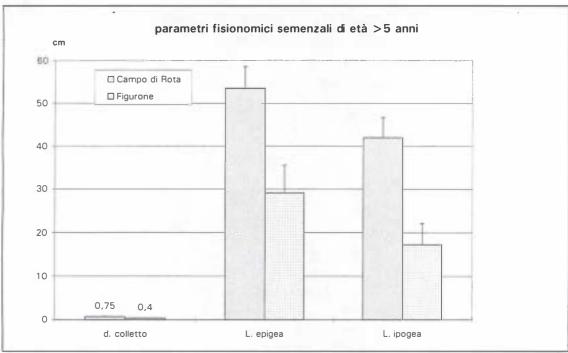


Figura 3 - Valori medi ed e.s. di diametro al colletto, lunghezza epigea ed ipogea (cm) misurati su un campione di semenzali di età > 5 anni appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

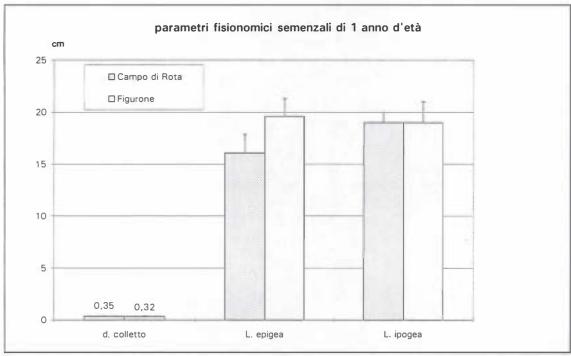


Figura 4 - Valori medi ed e.s. di diametro al colletto, altezza epigea ed ipogea (cm) misurati su un campione di semenzali di età pari ad 1 anno appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

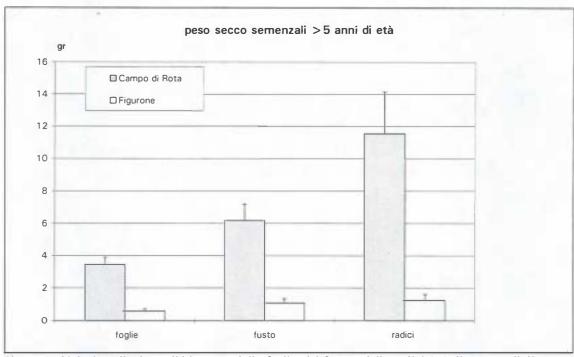


Figura 5 - Valori medi ed e.s. di biomassa delle foglie, del fusto e delle radici (gr) di semenzali di età >5 anni appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

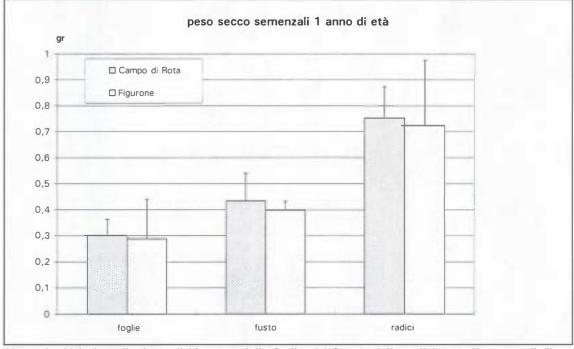


Figura 6 - Valori medi ed e.s. di biomassa delle foglie, del fusto e delle radici (gr.) di semenzali di età pari ad 1 anno appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

3. ANALISI DEL POTENZIALE IDRICO DI BASE

Il potenziale idrico della pianta viene spesso considerato come un indicatore dello stato idrico del terreno e della pianta considerati nel loro complesso; le relazioni tra questo potenziale e la capacità delle piante di controllare, almeno in parte, la traspirazione sono state quantificate per diverse specie forestali e sono, probabilmente, alla base dell'adattabilità ai diversi ambienti.

Il potenziale idrico di base è misurato poco prima dell'alba, quando si ritiene che la pianta abbia raggiunto, nel corso della notte, il più alto stato di idratazione compatibile con il contenuto di umidità del terreno; esso è il migliore indicatore dello stato idrico delle piante nel corso dell'anno e nelle varie località, anche in relazione alle diverse funzioni fisiologiche, infatti, spesso viene utilizzato come indicatore del livello di stress.

In questo studio, le misure del potenziale idrico di base, ottenute con l'impiego della camera a pressione (PSM Instruments, U.S.A), sono state effettuate, sui semenzali di due classi di età di entrambi i popolamenti, in due giornate: la prima in piena estate (31 luglio), pertanto in periodo di stress da siccità, la seconda a fine estate (12 settembre) (Figg. 7 e 8) dopo il periodo critico.

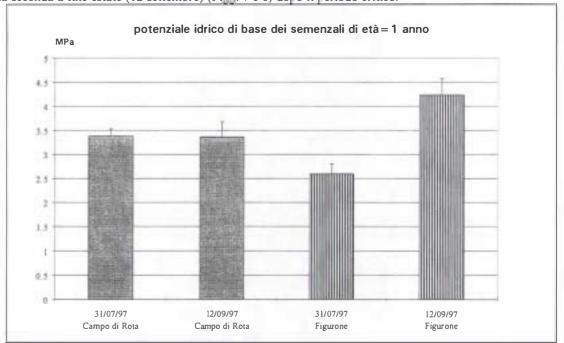


Figura 7 - Valori medi ed e.s. del potenziale idrico di base (MPa) misurato su semenzali di quercia di 1 anno di età appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

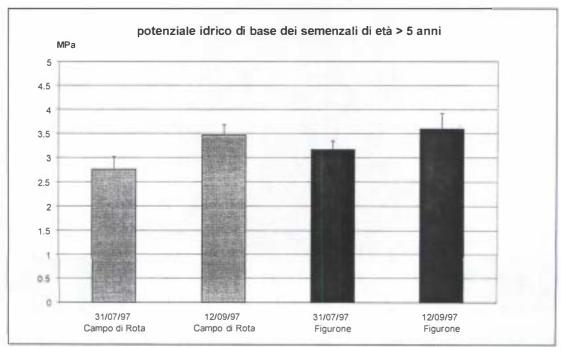


Figura 8 - Valori medi ed e.s. del potenziale idrico di base (MPa) misurato su semenzali di quercia di età > 5 anni età appartenenti ai due popolamenti forestali oggetto di studio.

Dall'esame del potenziale di base dei semenzali di un anno si nota che, a Campo di Rota, esso assume lo stesso valore (-3.4 MPa) nelle due giornate di misure, mentre, a Figurone, per la stessa coorte di semenzali, i valori sono meno negativi nella prima giornata (-2.6 Mpa) e decisamente più negativi nella seconda (-4.2 MPa); ciò conduce a pensare che i semenzali di Figurone siano più sensibili alle condizioni ambientali.

I potenziali di base registrati per i semenzali di età > 5 anni mostrano dei valori, nella prima giornata, meno negativi rispetto a quelli registrati nella seconda giornata in entrambe le località, con dati comunque un pò più negativi a Figurone. Ciò suggerisce che, le plantule di quest'età, abbiano sviluppato un adattamento alle condizioni ambientali, pur manifestando un certo grado di sofferenza alla fine della stagione siccitosa.

Inoltre, nelle due giornate di misure del potenziale di base, è stato rilevato anche il valore del contenuto di umidità del terreno: come si osserva nella figura che illustra l'andamento dell'umidità % del profilo di terreno 0-20 cm nell'anno 1997 (Tab. 2; Fig. 2), il 31/07 (212° giorno giuliano) ed il 12/09 (255° giorno) l'umidità del terreno è maggiore a Campo di Rota in entrambe le giornate e, in particolare, il 31/07 la differenza è considerevole (3.7% a Campo di Rota e 2.1% a Figurone); ciò appare coerente con i dati di potenziale di base registrati per i semenzali di età > 5 anni, i cui valori risultano più negativi a Figurone in entrambe le giornate e, per entrambe le località, sensibilmente più negativi nella seconda giornata di misure (Fig. 8); nell'esame dei valori di potenziale di base dei semenzali di un anno invece (Fig. 7), sembra che il contenuto di umidità del terreno sia ininfluente sulla risposta dei semenzali di Campo di Rota, che mostrano valori pressocché costanti in entrambe le giornate (-3.4 Mpa), e valori in contrasto per i semenzali di Figurone dove, a valori di umidità del terreno più bassi, corrispondono potenziali meno negativi nella prima giornata e invece considerevolmente più negativi nella seconda giornata, quando la differenza del contenuto di umidità del terreno, tra le due località, appare meno evidente.

4. PROVE DI GERMINABILITÀ DEL SEME

Per saggiare la qualità del seme, e quindi per trarre informazioni sulla potenzialità di rigenerazione del popolamento forestale in esame, sono state effettuate prove di germinazione su ghiande del querceto caducifoglio raccolte nella Tenuta.

All'interno delle aree sperimentali, nei raccoglitori posti sotto le chiome delle piante portasemi, sono state prelevate ghiande appartenenti a due specie del genere *Quercus* (*Quercus cerris* e *Q. frainetto*), quindi il seme è stato trasportato in laboratorio dove ha avuto luogo la prova di germinazione.

Le ghiande sono state raccolte nel mese di dicembre 1996 e conservate per un breve periodo in frigorifero (+4°C) in sacchetti di plastica. La prima operazione è stata l'asportazione del pericarpo e di una porzione (1/3 inferiore) delle ghiande; quindi i semi, così trattati, sono stati posti in un letto uniforme di sabbia umida (con il 60% della capacità idrica di ritenuta); per tutta la durata dell'esperimento si è provveduto a mantenere costanti le condizioni dell'ambiente, ossia, il substrato con un grado di umidità elevato e la temperatura pari a 20°C. Il controllo della germinabilità è avvenuto al VII° ed al XXVIII° giorno (Tab. 3, Figg. 9 e 10).

Specie	semi rinvenuti (n)	semi in germinazione (n)	VII° gg semi germinati (n)	VII° gg germinazione (%)	XXVIII° gg semi germinati (n)	
Q.cerris	503	87	52	59.8	61	70.1
Q.frainetto	53	43	3	7.0	4	9.3

Tab. 3. Prove di germinabilità con ghiande di cerro e farnetto, numero di semi sottoposti all'esperimento e risultati ottenuti.

Dall'esame dei risultati ottenuti, appare evidente che la facoltà germinativa del cerro, in ambiente controllato, è elevata, presentando valori del 60% già in 7ª giornata e del 70% in 28ª; mentre diversa è la risposta del farnetto con valori che non raggiungono il 10% neanche alla 28ª giornata.

Si può pertanto supporre che il cerro, del popolamento in esame, sia in grado di produrre seme con caratteristiche tali da garantire una sufficiente quantità di plantule, pur presumendo che la germinabilità in campo sia comunque più bassa poiché avviene in condizioni ambientali più difficili. Riguardo il farnetto, la previsione appare più difficile: certamente il seme saggiato ha mostrato un basso grado di

attecchimento, tuttavia il campione era piccolo; comunque la specie, nel popolamento, non è molto rappresentata e questo potrebbe far supporre che la stazione sia meno idonea a questa specie che pertanto

mostra di non possedere la capacità di rinnovarsi.

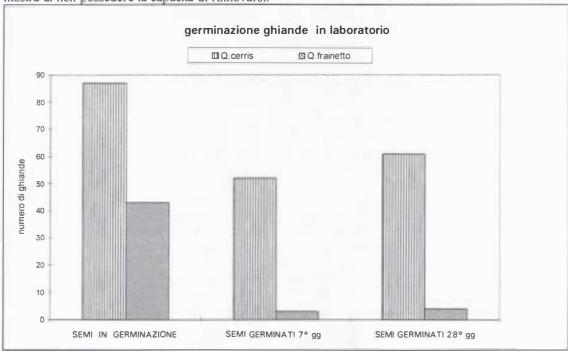


Figura 9 - Prove di germinabilità in ambiente controllato con ghiande di cerro e farnetto, numero di semi germinati al 7° ed al 28° giorno.

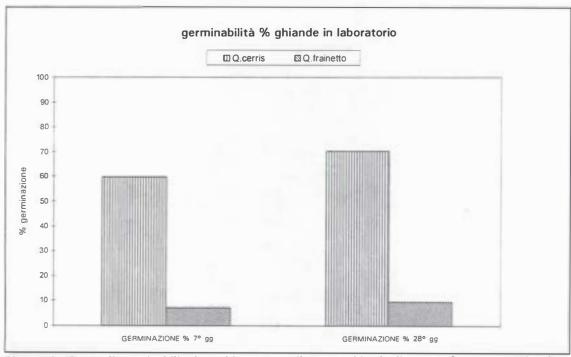


Figura 10 - Prove di germinabilità in ambiente controllato con ghiande di cerro e farnetto, germinazione percentuale al 7º ed al 28º giorno.

CONCLUSION

Dalle osservazioni compiute si possono trarre indicazioni utili sull'adattabilità e sul comportamento dei semenzali di quercia nella prima fase del loro sviluppo e, quindi, sulle condizioni che influenzano la rinnovazione naturale dei querceti caducifogli.

Se si vuole favorire la rinnovazione è necessario creare, mediante gli interventi selvicolturali, le condizioni favorevoli affinché i semenzali possano disporre di sufficienti risorse idriche: a questo scopo sembrano fondamentali i diradamenti selettivi del piano dominante, per ridurre la densità eccessiva, e gli sfollamenti e le ripuliture nel piano dominato, per contenere la concorrenza delle specie della macchia mediterranea che possiedono apparati radicali superficiali e diffusi, capaci di sottrarre alle giovani querce le scarse disponibilità idriche che hanno, come è risultato dalla determinazione della potenzialità idrica di base dei semenzali. Inoltre, appare opportuna l'adozione di particolari accorgimenti, per evitare l'azione dei selvatici, consistenti, ad esempio, nella realizzazione di recinzioni permanenti e nell'impiego di postime di vivaio, ottenuto con ghiande della Tenuta, dove necessitino integrazioni.

La rinnovazione naturale può essere considerata ancora sufficientemente garantita dalla capacità riproduttiva e di disseminazione dei grandi alberi presenti in foresta; la produzione di ghiande, nelle annate di pasciona, è abbondante e la loro germinabilità piuttosto soddisfacente. Ne consegue una densità di semenzali di 1-2 anni di età (prerinnovazione) sufficientemente elevata, tanto da poter essere considerata rassicurante per il futuro del bosco. In realtà, si è visto che sono molti i fattori ecologici che possono influire sulla sopravvivenza e lo sviluppo successivi di questi semenzali, in particolare le condizioni di illuminazione al suolo determinate dalla copertura del soprassuolo adulto; il grado di copertura del terreno, infatti, influisce fortemente sulla sopravvivenza dei semenzali delle querce confermando l'elevato grado di eliofilia di queste specie.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Bruno F., Gratani L., Manes F. (1976-77) Primi dati sulla biomassa e produttività della lecceta di Castelporziano (Roma): biomassa e produzione di Quercus ilex. Ann. Bot. vol. XXXV-VI.
- 2. Bruno F. (1979-80) Carta della vegetazione della Tenuta di Castelporziano. CNR, Roma.
- 3. Cappelli M. (1978) Selvicoltura generale. Edagricole.
- 4. Contoli G., Spada F. (1974) Ricerche sulle querce caducifoglie italiane. 2. Su alcune stazioni a Q. frainetto Ten. in comune di Montecastrilli. Webbia 29 (1): 81-85.
- 5. Dupouey J. L. (1983) 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
- 6. Gisotti G., Collamarini D. (1982) Suolo e vegetazione nella Tenuta di Castelporziano. Genio Rurale 45 (9): 35-56.
- 7. Lo Sterzo M. (1992) Ricerche sulla rinnovazione naturale dei boschi di querce caducifoglie nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Tesi di laurea. Università degli Studi della Tuscia, Viterbo.
- 8. Levy G., Becker M., Garreau B. (1986) Comportement expérimental de semis de chene pédounculé, chene sessile et hetre en présence d'une nappe d'eau dans le sol. Ann. Sci. for. 43 (2): 131-146.
- 9. Macaire A. (1984) Le dépérissement du chene pédounculé en foret communale d'Amance (Aube). Revue Forestiere Française 36 (3): 201-205.
- 10. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (1977) Piano degli interventi per la ristrutturazione e la salvaguardia dell'ambiente naturale del Tenimento di Castelporziano.
- 11. Osonubi O., Davies W. J. (1978) Solute accumulation in leaves and roots of woody plants subjected to water stress. Oecologia 32 (3): 323-332.
- 12. Osonubi O., Davies W. J. (1981) Root growth water relations of oak and birch seedlings. Oecologia 51: 343-350.
- 13. Perco F.(1980) Foresta e fauna. Dendronatura 1: 15-22.
- 14. Piussi P. (1994) Selvicoltura generale. UTET.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA Studi Ecofisiologici su Piantine di Specie Caducifoglie

(*Quercus cerris* L. e *Q. Frainetto* Ten.) e Sempreverdi (*Q. ilex* L.) nel Comprensorio della Tenuta Presidenziale

di Castelporziano

RESPONSABILE Prof. F. Manes

UNITA' OPERATIVA Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La

Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA F. Manes, E. Donato, V. Silli, M. Giannini

INTRODUZIONE

Le condizioni ambientali che regolano la germinazione dei semi e la sopravvivenza delle plantule rivestono un ruolo fondamentale nei processi dinamici che caratterizzano una fitocenosi nei suoi differenti stadi evolutivi. In un popolamento forestale le piantine sviluppandosi e vegetando al di sotto o nelle immediate vicinanze degli individui adulti sono sottoposte a particolari condizioni microambientali che inducono adattamenti per Io sfruttamento delle risorse diversi rispetto a quelli delle stesse piante adulte (Larcher & Mair, 1969; Macchia et al. 1990). E' importante evidenziare che a causa della variabilità nell'altezza delle chiome sovrastanti e del grado di copertura arborea, le variazioni spaziali e temporali di intensità luminosa sono elevate (Smith, Hogan & Idol 1992; Lovelock et. al. 1998). Queste condizionano altresì fattori come la temperatura, l'umidità relativa dell'aria e il contenuto d'acqua superficiale del suolo dove le plantule vivono. Processi fisiologici come la fotosintesi, la traspirazione e la conduttanza vengono quindi, in maniera sia diretta che indiretta, condizionati fortemente dal livello di irradianza del sottobosco. Piante che vivono in condizioni microambientali tipiche del sottobosco hanno una attività fotosintetica bassa e una crescita molto lenta (Kitajima, 1994). Come riportato precedentemente (Manes et al. 1997) le piante che crescono in condizioni di intensità luminosa bassa sono comunque in grado di mantenere un bilancio positivo del carbonio. Tuttavia gran parte del carbonio fissato deriva dai "sunfleks" che attraversano la copertura arborea (Chadzon, 1988). La lunghezza dell'esposizione giornaliera alla luce intensa, in corrispondenza di una certa apertura della chioma, dipende dalla dimensione, dalla forma, dall'altezza delle chiome degli individui sovrastanti e dalla topografia locale. E' da sottolineare peraltro che foglie (o piante) cresciute in ombra improvvisamente esposte a un elevato incremento della luce incidente mostrano fotoinibizione (Demming-Adams & Adams, 1992).E' quindi importante sottolineare che nello studio ecofisiologico delle plantule di specie che vivono in ambiente Mediterraneo, oltre ai fattori come lo stress idrico e le alte temperature, l'influenza del fattore luce risulta di particolare importanza. Peraltro una severa fotoinibizione determina non solo una persistente perdita dell'efficienza fotosintetica ma può promuovere la morte e l'abscissione fogliare (Lovelock, Jebb & Osmond 1994). L'uso della fluorescenza su foglie di piante intatte rappresenta un efficiente metodo non invasivo per lo studio degli eventi relativi alla fotosintesi e per la valutazione dello stato fisiologico dell'intera pianta (Krause & Weis, 1984). Questa tecnica, risulta particolarmente utile nello studio della fisiologia dello stress, poiché il trasporto elettronico e le fasi a esso legate più o meno direttamente, risultano sensibili alle variazioni dei diversi parametri ambientali (Saarinen & Liski, 1993). E' noto infatti che la fluorescenza emessa dalla clorofilla a risulta correlata allo stato ed alla efficienza della catena di trasporto elettronico, in particolare al plastochinone Qa del fotosistema II (PSII).

Questo lavoro vuole dare un contributo alla conoscenza dei processi di rinnovazione del bosco nell'ambito della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. E' stato condotto uno studio sulla fluorescenza fogliare per valutare lo stato degli apparati fotosintetici in risposta ai diversi fattori ambientali in plantule di cerro, farnetto e leccio. Parallelamente sono state condotte misure di scambio gassoso e di potenziale idrico fogliare nelle diverse condizioni che caratterizzano il sottobosco.

SITI DI STUDIO

Le plantule di circa due anni di età, originate da semi, sono situate all'interno di quadrati permanenti recintati per evitare il danneggiamento delle plantule stesse da parte della fauna selvatica.

L'area relativa allo studio delle plantule di *Quercus cerris* L., situata in località "Figurone", all'interno della Tenuta di Castelporziano, si estende su una superficie di 280 m² ed è caratterizzata dalla presenza di un esemplare adulto alto circa 20 m; analogamente le plantule di *Q. frainetto* Ten. sono situate in località "Figurone" sottostanti un individuo adulto alto circa 20 m. L'area di studio delle plantule di *Q. ilex* L. è caratterizzata dalla presenza di un esemplare adulto alto circa 25 m e si estende per circa 176 m² in località "Tellinari".

MATERIALI E METODI

Misure di fluorescenza della clorofilla a

Le misure di fluorescenza non modulata sono state effettuate mediante l'utilizzo di un fluorimetro portatile Hansatech (PEA, Plant Efficiency Analyser; Hansatech, Ltd. Norfolk, UK). In questo tipo di analisi le foglie sono pre-adattate al buio per 40 minuti circa, in modo da portare nello stato ossidato tutti gli accettori primari degli elettroni (Q_A) del fotosistema II (PSII), e quindi alla massima capacità di accettare elettroni. Dopo l'emissione per 2-3 secondi di una luce saturante ($5000 \, \Box E/m^2 s$) a una lunghezza d'onda di 650 nm, il PEA registra il segnale di fluorescenza emesso dalla foglia. Da ogni curva di induzione della fluorescenza della clorofilla a sono stati calcolati parametri come la fluorescenza iniziale (Fo), la fluorescenza massima (Fm), la massima resa della fotochimica ((Fm – Fo)/Fm = Fv/Fm) e l'area sopra la curva di induzione. Inoltre da ogni transiente di fluorescenza del tipo OJIP (Strasser and Strasser, 1995) sono stati selezionati i valori di fluorescenza misurati a tempi differenti (F_1 (50 μ s), F_2 (100 μ s), F_3 (300 μ s), F_4 (2 ms), F_5 (30 ms)). Questi dati di fluorescenza sono stati utilizzati, in accordo con Strasser e Strasser (1995), per il calcolo dei flussi biofisici: assorbimento (ABS), massimo trasporto elettronico (Eto), normalizzati sul numero di centri di reazione di PSII (RC) o per cross section (CS) del campione; la densità dei centri di reazione per area fogliare (Do), e il rapporto (Kp/Kn) tra la costante del tasso di de-eccitazione fotochimica (Kp) e non fotochimica (Kn).

Misure di scambio gassoso

Sulle plantule delle tre specie sono state condotte misure di fotosintesi netta, traspirazione fogliare e conduttanza stomatica mediante uno strumento portatile (CIRAS Auto - PPSystem, UK), un sistema aperto dotato di un analizzatore di gas all'infrarosso (IRGA), già utilizzato in precedenti ricerche condotte nella Tenuta (Manes, Seufert and Vitale, 1997). Lo strumento provvede a registrare, anche, parametri ambientali quali l'intensità luminosa (PPFD in $\square\square/m^2$ s), la temperatura della foglia (Tleaf in °C) e della camera fogliare (Tair in °C), nonché la pressione parziale del vapore d'acqua (in mbar) dell'ambiente.

Per consentire una migliore interpretazione dei dati di fotosintesi, in relazione alle difficoltà riscontrate nell'analisi dei dati dovuta alla complessità della risposta delle piante alle particolari condizioni di luce del sottobosco (caratterizzate dai cosiddetti "sunfleks"), sono state condotte oltre alle misure puntiformi, misure di fotosintesi in continuo sulla stessa foglia. Ciò ha permesso di evidenziare come la fotosintesi netta vari in relazione alle variazioni di intensità della luce incidente che si hanno al verificarsi di successivi sunfleks.

Inoltre, mediante l'uso di una lampada tungsteno-alogena, sono state condotte, curve di induzione della fotosintesi dopo successivi periodi di oscuramento ed illuminazione al fine di valutare l'andamento degli scambi gassosi in particolari condizioni di luce, simili a quelle del sottobosco.

Misure di potenziale idrico fogliare

Le misure di potenziale idrico fogliare sono state condotte mediante una camera a pressione (PMS, Oregon Ltd, USA) (Scholander e Hammel, 1964).

RISULTATI

I risultati relativi al periodo primaverile non hanno evidenziato, nel corso del giorno, per i diversi parametri di fluorescenza considerati, variazioni apprezzabili per le plantule di *Quercus cerris* (Figg. 1 a, b, c, d). Soltanto il rapporto Kp/Kn ha mostrato, alle ore 11:30, una diminuzione di circa il 20% (Fig. 1c). La diminuzione di tale parametro è risultata molto più accentuata (circa 35%) nel periodo di luglio alle

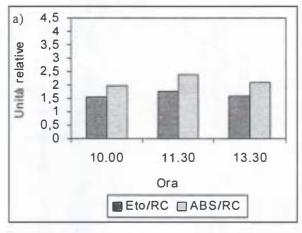
ore 14:00 (Fig. 1g). Parallelamente si è osservato un decremento dei valori del rapporto Fv/Fm di circa il 18% (Fig. 1h) e del parametro Do di circa il 20 % (Fig. 1f).Per contro è stato osservato un notevole aumento dei valori del rapporto ABS/RC passando da valori di circa 2.5 u.r. (unità relative) a valori di circa 4 u.r.. Anche il parametro di ETo/RC ha mostrato un sensibile incremento dei valori di circa il 20% (Fig. 1e) nelle ore più calde del giorno.

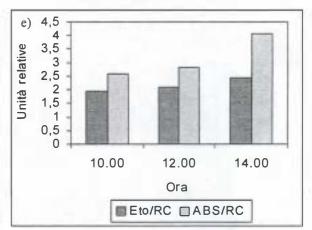
I risultati ottenuti per gli stessi parametri sulle plantule di *Q. frainetto*, nello stesso periodo sperimentale, hanno evidenziato valori diversi rispetto a quelli osservati per il cerro. Infatti, il farnetto ha mostrato valori generalmente più bassi del parametro Fv/Fm (0.7 - 0.75 u.r.) (Fig. 2d). Anche i valori del rapporto Kp/Kn sono risultati mediamente inferiori di circa il 20% rispetto all'altra specie caducifoglia esaminata (Fig. 2c).

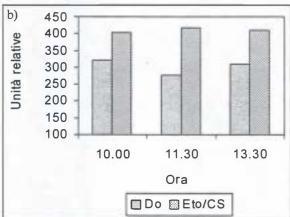
La specie sempreverde (Q. ilex) non ha mostrato una variazione apprezzabile dei parametri di fluorescenza considerati, nel corso del giorno del periodo estivo (Figg. 2 e, f, g, h).

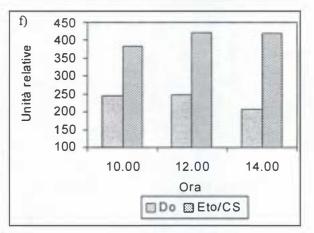
I valori di fotosintesi hanno evidenziato, per le specie caducifoglie, una notevole diminuzione nelle ore più calde del giorno nel periodo estivo (Figg. 3 a, b). In particolare il cerro ha mostrato un decremento dei valori da circa 3 a 0.5 μmolCO₂/m²s; un'analoga riduzione è stata osservata anche per il farnetto (da 2.6 a 0.4 μmolCO₂/m²s).Parallelamente sia per il cerro che per il farnetto i valori di conduttanza stomatica e traspirazione fogliare sono risultati più bassi (Figg. 3 a, b). In particolare per la conduttanza si è osservata, per entrambe le specie, una diminuzione da valori di circa 90 a 30 mmolH₂O/m²s, mentre la traspirazione è passata da valori di circa 1.1 a circa 0.6 mmolH₂O/m²s per il cerro e da circa 2.8 a circa 1 mmolH₂O/m²s per il farnetto. Ciò avveniva in corrispondenza dei valori più bassi di potenziale idrico (circa -37 bar). Anche per il leccio si è osservata una diminuzione degli scambi gassosi fogliari in corrispondenza delle ore più calde del giorno ma di minore entità (Fig. 3c). La fotosintesi, infatti, passava da valori di circa 4.3 a valori di 2.4 μmolCO₂/m²s, la traspirazione da circa 0.7 a 0.35 mmolH₂O/m²s e la conduttanza da circa 40 a 20 mmolH₂O/m²s.

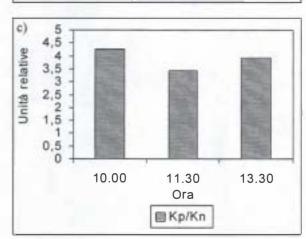
Per comprendere meglio la risposta delle plantule alle condizioni di irradianza caratterizzate dai sunfleks sono state condotte curve di induzione alla luce (Fig. 4a) sulla specie *Q. cerris*. Inoltre, come riportato in Fig. 4b, è stato analizzato l'andamento della fotosintesi netta ottenuto da misure successive effettuate sulla stessa foglia in relazione alle variazioni dell'intensità della luce incidente che si verificano nel sottobosco.

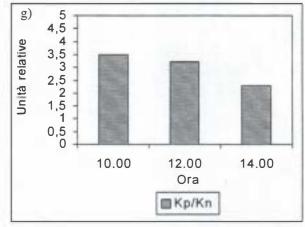


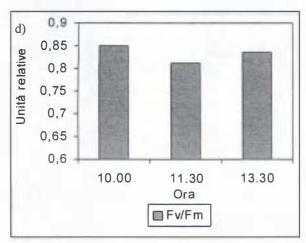












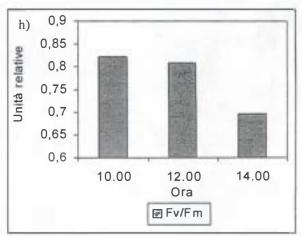


Figura 1 - Principali parametri di fluorescenza analizzati per la specie *Q. cerris* nel periodo primaverile (a, b, c, d) ed estivo (e, f, g, h).

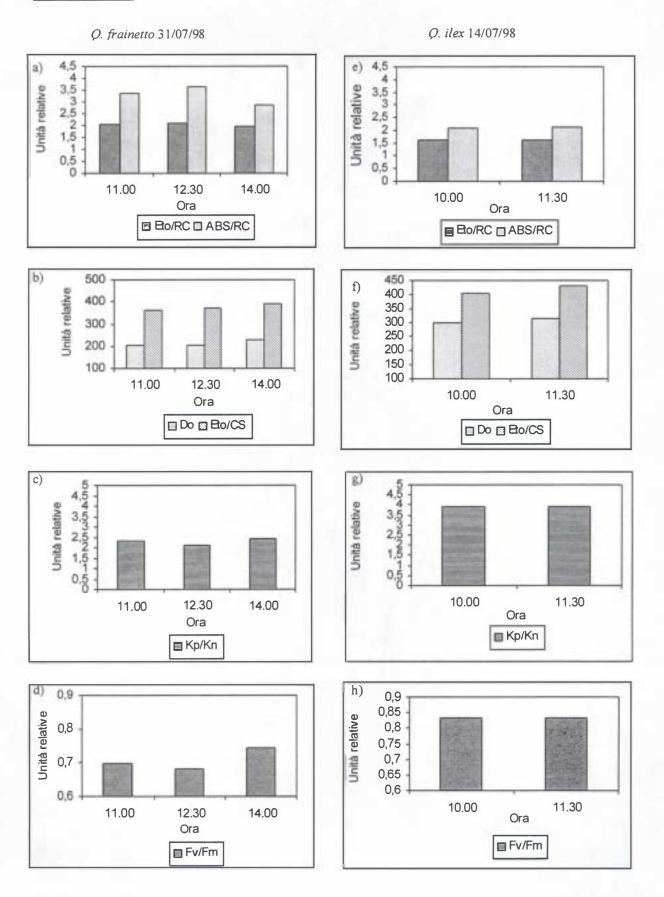
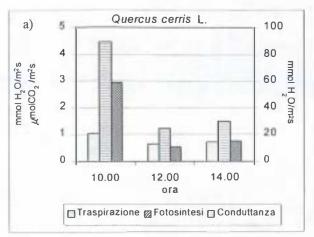
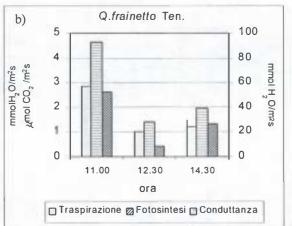


Figura 2 - Principali parametri di fluorescenza fogliare misurati nel periodo estivo in *Q. frainetto* (a, b, c, d) e *Q. ilex* (e, f, g, h).





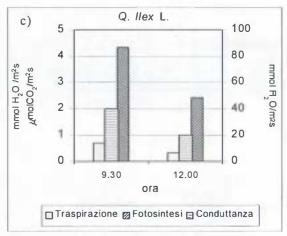
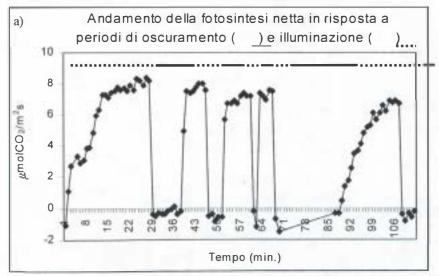


Figura 3 - Misure di scambio gassoso eseguite nel periodo estivo per le due specie caducifoglie (31/07/98) e per la specie sempreverde (14/07/98).



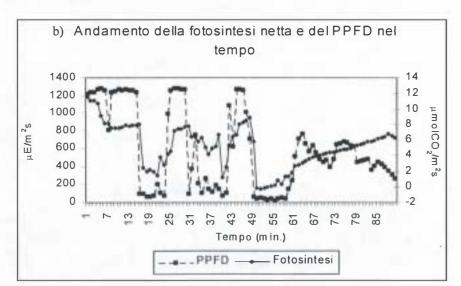


Figura 4 - Esperimenti condotti su Q. cerris nel periodo primaverile (26/05/98).

DISCUSSIONE

Come riportato da diversi autori (Donato et al., 1998a; Giardi et al., 1996; Strasser & Strasser, 1995) l'analisi della fluorescenza della clorofilla può essere utilizzata per studiare gli effetti a carico degli apparati fotosintetici in risposta agli stress naturali (idrico, elevata intensità luminosa, alte temperature) e alla presenza di inquinanti atmosferici. L'analisi delle misure condotte in tale periodo è rivolta a comprendere la risposta delle plantule delle specie considerate ai fattori di stress caratteristici in ambito mediterraneo.

Nel presente lavoro, i fattori principali di stress, tra quelli citati, sono riconducibili essenzialmente all'elevata intensità luminosa, alla aridità estiva e alle temperature elevate. I dati di fluorescenza sono stati integrati da quelli ottenuti mediante misure di scambio gassoso e di potenziale idrico fogliare.

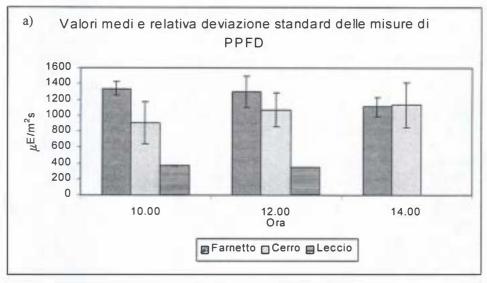
La diversa risposta osservata tra le plantule delle specie caducifoglie e quella sempreverde è dovuta ad una diversa strategia di adattamento, come evidenziato in studi condotti in condizioni controllate (Anselmi et al., 1996; Donato et al., 1996). E' necessario, comunque, tener presente le diverse condizioni microambientali in cui le plantule esaminate si trovano. Infatti, i siti di studio presentano specifiche caratteristiche di illuminazione in relazione alla copertura della chioma sovrastante delle piante dominanti. In particolare, l'area in cui sono presenti le plantule di leccio priva di specie erbacee e arbustive è posta al disotto di una copertura arborea elevata (circa 90%), con bassi valori di irradianza al suolo. Le plantule di cerro analizzate si trovano in un'area caratterizzata da condizioni maggiormente illuminate. Anche le plantule di fametto sono presenti in una zona caratterizzata da elevata irradianza determinata da scarsi valori di copertura delle piante adulte in corrispondenza delle plantule (Fig. 5a).

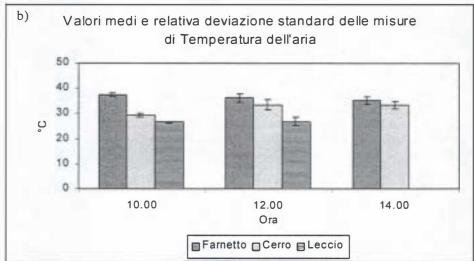
Le maggiori condizioni di illuminazione, determinano, insieme alle condizioni di temperature più elevate (Fig. 5a,b), di minore umidità relativa (Fig. 5c) e di limitata disponibilità idrica, una differenza nei parametri funzionali analizzati per le due specie caducifoglie, in maniera più marcata per il farnetto, rispetto alla specie sempreverde. In particolare, si può ipotizzare che in tali condizioni si verifichi uno stato di fotoinibizione che spiegherebbe ad esempio i valori più bassi, riscontrati per il farnetto, dei parametri: Do, Kp/Kn e Fv/Fm.

L'analisi delle curve di induzione e dell'andamento delle variazioni della fotosintesi al variare dell'intensità luminosa nel sottobosco ha permesso di comprendere, per *Q. cerris*, la risposta dell'attività fotosintetica al verificarsi di sunfleks successivi. In particolare, tale risposta è risultata tanto più rapida quanto minore era il tempo tra due sunfleks, indicando in tal modo una dipendenza dell'attività fotosintetica dal diverso stato di induzione delle foglie determinato dalle condizioni luminose precedenti l'arrivo di un sunfleks (Donato et al., 1997).

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti nel corso di tale ricerca contribuiscono alla caratterizzazione della risposta di plantule di alcune specie legnose appartenenti alle fitocenosi dell'ambiente mediterraneo. In particolare gli stress naturali quale quello idrico e le particolari condizione di luce del sottobosco potrebbero influenzare le prime fasi di crescita e sviluppo delle plantule. Ricerche di campo e di laboratorio avevano evidenziato per le tre specie un grado di sensibilità allo stress idrico maggiore per il cerro seguito dal fametto e dal leccio. I risultati riportati nel presente lavoro hanno contribuito a caratterizzare la diversa risposta di queste tre specie alle condizioni diverse di luce nei siti studiati. In particolare è emersa una condizione di fotoinibizione per il fametto ed in minor misura per il cerro e il leccio. Queste conoscenze possono contribuire all'analisi e gestione dei processi di rinnovazione del bosco, e più in generale dei processi dinamici di tali consorzi forestali.





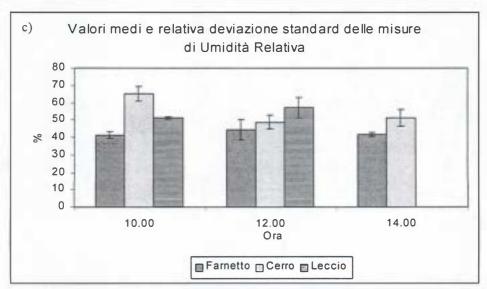


Figura 5 - Misure dei principali parametri ambientali effettuate nel periodo estivo (vedi Fig. 3) nei siti relativi alle tre specie studiate.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Anselmi S., Donato E., Giannini M., Manes F., Puppi G. (1996) Risposta dell'apparato radicale a condizioni di stress idrico in piantine di *Quercus cerris* L., *Q. frainetto* Ten. e *Q. ilex* L.. Giornale Botanico Italiano, 91° Congresso Società Botanica Italiana; Vol. 130, n. 1: 507.
- 2. Chadzon R.L., (1988) Sunflecks and their importance to forest understory plants. Advances in ecological research, 18: 1-63.
- 3. Demmig-Adams B., Adams III W.W. (1992) Photoprotection and other responses of plants to high light stress. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 43, 599-626.
- 4. Donato E., Giannini M., Tinelli A., Vitale M., Manes F. (1996) Risposta di tre specie del genere Quercus a differente grado di stress idrico. Ecologia, Atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (S.It.E. Atti 17), Napoli, 11-14 Settembre 1996, pp.149-152.
- Donato E., Silli V., Manes F. (1997) Studio ecofisiologico su plantule di Quercus ilex L. e Q. cerris L. condotte in ambiente naturale. Atti del 92° Congresso della Società Botanica Italiana, Cagliari, 2-4 ottobre 1997, p.137.
- 6. Donato E., Manes F., Silli V., Vitale M. (1998a) Effetti di stress ambientali sui processi fotochimici in *Pinus halepensis* Mill. analizzati mediante fluorescenza fogliare. Il Controllo dell'Ambiente IV Congresso Nazionale di Chimica Ambientale, Mantova 17-20 Giugno 1998.
- 7. Donato E., Vitale M., Delfini M., Manes F. (1998b) Response to ozone and water stress of *Pinus halepensis* Mill. in field and laboratory. In: VII International Congress of Ecology (INTECOL), Florence 19-25 July 1998 Italy.
- 8. Giardi M.T., Cona A., Geiken B., Kucera T., Masojidek J., Matoo A.K. (1996) Long term drought stress induces structural and functional reorganization of photosystem II. Planta, 199: 118-125.
- 9. Kitajima K. (1994) Relative importance of photosynthetic traits and allocation patterns as correlates of seedling shade tolerance of 13 tropical trees. Oecologia 98: 419-428.
- 10. Krause G. H. e Weis E. (1984) Chlorophyll fluorescence as a tool in plant physiology. II. Interpretation of fluorescence signals. Photosynt. Res. 5, pp. 139-157.
- 11. Larcher W. und Mair B. (1969) Die temperaturresistenz als ökophysiologisches konstitutionsmerkmal: 1. *Quercus ilex* und andere eichenarten des mittelmeergebietes. Oecol. Plant. IV, p. 347-376.
- 12. Lovelock C.E., Jebb M. & Osmond C.B. (1994) Photoinhibition and recovery in tropical plant species: response to disturbance. Oecologia 97, 297-307.
- 13. Lovelock C. E., Kursar T.A., Skillman J.B. and Winter K. (1998) Photoinhibition in tropical forest understorey species with short and long lived leaves. Functional ecolgoy 12: 553-560.
- Macchia F., Vita F., Cavallaro V. (1990) Dormienza delle ghiande ed aridità estiva fattori della distribuzione di *Quercus cerris* L. in Puglia. Giornale Botanico Italiano, 124 (1) Società Botanica Italiana, 85° Congresso.
- 15. Manes F., Donato E., Silli V., De Lillis M., Pignatti S. (1997) La rinnovazione del bosco sempreverde e caducifoglio nell'area di Castelporziano: Studio Ecofisiologico. SITAC '97 (in stampa).
- 16. Manes F., Seufert G. and Vitale M. (1997) Ecophysiological studies of Mediterranean plant species at the Castelporziano estate. Atmospheric Environment 31 No. SI 51-60.
- 17. Saarinen T. & Liski J. (1993) The effect of industrial air pollution on chlorophyll fluorescence and pigment content of Scots pine (Pinus sylvestris) needles. Eur. J. For. Path., 23: 353-361.
- 18. Scholander P. F. e Hammel H. T. (1964) Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 52, 19-25.
- 19. Smith A. P., Hogan K.P. & Idol J.R. (1992) Spatial and temporal patterns of light and canopy structure in a low-land tropical moist forest. Biotropica 24, pag 503-511.
- 20. Strasser B. J. e Strasser R. J. (1995) Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: the JIP-test.In Photosynthesis: From Light to Biosfere (P. Mathis ed.). Vol 5, pp. 927-950. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. ISBN 0-7923-3862-6.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA Emergenze Floristiche a Castelporziano

RESPONSABILE Prof. A. Pignatti

UNITA' OPERATIVA Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La

Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA P. M. Bianco, A. Pignatti, P. Tescarollo

RIASSUNTO

Si presenta una lista di segnalazioni floristiche per la tenuta di Castelporziano ottenute nel triennio di rilevamenti floristici e fitosociologici 1995-1998. Le nostre segnalazioni si aggiungono a quelle già indicate da ANZALONE, LATTANZI e LUCCHESE (1986) per alcune parcelle della Tenuta. Alcune specie indicate in passato come sporadiche sembrerebbero in forte espansione.

INTRODUZIONE

Le condizioni prossimo-naturali di molte zone della Tenuta hanno permesso la conservazione di un elevato numero di specie rare o rarissime nel Lazio confermando il grande valore ambientale di quest'area. Di particolare rilievo appare la presenza e l'espansione di zone umide con buone condizioni delle acque che hanno permesso la conservazione di formazioni appartenenti alle alleanze *Isoetion*, *Nanocyperion*, *Holoschoenion*, *Ranunculion peltati* (syn. *Ranunculion aquatilis*) ormai pressoché scomparse per bonifiche ed inquinamenti dall'areale costiero laziale e dalla Campagna Romana.

MATERIALI E METODI

Il materiale raccolto è stato riconosciuto utilizzando la Flora d'Italia (PIGNATTI 1982) e la Flora Europea (TUTIN et al. 1968-76) mentre le informazioni sulla rarità nella nostra regione sono state tratte dall'Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee nel Lazio. (ANZALONE 1984).

RISULTATI

1) Nuove segnalazioni

Le quattro specie sottoelencate non risultano segnalate dai censimenti floristici finora pubblicati (aut. cit.).

Nardurus hallerii

Incolti su sabbie silicee e margine dei campi

- Camilletto di sotto

- radura del pastore (Capocotta).

Serapias parviflora

Prati aridi

- praterie ad Asphodelus presso Riserve nuove.

Festuca heterophylla

Boschi misti e leccete

- Piscinale.

Elodea canadensis

Associazioni di idrofite dei Potamogetonetea

- piscine di recente creazione nelle parcelle 55, 62, 67.

2) Nuove stazioni per le emergenze floristiche

Alle liste di emergenze già pubblicate da ANZALONE (1957), ANZALONE, LATTANZI e LUCCHESE (1986) o raccolte dalla direzione del Settore Natura della Tenuta aggiungiamo nuove stazioni per le specie rare o rarissime nel Lazio indicando, ove possibile, le associazioni preferite dalle specie.

Cardamine parviflora

- piscine presso Riserve nuove (Ass.ne a Callitriche ssp. e Ranunculus aquatilis)
- piscine del Tellinaretto (Ass. ne a Callitriche ssp. e Ranunculus ophioglossifolius)
- zone umide di recente creazione ad Ortaccio (Ass.ne a Callitriche ssp. e Ranunculus aquatilis, ass.ne a Callitriche ssp. e Ranunculus ophioglossifolius)
- Pignocco (pratelli degli Isoeto-Nanojuncetea)
- Pizzuto (Pop. a Polygonum hydropiper)
- piscine di recente creazione presso il Fontanile della Dogana.

Trifolium suffocatum

- Asfodeleto presso fontanile della Dogana
- Colonnacce (Trifolio resupinati-Caricetum divisae)
- fonte Guidone (Trifolio resupinati-Caricetum divisae)
- ponte dei Materiali (Trifolio resupinati-Caricetum divisae, pratelli degli Isoeto-Nanojuncetea).

Beckmannia eruciformis

legata principalmente ai giuncheti a Juncus inflexus e Holoschoenus romanus

- piscine del Tellinaretto
- zone umide presso Grotta Romagnola.

Silene laeta

- Camilletto e Cioccati (Isoeto-Nanojuncetea)
- presso piscina Chiara (Trifolio resupinati-Caricetum divisae, Moenchio-Tuberarietum guttatae)
- Tellinaro (Isoeto-Nanojuncetea)
- fosso Capocotta (praterie antropiche bordo fosso).

Vicia pseudocracca

frequente nel Sileno-Vulpietum membranaceae e nel Vulpio-Dasypyretum

- Tor Paterno
- praterie presso Riserve nuove e Cioccati
- Capocotta eliporto
- radure presso il confine sud a Capocotta
- praterie di Capocotta
- radure nelle cerrete di Figurella di sotto.

Myriophyllum alterniflorum

Associazioni ad idrofite dei Potamogetonetea

- piscine presso macchia Spinaceto.

Juncus depauperatus

- frequente nelle radure umide delle cerrete e nei boschi umidi.

Callitriche truncata

Le caratteristiche ecologiche della specie la collegano da una parte alla vegetazione a idrofite del *Ranunculion peltati*, dall'altra ai pratelli oligotrofi e igrofili degli *Isoeto-Nanojuncetea*. Generalmente sembra concentrarsi in zone maggiormente inondate rispetto a *Callitriche stagnalis*

- zone umide di Cerasolo e Riserva Dogana
- Tor Paterno
- piscina Materiali
- piscina Chiara
- Pizzuto
- piscina Camilletto
- zone umide presso Scopone
- piscina Bassana
- piscina del Tellinaro
- Pozzo Napoliello
- piscine presso macchia Spinaceto
- piscine di recente creazione presso il Fontanile della Dogana.

Lythrum portula

esclusivamente nei pratelli su suoli oligotrofi periodicamente umidi degli Isoetonanojuncetea

- Pignocco
- piscina Camilletto
- nei pressi della piscina dei Materiali.

Deschampsia caespitosa

- Pignocco (Caricetum elatae).

Lupinus graecus

Notevole il ritrovamento di popolamenti cospicui di questa specie segnalata solo a Castelporziano per l'intera penisola (B. Anzalone, E. Lattanzi e F. Lucchese 1986)

- Capocotta eliporto (popolamento esteso)
- praterie lungo il litorale di Capocotta.

Aphanes microcarpa

Praterie su sabbie silicee

- Colonnacce
- Camilletto di sotto
- Pignocco.

Lotus conimbricensis

Praterie umide su terreni a pH acido

- Camilletto di sotto.

CONCLUSIONI

Le condizioni prossimo-naturali di molte zone della Tenuta hanno permesso la conservazione di un elevato numero di specie rare o rarissime nel Lazio. Per alcune specie indicate in passato come sporadiche sembrerebbe in atto una certa espansione. E' questo ad esempio il caso di *Vicia pseudocracca*, ormai piuttosto comune nelle praterie aride, di *Callitriche truncata*, *Lythrum portula* e *Cardamine parviflora*, che sembrano essere state favorite dalla creazione di nuove zone umide.

Sono in corso di svolgimento, e si concluderanno con un'ultima campagna nella Primavera-Estate 1999, ulteriori ricerche nelle zone già indicate da ricercatori del passato per constatare la permanenza, l'espansione o la scomparsa di specie rare o rarissime per il Lazio. La relazione finale prevista per il Giugno 1999 permetterà quindi di avere un quadro completo delle emergenze floristiche della tenuta.

BIBLIOGRAFIA

- 1. ANZALONE B., LATTANZI E., LUCCHESE F., 1990, La flora della tenuta di Castelporziano (Roma) Accademia Nazionale dei Lincei, quad. n. 264: 133-218.
- 2. ANZALONE B., 1957, Su alcune piante notevoli di Castelporziano (Roma) Nuovo Giornale Botanico Italiano n.s. 64: 673-677.
- 3. ANZALONE B., LATTANZI E., LUCCHESE F., 1986, Studio della flora della tenuta di Castelporziano Giorn. Bot. It. 120 suppl. 2: 82.
- 4. LUCCHESE F., 1990, La flora della Riserva Naturale di Palo Laziale (Roma) Ann. Bot. XLVIII, suppl. 7: 263-289.
- 5. NAPOLEONE I., 1970-71, Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma) Ann. Bot. XXX: 33-47.
- 6. PIGNATTI S., LOCHE P., LUCCHESE F., SQUARTINI V., 1986, Segnalazioni floristiche italiane: 296 Silene laeta (Aiton) Godron Inf. Bot. It. 18.
- 7. TINELLI A., CATENA G., 1991, Indagine sulle piante monumentali della tenuta di Castelporziano Monti e boschi 5: 9-13.
- 8. TUTIN T.G. et al., 1968-76, Flora Europaea 5 vol. Ed Cambridge.

GRUPPO DI LAVORO VEGETAZIONE

TITOLO DELLA RICERCA Lista dei Sintaxa Presenti a Castelporziano

RESPONSABILE Prof. A. Pignatti

UNITA' OPERATIVA Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La

Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA P. M. Bianco, A. Pignatti, P. Tescarollo

RIASSUNTO

Si presenta un prodromo piuttosto esaustivo dei sintaxa presenti a Castelporziano, frutto delle ricerche fitosociologiche svolte nella tenuta nel triennio 1995-1998. La presente lista comprende 18 classi, 23 ordini, 33 alleanze e 43 associazioni vegetali; sono inoltre compresi 13 sintaxa a livello di aggruppamento o comunità, 2 associazioni di incerta collocazione sintassonomica e 4 tipologie vegetazionali artificiali dovute a rimboschimenti.

Per ogni elemento sintassonomico viene riportata una sintetica descrizione ecologica ed i principali siti della tenuta ove è stato rilevato.

INTRODUZIONE

L'uso dei metodi fitosociologici e di analisi multivariata permettono di inquadrare la vegetazione in unità elementari riferibili a ben precise caratteristiche microclimatiche e del substrato. Il tassello fondamentale è rappresentato dall'associazione vegetale, cioè da un aspetto vegetazionale ben differenziato per caratteristiche floristiche. Per dirla con Braun-Blanquet, padre storico della fitosociologia, si può definire l'associazione come "un aggruppamento vegetale più o meno stabile, in equilibrio con il mezzo ambiente, determinato da una composizione floristica con specie quasi esclusive". Si intuisce facilmente l'enorme carico di informazioni ecologiche che può essere estrapolato da uno studio completo della vegetazione di una determinata area.

Per quanto riguarda gli studi fitosociologici sulla Tenuta di Castelporziano, allo stato attuale si ricordano: una carta della vegetazione (BRUNO 1980), utile strumento per informazioni a grande scala, ma purtroppo poco aggiornata e scadente nel dettaglio; alcuni studi specifici sulle formazioni boschive (PETRICCIONE, PANI 1990; PIGNATTI E., PIGNATTI G., 1995), sulla vegetazione dunale (NAPOLEONE 1970-71) e su altri aspetti vegetazionali (GRATANI, MARINUCCI 1985; LUCCHESE, PIGNATTI 1987a, 1987b). E' inoltre in fase di pubblicazione una nuova carta della vegetazione dettagliata, basata sull'interpretazione delle aerofotografie supportata da indagine sul campo.

L'elenco riportato in questa sede disegna un quadro più o meno completo degli aspetti vegetazionali presenti nella tenuta ed evidenzia un primo schema sintassonomico che vuole essere una solida base per futuri approfondimenti.

Le discussioni ancora in corso nell'ambito dell'ecologia vegetale e la rarità di alcune formazioni non permettono sempre di nominare l'associazione per mancanza di riferimenti bibliografici e statistici; in altre parole alcuni gruppi fitosociologici particolarmente critici sono da anni al centro di dibattute controversie che solo una attenta revisione a scala europea, se non globale, potrebbero risolvere. Nel nostro ambito alcuni sintaxa ben definiti strutturalmente ma privi di caratteristiche di associazione, vengono indicati semplicemente come "aggruppamento" o "comunità". Vengono, altresì, individuati due casi di *incertae sedis* dove le associazioni in esame risultano già descritte da altri autori ma non risulta convincente la loro collocazione sintassonomica, per cui se ne indica solo la classe di appartenenza.

MATERIALI E METODI

Sono stati effettuati circa 300 rilievi in tutti gli ambienti accessibili della tenuta secondo il metodo della scuola fitosociologica di Braun-Blanquet (WESTHOFF e VAN DER MAAREL 1978, PIROLA 1980, PIGNATTI

1957,1995b). La scala di abbondanza-dominanza usata è quella di PIGNATTI (1953). Le specie sono state raccolte e determinate secondo Flora d'Italia (PIGNATTI 1982). Per alcune specie è stato necessario l'integrazione con Flora Europea (TUTIN 1968/76).

Per ciascun rilievo sono stati riportati i dati stazionali standard: altitudine, esposizione, inclinazione e tipo di substrato; inoltre, dove necessario, sono state aggiunte delle note descrittive del sito. Per ciascuna specie censita è stato inoltre rilevato l'indice di associabilità, che però è stato omesso in fase di analisi numerica. Nella scelta dei siti di rilevamento, infine, si è cercato, nei limiti del possibile di rispettare il minimo areale per ciascun tipo di vegetazione esaminata. L'analisi multivariata è stata svolta con l'ausilio dei programmi Wildi Orloci e Syn-tax (gli outputs delle analisi automatiche non sono riportati per esigenze di spazio).

RISULTATI

VEGETAZIONE IMMERSA DELLE ACQUE DOLCI

LEMNETEA de Bolos et Masclans 1955

Classe cosmopolita di associazioni a pleustofite flottanti appartenenti alle famiglie Lemnaceae e

Lemnetalia minoris Tx.1955

Comunità a lemnidi liberamente flottanti delle acque dolci.

Lemnion minoris Tx.1955

Comunità delle acque eutrofiche e ipertrofiche.

Lemnetum minoris (Oberd.57) Th. Müller et Görs 1960

Popolamenti monospecifici a Lemna minor delle acque stagnanti e lentamente fluenti. Canali p/sso Ortaccio, Valle dell'Oro, Ponte Ruffo, Mal Passo, Piscine dei Cioccati.

Lemnetum gibbae (Koch 54) Miyaw et Tx. 1960 em Scoppola 1982

Popolamenti monospecifici a Lemna gibbae delle piscine e dei canali con acque ferme o poco fluenti.

Piscina carbonaia, Piscine dei Cioccati.

POTAMETEA Klika in Klika et Novak 1941

Associazioni composte da idrofite radicate di acqua dolce a distribuzione oloartica delle acque lentiche e lentamente fluenti.

Callitricho-Potametalia Schipper, Lanjouw et Schamineee in Schaminee et al. 1995

Vegetazione radicata al fondo delle acque relativamente ossigenate e dei bordi di aree umide.

Ranunculion peltati Schaminee, Lanjouw et Schipper 1990

Vegetazione delle acque stagnanti, dei margini di corsi d'acqua, fossi e delle pozze temporanee.

Aggruppamento a Callitriche stagnalis e Ranunculus aquatilis

Acque ferme o poco fluenti, a contatto con l'Helosciadetum e con i popolamenti riferibili ai Parvopotamion. Si tratta di comunità comuni in tutte le aree umide della tenuta ma ormai pressoché scomparsa dalla zona subcostiera tirrenica per bonifiche, infrastrutture ed inquinamento delle falde.

Nupharo-Potametalia Schaminee, 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.

Aggruppamento a Potamogeton crispus

Acque mesotrofe lentamente fluenti, tra i 10 e i 180 cm di profondità.

Ortaccio, Ponte Ruffo.

Aggruppamento a Myryophyllum alternifolium e Potamogeton sp.

Acque oligotrofe.

Piscine di Spinaceto.

Zannichellietum palustris (Baumann 1911) G. Lang 67

Fitocenosi a Zannichellia palustris delle acque moderatamente fluenti, a profondità 10-50 cm su substrati limosi o limoso fangosi.

Tor Paterno, piscine dei Cioccati.

VEGETAZIONE RIPARIALE E DELLE ZONE PERIODICAMENTE INONDATE

ISOETO-NANOJUNCETEA Br.-Bl. Et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946

Associazioni pioniere, effimere, a Cyperaceae nane e terofite dei terreni oligotrofi periodicamente inondati e fangosi.

Nanocyperetalia Klika 1935

comunità pioniere a terofite, cyperacee e giunchi nani degli ambienti periodicamente inondati.

Isoetion Br.-Bl. 1931

Pozze periodiche acidofile in area mediterranea.

Isoeto-Radioletum Quezel 1956

Nei terreni scoperti della duna antica soggetti ad allagamenti periodici e ai margini delle piscine maggiormente illuminate.

Nanocyperion flavescentis Koch 1926

Alleanza a distribuzione continentale degli ambienti umidi e ombrosi.

Associazione a Ranunculus ophioglossifolius e Callitriche truncata

Vegetazione stagionale delle zone periodicamente inondate e margini di piccoli specchi d'acqua. Diffusa in zone più ombrose e umide rispetto alla precedente.

PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941

Associazioni ripariali e delle aree paludose dominata da graminoidi, grandi carici e canne. Le specie che le caratterizzano si distribuiscono secondo gradienti legati alla periodicità e durata delle inondazioni ed alle caratteristiche dell'acqua e del substrato di radicamento.

Nasturtio-Glyceretalia Pignatti 1953 em. Kopecky in Kopecky et Hejny 1965

Ordine largamente rappresentato in Europa media comprendente la vegetazione a elofite semisommerse degli ambienti con acque calme o poco fluenti a scarso contenuto salino.

Sparganio-Glycerion Br.-Bl. et Sissingh in Boer 1942 nom.inv. Oberd.1957

Canali e zone inondate, nelle serie complete queste associazioni si sviluppano tra le associazioni ad eliofite e canne del Phragmition e quelle sommerse dei Potametea.

Helosciadietum nodiflori Br.-Bl.(1931)1952

Acque calme e poco profonde, relativamente ossigenate.

Ponte Ruffo, Ortaccio, Tor Paterno.

Glycerietum plicatae Kulcz.20 em Oberd.54

Ambienti umidi percorsi da acque correnti e perennemente allagati.

Piscina Infermeria, Stradone dei Canali.

Sparganietum erecti Phil 73

Associazione idrofila delle acque poco profonde, ferme o a lento corso.

Ortaccio, canali presso Malafede.

Magnocaricetalia Pignatti 1954

Magnocaricion elatae Koch 1926 em. Neuhausl 1957

Vegetazione dominata dai grandi carici.

Cyperetum longi Micevski 57

Popolamenti a Cyperus longus alle spalle dei cariceti.

Zone umide. Ortaccio, Tor Paterno, Capocotta, Le tre piscine.

Caricetum otrubae Pedrotti 82

Praterie mesofile a Carex otrubae.

Ortaccio, Ponte Ruffo.

Caricetum ripariae Knapp et Stoof.62

Prati palustri e ripariali a Carex riparia.

Ortaccio, Tor Paterno, Ponte Ruffo.

Caricetum elatae Koch 26

Associazione a grandi carici dei bordi delle piscine e delle radure dei boschi allagati.

Stradone dei Canali.

Phragmitetalia Kock 1926 em. Pignatti 1954

Vegetazione delle acque poco profonde ferme o a lento corso ad elofite prevalenti.

Phragmition australis Koch 1926

Le associazioni di questo alleanza caratterizzano gli habitat con suolo inondato o molto umido anche d'estate.

Phragmitetum australis (Allorge 1921) Pignatti 1953

Acque stagnanti o lentamente fluenti e sponde periodicamente asciutte. La progressione dei loro rizomi svolge un ruolo chiave nelle serie di interramento.

Tor Paterno, Piscina Camilletto, Ortaccio, Ponte Ruffo.

Typhetum latifoliae Lang 73

Stessi ambienti della precedente ma in zone maggiormente inondate; tende a scomparire in presenza di eutrofizzazione.

Ortaccio, Ponte Ruffo e canali limitrofi.

BIDENTETEA TRIPARTITI Tx., Lohm et Preising ex von Rochow 1951

Vegetazione pioniera composta da specie annuali nitrofile a fioritura estiva su suoli periodicamente inondati.

Bidentetalia tripartitate Br. -Bl. et Tx. ex Klika et Hadac 1944

Vegetazione pioniera igronitrofila.

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. Loch 1926) Lohm. 1950

Popolamenti paucispecifici e monospecifici a Polygonum hydropiper dei terreni periodicamente inondati ricchi di composti azotati.

Presso Fontanile della Dogana, aree umide delle Riserve Nuove, dello Scopone e del Camilletto, Canali.

COMUNITA' INFESTANTI DELLE COLTURE E DEI LUOGHI ABITATI

STELLARIETEA MEDIAE Tx., Lohm et Preising ex von Rochow 1951

Classe che inquadra le comunità a terofite legate a suoli influenzati dall'uomo e dagli animali che determinano un aumento dello strato trofico.

Paspalo-Heleochloetalia Br.-Bl.52

Ordine comprendente associazioni termofile ricche specie annuali che si sviluppano su limi e fanghi alluvionali ricchi in nitrati.

Paspalo agrostidion Br.-Bl. 1952

Associazioni mediterranee paucispecifiche dei terreni limosi periodicamente allagati.

Paspalo-Agrostidetum Br.Bl.36

Vegetazione effimera delle zone periodicamente asciutte ricche in composti azotati.

Tor Paterno, Piscina Infermeria, Malpasso, fossi e canali luminosi.

Sisymbrietalia Tuxen 1961

Vegetazione mediterranea subnitrofila.

Hordeion leporini Br.-Bl. (1931) 1947

Vegetazione infestante erbacea dei lati delle strade, terreni abbandonati presso le zone abitate, che trova un suo optimum nella regione mediterranea.

Hordeetum leporini Br.-Bl. 1952

Formazioni erbacee degli ambienti calpestati soleggiati, per lo più su margini di strada o giardini abbandonati.

Praterie antropiche presso Malafede, fortemente calpestate dal bestiame.

Conyzetum albido-canadensis Baldoni-Biondi 1993

Pop. a Conyza albida e Conyza canadensis dei bordi stradali.

Sporadicamente, lungo le strade asfaltate.

PARIETARIETEA DIFFUSAE Riv. Mart. in Riv. God. (1955) 1964 em. Oberd 1977

Vegetazione dei muri. Questo tipo di vegetazione 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.

Parietarietalia diffusae (Riv. Mart. 1960) Oberdorfer 1977

Comprende associazioni paucispecifiche dei muri e delle rupi.

Centrantho-Parietarion diffusae Riv. Mart. (1960) 1969

Comprende principalmente associazioni a distribuzione mediterraneo e mediterraneo-occidentale.

Parietarietum diffusae Arenes 1928

Associazione dei vecchi muri e degli interstizi rocciosi ricchi in nitrati caratterizzata dalla dominanza di Parietaria diffusa.

Muri e rupi tufacee.

Parietario-Cymbalarietum muralis Pign. 1953

(incl. Cymbalarietum muralis Görs 66)

Stessa ecologia ma meno nitrofilo della precedente.

Muri e rupi tufacee.

Umbelicetum rupestris Riv. Mart. et al. 1980

Associazione dei substrati porosi e del tufo a lungo umidi.

Rupi e muri tufacei ad esposizione settentrionale.

PLANTAGINETEA Tx. & Prsg. In Tx. 1950

Formazioni dei luoghi fortemente calpestati.

Plantaginetalia majoris Tx. 1950 em. Oberd. et al. 1967

Polygonion avicularis Br.-Bl. 1931 ex Aich. 1933

Comprende associazioni a gravitazione continentale di bordi stradali e sterrate.

Lolio-Plantaginetum Beger 1930

Vegetazione dei luoghi calpestati in stazioni prive di pavimentazione.

Aiuole e bordi di strada di tutta la tenuta.

Polycarpion tetraphylli Riv. Mart. 1975

Alleanza a gravitazione eurimediterranea caratterizzata da una maggiore xericità rispetto alla precedente. Tipica dei lastricati stradali.

Bryo-Saginetum apetale Blasi et Pignatti 1984 (nom. inv.)

Popolamenti pionieri a muschi e nanoterofite degli interstizi dell'asfalto e dei sampietrini.

Comune presso il Borgo di Castelporziano, Casa delle Antilopi e altre zone urbanizzate.

Eleusinetum indicae Pign. 1953

Popolamenti pionieri termofili a dominanza di Eleusine indica degli interstizi spesso a contatto con il Bryo-Saginetum apetalae.

Stessi luoghi della precedente.

Incertae sedis

Trifolio resupinati-Caricetum chaerophyllae Rivas Mart. & Costa in Riv. Mart., Costa, Castroviejo e Valdes 1980

Prati relativamente umidi e calpestati, con presenza di specie dei Plantaginetea, Thero-Brachypodietea e Molinio-Arrhenatheretea, caratterizzati dalla costante presenza di Carex divisa.

Radure nelle cerrete, pratelli interstradali nelle sterrate.

ARTEMISIETEA VULGARIS Lohm, Preising et Tx. ex von Rochow 1951

Vegetazione erbacea nitrofila e perenne a distribuzione eurosiberiana che penetra nella regione mediterranea sui suoli freschi o umidi ricchi in sostanza organica.

Sottocl. Galio-Urticenea (Pass 67) Th. Müller 1981 in Oberd. 1983

Vegetazione nitrofila delle zone relativamente umide e dei margini di bosco.

Convolvuletalia sepium Tx.50

Vegetazione a erbacee pluriannuali di stazioni umide e ricche in nitrati.

Convolvulion sepium (Tx.47) Th. Müll. 1969

Convolvolo-Rubetum caesi Pass. 1967

Cespuglieti igromesofili legati ai boschi umidi.

Tor Paterno, Guardiapasso, Riserve Nuove, Colonnacce, Camilletto.

Sottocl. Artemisienea vulgaris Th. Müller 1981 in Oberd. 1983

Vegetazione ruderali a composite spinose e artemisie.

Artemisetalia vulgaris (Lohm. in Tx.47) Th.Müll.69

Arction lappae (Tx.37) 1947

Comprende associazioni ruderali legate alle attività umane.

Galio-Conietum maculati Rivas-Martinez ex Lopez 1978

Associazione a Conium maculatum degli ambienti ricchi in nitrati relativamente umidi.

Zona di transizione tra coltivi e praterie umide presso Ponte Ruffo.

Dauco-Melilotion Görs 66

Alleanza comprendente consorzi erbacei su suoli poco evoluti da scarsamente a mediamente nitrofili.

Dauco-Picridetum hieracioides Görs 66

Formazione sinantropica degli spiazzi e degli incolti presso i centri abitati.

Zone disturbate della tenuta. Presso i confini, il borgo, la dispensa, i casolari.

PRATERIE MESOFILE E IGROMESOFILE

MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937

Classe comprendente la vegetazione la vegetazione ad optimum climatico medioeuropeo di suoli umidi e di pascoli sfalciati e concimati.

Holoschoenetalia Br.-Bl.(1931)1947

Molinio-Holoschoenion Br.-Bl.1947

Formazioni a giunchi delle aree periodicamente inondate, sottoposte a stress idrico estivo, collegate a un disturbo moderato e a buone condizioni di naturalità.

Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis (Pign.53) Gèhu 84

Vegetazione debolmente alofila delle depressioni umide interdunali.

Interduna presso Grotta di Piastra.

Associazione a Juncus inflexus e Holoschoenus romanus

Diffusi ai bordi delle piscine e nelle aree soggette a periodici allagamenti.

Piscine della Dogana, Selciatella. Tor Paterno, F.sso delle Rogare, Scopone, Camilletto.

Associazione a Calamagrostis epigejos

Negli stessi ambienti della precedente ma in condizioni più asciutte.

Zone umide di Capocotta, Cioccati, Spagnola.

Aggruppamento a Juncus depauperatus

Radure umide dei boschi a caducifoglie.

Frequenti nella tenuta.

Incertae sedis

Associazione ad Holcus lanatus

Praterie mesofile di transizione tra Molinio-Arrhenatherea e Thero-Brachypodietea.

Ortaccio, Malafede, Ponte Ruffo.

VEGETAZIONE DELLE DUNE E DELLE SABBIE COSTIERE

CAKILETEA MARITIMAE Tx. et Preising 1950 em Br.-Bl. et Tx.1952

Vegetazione pioniera alonitrofila delle spiagge, composta da terofite e prima colonizzatrice della sabbia nuda nella serie psammofila.

Euphorbietalia peplis Tx. 1950

Comunità delle spiagge del Mediterraneo e del Mar Nero.

Euphorbion peplis Tx. 1950

Comunità annuali mediterranee e cantabro-atlantiche.

Salsolo Kali-Cakiletum maritimae (Pign 1953) Costa & Manz. 1981 corr. Riv. Mart et al

Vegetazione effimera del primo tratto di spiaggia emersa.

Lungo tutto il litorale.

AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946

Classe comprendenti la vegetazione costiera a rizomatose delle dune mobili che concorre alla dinamica naturale delle dune costiere favorendo l'accumulo di sabbia e la loro stabilizzazione.

Ammophiletalia australis Br.-Bl.(1931) 1933 em. J.-M. et J. Gehu 1988

Vegetazione dominate da graminacee rizomatose delle duni mobili o fissate:

Ammophilion australis Br.-Bl.(1931) 1932 em J.M. et J. Gehu 1988

Vegetazione delle dune recenti.

Ammophiletum arundinaceae Br.-Bl.(1921)1933

Associazione ad Ammophila arundinacea delle dune costiere mediterranee.

In frammenti lungo il litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

Agropyrion juncei Pignatti 1953

Sporobolo-Elymetum farcti Gehu 1984

(= Agropyretum juncei (Br.-Bl. 33) Gehù, Riv. Mart., Tx. 72)

Comunità ad Agropyron junceum e Sporobolus pungens delle dune embrionali.

In frammenti lungo il litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

Crucianelletalia maritimae Sissingh 1974

Crucianellion maritimae Rivas Goday et Rivas-Martinez 1963

Vegetazione a camefite dei retroduna.

Crucianelletum maritimae Br.-Bl. (1921) 1933

Associazione di retroduna in tratti con maggior accumulo di humus.

Frammenti molto discontinui e poco frequenti lungo il litorale.

Aggruppamento ad Ononis variegata

Comunità paucispecifiche dominate da Ononis variegata.

Litorale da Grotta di Piastra a Capocotta.

PRATERIE E GARIGHE MEDITERRANEE

THERO-BRACHYPODIETEA Br.-Bl. ex A. de Boloso & Vajreda 1950

Vegetazione xerofila con fisionomia pseudosteppica del bacino occidentale del Mediterraneo.

Brometalia rubenti-tectorum Rivas-Martinez 1977

Echio-Galactition de Bolos et Molnier 1969

Vulpio-Dasypyretum Fanelli 1998

Praterie aride mediotirreniche a Dasypyrum villosum.

Frequente in numerose zone della tenuta.

Aggruppamento a Gaudinia fragilis e Vulpia ligustica

Comunità postcolturali.

Malpasso, Malafede, Bufolareccia.

Aggruppamento ad Asphodelus microcarpus

Particolarmente diffusa ai bordi delle cistete e delle sugherete su terreni spesso argillosi.

Dogana, Riserve Nuove, Cioccati, Spagnoletta, Sughereta.

Aggruppamento ad Aegilops ovata

Aspetto pioniero o degradato dell'aggruppamento ad Asphodelus ove il pascolo, il calpestio

e l'incendio esercitano una maggiore pressione.

Tor Paterno, Grotta di Piastra, Capocotta.

TUBERARIETEA GUTTATAE Br.-Bl. (1940) 1952

Tuberarietalia guttatae Br.-Bl. 1940 em. Riv. Mart. 1978

Prati effimeri a nanoterofite su sabbie acide, spesso in habitat influenzati dal fuoco.

Tuberarion guttatae Br.-Bl. 1931

Comunità a fioritura precoce su suoli sabbiosi silicei.

Moenchio-Tuberarietum guttatae Lucchese e Pignatti (1987)

Associazione tirrenica a fenologia precoce dei pratelli su terreni poveri in nutrienti, su sabbia silicea a pH 4,5-5,5, in condizioni di relativa umidità.

Sui terreni esposti della duna antica e nelle cistete.

Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae (Pign. 1953) Géhu et Scopp. 1984

Vegetazione a terofite a fenologia primaverile delle sabbie aride retrodunali.

Capocotta, Eliporto, Grotta di Piastra.

CISTO-LAVANDULETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier et Wagner 1940

Garighe e macchie basse mediterranee su suoli silicei ed ultrafemici.

Lavanduletalia stoechadis Br.-Bl. 1940 em Riv. Mart. 1968

Cespuglieti acidofili e xerici su suoli derivati dalla degradazione di preesistenti foreste.

Cistion ladaniferi Br.-Bl. 1940

Comprende le comunità basso arbustive con baricentro mediterraneo occidentale e centrale.

Aggruppamento a Cistus salvifolius

Radure delle sugherete e degli ericeti sulla duna antica e terreni acidificati influenzati da incendi nel passato.

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 su substrati xerici.

Aggruppamento a Cistus incanus

Garighe mediterranee dei suoli calcarei poco profondi a Cistus incanus e specie dei Rosmarinetea. Sabbie della duna recente, lungo il litorale.

Erico-Rosmarinetum Horvatic 1958

Cespuglieti mediterranei dei suoli calcarei a Rosmarinus officinalis ed Erica multiflora.

Duna recente da Grotta di Piastra a Capocotta.

BOSCHI E MACCHIE MEDITERRANEI

QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. de Bolos y Vayreda

Classe comprendente boschi e macchie mediterranee a sempreverdi.

Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas.-Mart. 1975

Macchie basse termofile in area mediterranea.

Oleo-Ceratonion siliquae Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944 em Riv. Mart. 1975

Macchie e garighe est-mediterranee e boschi di conifere termofili.

Juniperetum macrocarpae-phoeniceae Pedrotti e Cortini Pedrotti 1976

Macchia a ginepri e specie della lecceta delle dune mobili. In frammenti lungo il litorale.

Quercetalia ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Riv. Mart. 1975

Macchie e foreste sempreverdi in aree mediterranee relativamente umide.

Quercion ilicis Br.-Bl. ex Molinier 1934 em Riv. Mart. 1975

Foreste sempreverdi lungo le coste nord-mediterranee.

Viburno-Quercetum ilicis (Br.-Bl. 36) Rivas Martinez 1975

Macchia alta e bosco mesomediterraneo a dominanza di Quercus ilex.

Frequente nella tenuta soprattutto nelle zone a ovest.

Viburno quercetum ilicis suberetosum Br.-Bl.36

(incl. Cytiso-Quercetum suberis)

Boschi e cespuglieti mediterranei acidofili a Q. suber.

Sughereta, Spagnoletta, Scopone, Fonte Guidone, dintorni di Castelporziano.

Viburno-quercetum ilicis ericetosum Molinier 37

Macchia mediterranea alta acidofila ad Erica arborea.

Sulla duna antica e nelle radure delle sugherete.

BOSCHI A CADUCIFOGLIE E MACCHIE CORRELATE

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

Boschi e cepuglieti temperati a caducifoglie.

Prunetalia spinosae Tx. 1952

Ordine comprendente cespuglieti di margine dei boschi a caducifoglie centroeuropei.

Pruno-Rubion ulmifolii de Bolos 1954

Rappresenta l'alleanza meno continentale e a maggiore impronta mediterranea dei Prunetalia spinosae.

Pruno-Crataegetum Hueck 1931

Mantello del bosco a caducifoglie.

Particolarmente diffuso a Valle Renaro, Valle Carbonara e lungo le strade di Capocotta.

Nuclei sparsi nelle radure delle cerrete di tutta la tenuta.

Quercetalia pubescentis Br.-Bl. 1931

Foreste xerotermofile europee.

Quercion frainetto Horvat 1954

Querceto caducifoglio a baricentro orientale con areale secondario nell'Italia centromeridionale.

Echinopo-Quercetum frainetto Blasi e Paura 1993

Querceto tirrenico caducifoglio a cerro e farnetto su substrato da subacido ad acido.

Echinopo-Quercetum frainetto carpinetosum subassociazione con strato dominato a Carpinus orientalis.

Comprensorio Tellinaro-Piscina Colonna-Capocotta, Comprensorio Valle Carbonara-Grotta Romagnola-Santo Quercio. Piscine della Dogana.

Echinopo-Quercetum frainetto *ericetosum* subassociazione ad Erica arborea e specie dei Ouercetea ilicis.

Comprensorio Poggio dei Corsi-Camilletto-Piscina Chiara, Comprensorio Valle Carbonara-Grotta Romagnola-Santo Quercio, Figano e Spagnoletta.

Fagetalia sylvaticae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallich 1928

Foreste a caducifoglie di paesi a clima temperato-umido.

Carpinion betuli Issler 1931

Foreste di latifoglie mesofile su suoli fertili con presenza di Carpini.

Lauro-Carpinetum betuli Lucchese, Pignatti 1991

Boschi igrotermofili di forra a Laurus nobilis e Carpinus betulus.

Valle Carbonara, Grotta Romagnola.

Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum Marineck et al. 1982

Bosco misto di Farnia e Carpino su suoli alluvionali profondi a falda freatica superficiale.

Grotta Romagnola, valle Renaro.

Querco-Ulmetum Issler 1924

Bosco igrofilo a Farnia e Olmo soggetto a periodiche inondazioni.

Fosso dei Muraccioli, Tellinaro, Cioccati.

Alnion incanae Pawlowski in Pawlowski, Sokolowski et Wallich 1928

(= Alno-Ulmion Br.-Bl. et Tx. 1943)

Alleanza che include le associazioni forestali degli ambienti umidi, frequentemente inondati. In posizione intermedia tra il Carpinion ed i Populetalia albae.

Carici remotae-Fraxinetum Koch ex Faber 1936

Bosco di frassino a Fraxinus oxycarpa su alvei fluviali, bordi stagni, zone periodicamente inondate.

Zone umide di risorgive a Capocotta, Piscina Bassana, Strada del telefono.

Populetalia albae Br.-Bl.1931

Boschi alveali a Populus sp. soggetti a frequenti inondazioni. Hanno carattere azonale.

Populion albae Br.-Bl. 1931

Populetum albae Tchou Yen-Cheng 1949

(incl. Salicetum albae Issl.26)

Bosco ripariale su suoli freschi limoso sabbiosi. Frammentario e disturbato. Zone umide Scopone, Colonnacce, Camilletto, Tor Paterno, Ortaccio, Ponte Ruffo.

RIMBOSCHIMENTI

Rimboschimenti a Pinus pinea

Pinete artificiali su duna antica caratterizzate da estrema povertà del sottobosco. Se abbandonate tendono ad evolvere verso la lecceta. Estesi rimboschimenti nella parte centrale della Tenuta e nella zona della radura del Pastore a Capocotta.

Rimboschimenti a Eucalyptus sp.

Boschetti radi con elevata presenza di specie dei Prunetalia.

Bufolareccia, Valle dell'Oro, Casale Cassa, Casale Trasfusa.

Rimboschimenti con specie dei Querco-Fagetea

Essenzialmente a Quercus frainetto, Q. cerris e Q. pubescens a seconda del disturbo si presentano legati alle praterie o ai Prunetalia. Su terreni ricchi tendono ad evolvere verso i querceti naturali.

Santola, Casaletto, Campo Bufalaro.

Rimboschimenti con specie dei Quercetea ilicis

Soprattutto a Quercus suber. A seconda delle condizioni climatiche tendono verso la lecceta o verso il prebosco a rovi.

Nei pressi del Borgo di Castelporziano, Valle Carbonara, la Mortellara.

CONCLUSIONI

Senza scendere nello specifico delle singole formazioni vegetali si può analizzare il dato generico che evidenzia un elevato numero di associazioni vegetali, indice di una situazione ambientale di alta biodiversità: i fattori cardine di tale diversità biologica sono da individuare nella variazione della profondità della falda acquifera, nelle proprietà fisico-chimiche del substrato, nel gradiente microclimatico variabile dal mare verso l'entroterra ed infine nelle numerose attività antropiche passate ed attuali.

BIBLIOGRAFIA

- 1. ANZALONE B., 1984, Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio Quaderno Lazionatura n. 5, Regione Lazio, Società Botanica Italiana.
- 2. ANZALONE B., LATTANZI E., LUCCHESE F., 1990, La flora della tenuta di Castelporziano (Roma) Accademia Nazionale dei Lincei, quad. n. 264: 133-218.
- 3. BLASI C., DOWGIALLO G., FOLLIERI M., LUCCHESE F., MAGRI D., PIGNATTI S., SADORI L., 1995, *La vegetazione naturale potenziale dell'area romana* in "La Vegetazione Italiana", Atti dei Convegni Lincei 115: 423-457. Acc. Naz. Linc. Roma.
- 4. BLASI C., FABOZZI C., FORTINI P., SCOPPOLA A., 1997, Lista dei sintaxa segnalati per la regione Lazio, Fitosociologia 33: 67-74.
- 5. BRUNO F., 1980, Carta della vegetazione della tenuta di Castel porziano. C.N.R. Coll. Progr. Final. Promozione della qualità dell'ambiente. AQ/1/36.
- 6. GEHU J.M., BIONDI E., 1996, Synoptique des associations vegetales du littoral adriatique italien Giorn. Bot. it. 130 (1): 257-269.
- 7. GISOTTI G., COLLAMARINI D., 1982, Suolo e vegetazione nella tenuta di Castelporziano Genio Rurale 45 n. 9: 35-56.
- 8. GRATANI L., AMADORI M., VERI L., 1982, A preliminary study of the maquis at Castelporziano (Lazio) structure and biomass with the use of the phytosociogical table. Ann. Bot. (Roma) 40: 163-177.
- 9. GRATANI L., MARINUCCI C., 1985, La tenuta di Castelporziano Natura e Montagna 1: 53-60.
- 10. LUCCHESE F., PIGNATTI S., 1987a, Moenchio-Tuberarietum guttatae: una nuova associazione delle sabbie silicee del Lazio. Ann. Bot. XLV, suppl. 5 studi sul territorio: 31-47.
- 11. LUCCHESE F., PIGNATTI S., 1987b, Sguardo sulla vegetazione del Lazio marittimo Accademia Nazionale dei Lincei, quad. n. 264: 5-48.
- 12. NAPOLEONE I., 1970-71, Osservazioni sulla flora e vegetazione delle dune di Castelporziano (Roma) Ann. Bot. XXX: 33-47.
- 13. PETRICCIONE B., PANI F., 1990, Primo contributo alla conoscenza sintassonomica dei boschi igrofili del Lazio. Ann. Bot. (Roma) 48 (suppl.7): 125-154.
- 14. PIGNATTI E., PIGNATTI G., 1995, Der steineichenwald von Castelporziano (the evergreen oak forest of Castelporziano) Santeria 6: 83-98.
- 15. 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.
- 16. PIGNATTI S., 1957, *Geobotanica* in CAPPELLETTI, "Trattato di Botanica", UTET, parte I pp. 801-997.
- 17. PIGNATTI S., 1982, Flora d'Italia, 3 volumi, Edagricole, Bologna.
- 18. PIGNATTI S., 1995a, *Biodiversità della vegetazione mediterranea* in "La Vegetazione Italiana", Atti dei Convegni Lincei 115: 7-32. Acc. Naz. Linc. Roma.
- 19. PIGNATTI S., 1995b, Vegetazione in AA.VV., 1995, "Ecologia Vegetale" cap. 6, pp. 69-95 ed. UTET.
- 20. PIGNATTI S., PIGNATTI WIKUS E., 1987, Le cenosi a cerro e frainetto della penisola e della Sicilia Not. Soc. Fitosoc. It. 23: 107-124.
- 21. PIROLA A., 1970, Elementi di fitosociologia Edizioni CLUEB. Bologna.
- 22. POLDINI L., 1989, "La vegetazione del Carso Isontino e Triestino" (studio del paesaggio vegetale fra Trieste, Gorizia e i territori adiacenti). ed. Lint, Trieste.
- 23. RIVAS-MARTINEZ S., COSTA M., CASTROVEJO S., VALDES E., 1980, Vegetacion de Doñana (Huelva, España), Lazaroa vol. 2.
- 24. RIVAS-MARTINEZ S., FERNANDEZ-GONZALEZ F., LOIDI J., 1998, Check-list of the high syntaxa of Spain and continental Portugal (Iberian Peninsula, Balearic and Canary Islands) Folia Botanica Matritensis 17: 1-23.
- 25. TUTIN T.G. et al., 1968-76, Flora Europaea 5 vol. ed. Cambridge.
- 26. WESTHOFF V., VAN DER MAAREL E., 1978, *The Braun-Blanquet approach* in WHITTAKER R.H., 1978, "Handbook of vegetation science". Dr W. Junk B.V. publisher The Hague.

GRUPPO DI LAVORO	VEGETAZIONE
TITOLO DELLA RICERCA	Componente Vegetazionale dell'Ecosistema di Castelporziano
RESPONSABILE	Prof. A. Pignatti
UNITA' OPERATIVA	Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" - Roma

CONCLUSIONI

Gli articoli qui riportati rappresentano soltanto una parte del lavoro effettuato dalle unità operative del gruppo Vegetazione. Essi tuttavia sono sufficienti per dare un quadro della ricchezza di tematiche scientifiche e della complessità di quanto è stato svolto durante l'anno conclusosi. Altre ricerche sono tuttora in corso, ed è prevedibile che nella fase finale saranno disponibili anche i risultati sperimentali delle unità operative che non hanno partecipato a questo fascicolo.

A questo punto si presentano due temi di lavoro, che riteniamo particolarmente qualificanti per la fase finale della ricerca: coordinamento tra i risultati dei vari gruppi e preparazione di testi per la pubblicizzazione.

L'attività del SITAC è stata prevista allo scopo di dare un fondamento solido al lavoro di correlazione tra i risultati dei vari gruppi che stanno analizzando le condizioni ecologiche della Tenuta. Un primo progresso è stato realizzato in occasione della relazione svolta al Quirinale il 19 marzo 1999. In particolare, la nuova carta della vegetazione, realizzata dal gruppo in collaborazione con il SITAC, rappresenta un documento che in prospettiva può avere una fondamentale funzione unificante. Tuttavia un approfondimento ulteriore appare necessario. D'altra parte i risultati raggiunti da ciascun gruppo hanno ormai un tale grado di approfondimento analitico, che risulta chiaramente impossibile renderli accessibili a tutti fino al livello di massimo dettaglio. Si tratta dunque di inventare un livello intermedio, che renda disponibili a tutti la filosofia delle singole ricerche ed i risultati più rilevanti, che possono esser di stimolo per comparazioni ed incroci. La strada della interdisciplinarità, spesso conclamata, diviene molto difficile quando si cerca di realizzarla nella realtà obbiettiva.

Anche la diffusione dei risultati presenta problemi che vanno approfonditi. Castelporziano sta diventando quello che probabilmente è - in assoluto - l'ambiente meglio conosciuto dell'intero bacino mediterraneo, paragonabile al Solling rilevato nel quadro IBP in Germania. Non si tratta di pubblicare una serie di monografie, che comunque sarebbero un degno coronamento dello sforzo di tanti studiosi, ma di ricavarne le corrette conclusioni, generalizzabili per interessi più vasti. Uno sforzo va anche tentato verso l'uso dei moderni sistemi multimediali. Si apre dunque un capitolo nuovo, che richiederà uno sforzo ulteriore, e che tuttavia propone prospettive avvincenti.

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

FAUNA

Responsabili: Prof. Alberto Fanfani, Dott. Silvano Toso

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" - Roma P. Andisio, M. Bazzanti A. Fanfani, O. Ferrara, G. Margaritora, L. Mastrantuono, G. Mura, E. Piattella, M. Seminara, C. Utzeri, A. Vigna Taglianti

Istituto di Igiene "G. Sanarelli" - Università "La Sapienza" - Roma E. Adorisio, A. Conte, L. Sebastiani Annicchiarico

Università "Tor Vergata" - Roma G. Carchini

INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica - Bologna S. Focardi, S. Toso

Dipartimento di Biologia - Università degli Studi "Roma Tre" - Roma M. Bologna, G.M. Carpaneto

Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma A. Tinelli, G. Landucci, P. Ruda, S. Taddei

ENEA inn-amm - C.R. Casaccia - Roma
L. Pietrelli



GRUPPO DI LAVORO

FAUNA

II Monitoraggio della Fauna

RESPONSABILE

Prof. A. Fanfani

UNITA' OPERATIVA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo --

Università "La Sapienza" - Roma

INTRODUZIONE

Ormai quasi al termine dei cinque anni di ricerca previsti dal Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta la mole dei dati raccolti, dagli oltre cento ricercatori che hanno fatto capo al Gruppo di Lavoro Fauna, ci deve far riflettere sul fatto che per la prima volta le presenze faunistiche studiate sono state considerate non solo come emergenze interessanti per la ricerca scientifica pura, ma anche come indicatori utili, integrati ai dati raccolti dagli altri Gruppi di Lavoro, per il mantenimento della biodiversità ambientale di Castelporziano.

I dati di queste ricerche, quindi, non studio fine a se stesso, ma strumento indispensabile per gestire nella maniera più equilibrata la Tenuta, valorizzando le aree a maggiore biodiversità, curando le più soggette a possibile deterioramento, preservando da interventi quelle ove la presenza delle emergenze faunistiche sia precaria.

Nell'ambito degli studi indispensabili al SITAC, più che mai appare l'importanza delle piscine, come serie di biotopi differenti che caratterizzano, in modo veramente significativo, uno degli ultimi ecosistemi compositi ben conservati di ambiente costiero mediterraneo.

La trattazione dei diversi aspetti faunistici della Tenuta mette in evidenza le specie più indicative e gli ambienti ove si trovano, ai quali certamente la Direzione della Tenuta nella sua opera di gestione dovrà porre particolare attenzione, sia nella gestione moderata e appropriata sia, in caso estremo, nella completa salvaguardia che eviti ogni manomissione.

Le ricerche faunistiche nella Tenuta quindi hanno messo in luce la presenza di aree degne di particolare protezione nelle quali gli interventi da operarsi, nel caso, dovranno essere ben ponderati.

- I. Il censimento completo e la cartografia di tutte le piscine (temporanee e permanenti), attualmente portati a termine, con lo studio delle specie animali legate a questi ambienti, mettono sempre più in risalto la loro importanza naturalistica. Pertanto, fermo restando la protezione già stabilita per questi biotopi dal passato Piano di gestione, si propone proprio per garantire una loro più completa salvaguardia di fissare una corona circostante l'invaso di raggio adeguato, ove la vegetazione naturale non venga in alcun modo alterata.
- II. Si ribadisce l'importanza e quindi le norme di protezione già stabilite per l'area delimitata dalle vie di Tor Paterno, del Telefono, e delle Riserve Nuove, infatti con la continuazione e lo sviluppo delle ricerche faunistiche sempre maggiore si rivela l'importanza di quest'area, soprattutto per la biologia degli Ungulati.
- III. Si ribadisce l'importanza dei laghi costieri di Tor Paterno e dell'area circostante per l'avifauna migratoria e stanziale, con la massima attenzione alla salvaguardia del canneto e , più in generale, della vegetazione ripariale.

Gli studi sull'avifauna nidificante, sia essa stanziale o migratoria, e di passo hanno rivelato che alcune aree della Tenuta meritano particolare attenzione e ogni intervento futuro, che in qualche modo potrebbe alterare l'equilibrio vegetazione-fauna di queste aree, dovrà essere preventivamente analizzato con grande accuratezza.

- A. L'Allocco, specie tipicamente di aree boscate, con concentrazione tra le più alte d'Europa, è presente particolarmente al Piscinale, Tor Paterno, Grotta Romagnola e Scopone.
- B. Il Barbagianni, proprio per le sue necessità di nidificazione in ruderi e in casali soprattutto abbandonati, merita attenzione, pertanto ogni intervento di restauro o abbattimento di edifici presenti in Tenuta dovrà essere preventivamente analizzato.
- C. La Civetta, specie presente con distribuzione non uniforme, meno abbondante, sembra più legata ad ambienti aperti (Colle dei Contumaci, Santola, Trafusa).

Dagli studi in corso queste tre specie di uccelli, particolarmente Allocco e Barbagianni, dimostrano di avere una grande importanza per la valutazione delle comunità di micromammiferi e chirotteri presenti in Tenuta, dei quali ancora non si conosce molto.

- D. Particolare attenzione merita la Rondine, presente in Tenuta con tre nuclei nidificanti piuttosto piccoli di 10, 12 e 17 coppie. Questa specie è in calo numerico un po' ovunque in Europa, pertanto proprio per le sue particolari esigenze ecologiche si richiede che ogni intervento di manutenzione ordinaria o straordinaria di siti ove nidifica venga preventivamente autorizzato da esperti che fanno capo all'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica.
- E. Le ricerche in corso sul Nibbio bruno hanno confermato i risultati ottenuti negli anni passati. L'area interessante per la nidificazione rimane quella compresa tra la Spagnoletta, Malafede e Malpasso. Quest'anno in quest'area sono state osservate 8 coppie nidificanti certe (Colle dei Contumaci, Valle Renaro) più altre 7 probabili. In totale la popolazione di Nibbi che insiste in quest'area, tramite le osservazioni fatte nei dormitori, dovrebbe essere di 35 esemplari non riproduttivi più 44 in riproduzione (2 dormitori lungo la strada per Valle Renaro da Colle dei Contumaci).
 - Altra presenza significativa è la Poiana, stanziale e regolarmente nidificante in Tenuta con alcune coppie, più distribuita in considerazione del carattere territoriale. La specie è presente a Valle dell'Oro, Ortaccio-Grotta Romagnola, La Santola.
 - Probabile la presenza, come specie nidificante con una coppia, del Biancone nell'area del Tellinaro tra Capocotta e Castelporziano.
 - Proprio in considerazione della biologia di questi Rapaci si raccomanda nelle aree ove le specie sono segnalate di rispettare i grandi alberi ove sono presenti i nidi, anche vecchi, poiché vengono riutilizzati per più anni, nonché alberi e grandi rami secchi che sono regolarmente usati come posatoi.
- F. Le ricerche sui Caradriformi: Fratino e Corriere piccolo, mettono in rilievo la grande importanza della fascia dunale verso mare ove queste specie nidificano. Si ricorda che queste specie: nel Lazio, in Italia e più in generale in Europa, sono in declino; tra le cause principali c'è l'antropizzazione invasiva della fascia costiera. Pertanto anche qui a Castelporziano, una delle poche aree laziali di nidificazione, si raccomanda che particolarmente nel periodo della nidificazione, che avviene al suolo, il disturbo venga ridotto al minimo e si incentivino le protezioni artificiali dei siti per allontanare anche il pericolo della predazione sui nidiacei.

Gli studi sull'entomofauna presente in Tenuta hanno permesso di identificare circa mille specie di insetti, alcune di grandissimo interesse scientifico per le loro caratteristiche relittuali uniche nel Lazio o in gran parte della penisola.

Pertanto si chiede di porre la massima attenzione nel conservare intoccata, in ogni suo elemento, specialmente alberi morti e in disfacimento, la vegetazione igrofila a Ponte della Focetta e nell'area compresa tra Ponte Ruffo, Trafusina e Le Grotte. Altre località di interesse entomologico sono: Grotta Romagnola, Valle Renaro, Ponte Guidone, nonché i vasti comprensori di Capocotta e delle dune litoranee. Gli interventi di gestioni da attuarsi in queste aree dovranno tenere sempre conto dei danni che eventualmente la comunità di insetti potrebbe ricevere.

Per una migliore divulgazione delle conoscenze zoologiche e botaniche della Tenuta sarebbe auspicabile che una parte del Casale a Colle dei Contumaci venga restaurata con lo scopo di adibirla a Museo naturalistico.

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA Aspetti Igienico-Sanitari delle Acque delle "Piscine" di

Castelporziano: Indagine Preliminare

RESPONSABILE Prof. E. Adorisio

UNITA' OPERATIVA Istituto di Igiene "G. Sanarelli" - Università "La Sapienza"

- Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA E. Adorisio, A. Conte, L. Sebastiani Annicchiarico

Nell'ambito di ricerche attinenti l'ecologia delle acque interne laziali per una maggior conoscenza delle comunità faunistiche e floristiche di piccoli bacini situati in zone non antropizzate, sono da tempo allo studio le "piscine" di Castelporziano. Queste particolari raccolte di acqua, temporanee o permanenti, essendo frequentate da animali allo stato brado, possono essere un problema di sanità pubblica per il ciclo di alcuni tipi di microrganismi responsabili di infezioni umane.

La flora microbica dei bacini lentici é alquanto varia comprende infatti sia forme autoctone, sia provenienti dall'ambiente urbano; tra i microrganismi ambientali che normalmente si sviluppano a +22°C ve ne sono alcuni capaci di adattarsi a temperature superiori e di determinare, in particolari condizioni,

patologie nell'uomo e negli animali.

Data la possibilità, dunque, che le acque possano determinare condizioni di rischio per la salute, si è voluto valutare l'aspetto igienico-sanitario delle "piscine", ricercando gli indicatori di contaminazione fecale e tra i microrganismi che riconoscono un ciclo nell'ambiente naturale, la *Legionella pneumophila*, risultata in questi ultimi anni causa di forme morbose nell'uomo, la *Listeria monocytogenes* agente eziologico della Listeriosi e la *Yersinia enterocolitica* microrganismo responsabile di varie manifestazioni patologiche.

Sono state esaminate, con andamento stagionale, le acque di tre "piscine": una temporanea T48, denominata Infermeria, e due permanenti P12 e P17 dette rispettivamente dei Cinghiali e dei Cioccati. Allo scopo di mettere in evidenza i diversi tipi di microbizzazione, sono stati ricercati: gli eterotrofi, sia quelli che si sviluppano in laboratorio alla temperatura di +22°C che quelli che si sviluppano a +37°C, temperatura quest'ultima caratteristica degli omeotermi, e gli autotrofi, microrganismi in grado di utilizzare, quale fonte di carbonio per la sintesi di composti organici più complessi, l'anidride carbonica dell'atmosfera e pertanto presenti normalmente nell'ambiente naturale. Sono stati inoltre ricercati gli indicatori di contaminazione batterici e virali. I microrganismi patogeni presenti nell'habitat naturale non sono molto numerosi ed inoltre, avendo una scarsa adattabilità all'ambiente esterno, mantengono la loro vitalità nell'acqua per tempi molto brevi. La loro ricerca quindi può dare, anche se presenti, esito negativo pertanto per il loro evidenziamento, si ricorre alla ricerca di microrganismi abituali della flora intestinale, quali Coliformi totali, Coliformi fecali (Escherichia coli) e Streptococchi fecali presenti nelle feci in quantità superiore agli eventuali patogeni e caratterizzati da una maggiore resistenza all'ambiente esterno e da una più lunga vitalità nelle acque. Infine si ricorre alla ricerca di indicatori virali quali i colifagi, batteriofagi che infettano il batterio Escherichia coli, per una stima della possibile sopravvivenza nell'ambiente idrico dei virus, essendo essi stessi delle unità virali.

Per quanto riguarda i batteri ambientali opportunisti e lo studio del loro ciclo naturale sono stati indagati i microrganismi del genere Legionella, Listeria e Yersinia.

La Legionella pneumophila, è tra le Legionellae la specie di maggior importanza in quanto responsabile della "Malattia dei Legionari", altre specie sono la L. micdadei, la L. feeley, la L. bozemanii, la L. jordanis e la L. hackeliae. Per quanto riguarda la diffusione, gli studi epidemiologici hanno evidenziato che la maggioranza delle specie é stata isolata sia dall'ambiente che da prodotti di origine umana (essudati, sangue, ecc.) e solo alcune specie (L. gormanii, L. anisa ed altre) sono risultate essere esclusivamente ambientali. Le legionelle hanno il loro habitat in molti ecosistemi acquatici quali ambienti lacustri, corsi d'acqua, fonti termali, impianti di condizionamento dell'aria e sistemi di distribuzione idrica degli edifici. La capacità di riprodursi nell'ambiente, in contrasto con l'estrema difficoltà di crescita sui terreni artificiali di coltura, potrebbe essere spiegata dai rapporti mutualistici che intrattiene con alcune specie di alghe verdi-azzurre d'acqua dolce (Cyanobacteria fischerella), oppure da

una relazione simbiotica con le amebe, che fornirebbero un "pabulum" e rappresenterebbero il veicolo di trasmissione delle *Legionellae*.

La Listeria monocytogenes, come tutte le diverse specie di Listeria è un microrganismo ampiamente diffuso nell'ambiente, con habitat naturale nel suolo e nell'acqua, ai quali giunge tramite le feci di animali infetti. L'uomo può contrarre l'infezione per via alimentare, in seguito all'ingestione di cibi animali o vegetali contaminati, oppure per via aerea. Per l'ampia diffusione del microrganismo in natura, nonché per le possibilità di crescita e sopravvivenza in un vasto range di temperatura, la listeriosi interessa un'estrema varietà di esseri viventi, dall'uomo a varie specie di mammiferi, uccelli, pesci, crostacei, mosche e zecche; pertanto questa infezione é stata ritenuta per molto tempo una "antropozonosi". La Listeria monocytogenes é stata frequentemente isolata da campioni di terreno, dai foraggi e dalle acque superficiali.

La Yersinia enterocolitica, con altre specie di Yersinia è responsabile di malattie trasmissibili soprattutto per via alimentare, per ingestione acque contaminate, per contagio interumano o da piccoli animali domestici e da allevamento. Il ruolo dell'ambiente nella catena epidemiologica che caratterizza l'infezione da Yersiniae é ancora oggi oggetto di studio. Uno fra gli ambienti più studiati é quello idrico e numerosi sono i dati riportati in letteratura interessanti una vasta gamma di paesi. Per quanto riguarda l'Italia, la Yersinia enterocolitica é stata isolata nelle acque del Po, nelle acque del lago Maggiore e nelle acque superficiali e nei sedimenti marini intorno a Roma.

I risultati dell'indagine indicati nella tabella permettono di rilevare quanto segue. La carica dei microrganismi eterotrofi, capaci di svilupparsi a +22°C e quindi tipicamente ambientali, ha presentato nei tre punti di prelievo, valori da 10³ a 10⁶ (microrg./100 ml), con la maggioranza dei valori dell'ordine di 10⁴. I microrganismi più facilmente adattabili alle temperature degli omeotermi, sia animali che umani, capaci quindi di svilupparsi a +37°C, pur mostrando valori lievemente inferiori a quelli degli eterotrofi che si sviluppano a +22°C, hanno presentato valori da 10² a 10⁶ (microrg./100 ml.) Per quanto attiene i microrganismi autotrofi, capaci di utilizzare sostanze inorganiche per il loro metabolismo e di svilupparsi e moltiplicarsi ad una temperatura di +22°C, si può notare che non hanno mai raggiunto valori di 10⁶ ma le cariche microbiche hanno presentato quasi sempre valori di 10⁴ con un range da 10³ a 10⁵ (microrg./100 ml).

Per quanto attiene gli indicatori batterici di contaminazione fecale hanno presentato valori decrescenti dai coliformi totali, ai coliformi fecali e quindi agli streptococchi fecali. In particolare i coliformi totali hanno presentato valori dell'ordine di 10-10⁴ per 100 ml di acqua, i coliformi fecali valori da 10 a 10³ ed infine gli streptococchi fecali, valori molto bassi, da 10 a 10³. Gli indicatori virali, non sono stati mai reperiti, d'altronde con la metodica utilizzata è possibile evidenziare i colifagi solo se i coliformi fecali raggiungono cariche elevate. Comunque i valori degli indicatori di contaminazione sia batterici che virali rinvenuti nelle "piscine" sono decisamente inferiori a quelli delle acque superficiali fluviali e marine, studiate in anni precedenti (Tabella 1), e soltanto di poco superiori a quelli notoriamente ammessi per le acque di balneazione.

I particolari microrganismi, indagati al fine di mettere in evidenza soprattutto il loro ciclo nell'ambiente, sono risultati quasi sempre assenti in 1000 ml di acqua; assenti i microrganismi del genere *Legionella* e *Listeria*, presente la *Yersinia enterocolitica* solo in alcuni prelievi invernali con temperature ambientali molto basse; sempre in inverno, e precisamente nel mese di gennaio, è stata rilevata la presenza di *Y. Fredericksenii*; tuttavia i reperimenti finora effettuati sono troppo scarsi per fornire informazioni precise sulla circolazione di questi microrganismi.

Per quanto esposto si può quindi concludere che, da un punto di vista igienico, le condizioni delle acque studiate non costituiscono, data anche la loro utilizzazione, fonte di pericolo per la salute dell'uomo e degli animali. Per quanto attiene lo studio riguardante il ciclo naturale dei microrganismi, le indagini finora eseguite costituiscono soltanto un approccio, una prima base di monitoraggio non sufficiente a fornire indicazioni esaustive sul ruolo di tali ambienti quali serbatoi naturali di microrganismi. Pertanto, nei prossimi anni, si potranno continuare, sulla base dei dati acquisiti, le indagini su un numero più elevato di biotopi temporanei e permanenti della Tenuta anche in momenti diversi, allo scopo di individuare soprattutto le variazioni qualitative e quantitative delle flore microbiche in relazione alle diverse condizioni meteorologiche.

Gli autori ringraziano sentitamente per la loro preziosa collaborazione, M.L. Leone, G. Milana, E. Stramazzotti.

Piscine	Data	Eterotrofi	Eterotrofi	Autotrofi	Coliformi	Coliformi	Streptococ
	prelievo	+22°	+37°	+22°	totali	fecali	hi fecali
		ufc/100ml	ufc/100ml	ufc/100ml	ufc/100ml	ufc/100ml	ufc/100m
	apr-97	1,6 x 10 ⁴	1.8×10^3	$3,9 \times 10^4$	$1,5 \times 10^2$	5,0 x 10	1,0 x 10
	gen-98	4,2 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴	3,8 x 10 ⁴	$1,0 \times 10^3$	1.0×10^2	1,5 x 10
T48	feb-98	9,0 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁴	3,2 x 10 ⁴	$2,5 \times 10^4$	4,0 x 10	1,0 x 10
	lug-98	2,3 x 10 ⁶	1,6 x 10 ⁶	5,8 x 10 ⁵	4,3 x 10 ³	$2,5 \times 10^3$	3,0 x 10
	nov-98	$2,0 \times 10^4$	4.0×10^5	2.5×10^5	9,2 x 10	5,5 x 10	4,0 x 10
	apr-97	3.0×10^5	2,0 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁵	4.0×10^3	1,8 x 10 ³	2,0 x 10
	lug-97	1,6 x 10 ⁴	$3,2 \times 10^3$	2,9 x 10 ⁴	$2,9 \times 10^3$	1,3 x 10 ³	8,0 x 10
DIO	gen-98	1,4 x 10 ⁴	$2,5 \times 10^3$	1,6 x 10 ⁴	1,0 x 10 ²	1,5 x 10	1,0 x 10
P12	feb-98	3,2 x 10 ⁴	1,2 x 10 ⁴	2,1 x 10 ⁴	2,2 x 10 ²	1,8 x 10 ²	3,7 x 10
	lug-98	2,1 x 10 ⁵	2,9 x 10 ⁴	2,4 x 10 ⁴	4,0 x 10	1,0 x 10	1,0 x 10
	nov-98	1.0×10^4	2,4 x 10 ⁴	6.0×10^3	6,2 x 10	5,7 x 10	1,0 x 10
	apr-97	1,7 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁴	2,5 x 10 ⁴	1,2 x 10 ³	5,0 x 10	1,8 x 10
	lug-97	3,4 x 10 ⁴	4,4 x 10 ⁴	1,5 x 10 ⁴	8,2 x 10 ³	1,8 x 10	6,0 x 10
D17	gen-98	8,8 x 10 ³	1,2 x 10 ⁴	1,0 x 10 ⁴	1,0 x 10 ²	1,0 x 10	1,0 x 10
P17	feb-98	1,2 x 10 ⁴	$3,0 \times 10^2$	1,7 x 10 ⁴	2,0 x 10	1,0 x 10	1,0 x 10
	lug-98	2,8 x 10 ⁵	2,0 x 10 ⁵	1,2 x 10 ⁵	7,0 x 10	2,0 x 10	2,0 x 10
	nov-98	1,5 x 10 ⁴	1,9 x 10 ⁴	1,8 x 10 ⁴	3.8×10^{2}	$2,2 \times 10^2$	1,0 x 10
Acque fluviali	*	1,3 x 10 ⁸	5,8 x 10 ⁷	4,3 x 10 ⁷	2,3 x 10 ⁶	2,8 x 10 ⁵	1,6 x 10
Acque marine	*	4,7 x 10 ⁶	8,5 x 10 ⁵	9,0 x 10 ⁵	3,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	4,0 x 10

^{*}Valori medi relativi ai microrganismi evidenziati in precedenti indagini condotte nell'Istituto di Igiene.

Tab. 1. Microrganismi presenti nelle acque delle "piscine".

BIBLIOGRAFIA

- 1. D'Arca Simonetti A., Annicchiarico Sebastiani L., Bellante De Martiis G., Nugari M.P. Riflessi dell'inquinamento del Tevere sulla flora idrica autoctona. Rilievi effettuati lungo il corso del fiume e nello specchio di mare antistante la foce. Nuovi Ann. Ig. e Microb. 30, 1-17, 1979.
- 2. Pagnotta R., La Noce T., Bellante G., Sebastiani L. Microbiological characteristics of coastal Waters Surrounding the Tiber River Mouth. Workshop on Pollution of the Mediterranean I.C.S.E.M./U.N.E.P. Cagliari, Ottobre 9-13 1980.
- 3. Sebastiani Annicchiarico L. Simonetti D'Arca A., Caruso M.C., Pagnotta R. Flore terrestri ed autoctone nell'ambiente marino: studio simultaneo nei sedimenti e nelle acque sovrastanti. Nuovi Ann. Ig. e Microb. 33, 853, 1982.
- Sebastiani Annicchiarico L., Simonetti D'Arca A., Mastroeni I., Audino M.C. Diffusione della Yersinia enterocolitica nell'ambiente fluviale e marino intorno a Roma. Nuovi Ann. Ig. Microb. 35, 2, 1983.
- 5. Sebastiani Annicchiarico L. Pagnotta R., Caravaglio N., Paparo M.G. Colifagi indicatori virali di contaminazione. Ann. Ig. Med. Prev. e di Comunità I, 6, 1075, 1989.
- M. Bazzanti, O. Ferrara, F.G. Margaritora, M. Seminara, L. Tolomeo, E. Adorisio, A.L. De Cicco, L. Sebastiani Annicchiarico, E. Cardarelli. "Limnologia dei laghi urbani di Roma: caratteristiche fisico-chimiche e biologiche e valutazione della loro qualità ambientale". Riv. Idrobiol. 33: 82-104; 1994.

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA Gli Ambienti Temporanei della Tenuta di Castelporziano:

Nuovo Censimento e Distribuzione

RESPONSABILE Prof. G. Mura

UNITA' OPERATIVE Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo

Università "La Sapienza" - Roma

Tenuta Presidenziale di Castelporziano

PARTECIPANTI ALLA RICERCA P. Zarattini, P. Ruda, C. Tonelli, G. Mura

INTRODUZIONE

Uno degli aspetti più interessanti delle raccolte di acque astatiche che caratterizzano la Tenuta Presidenziale di Castelporziano, è rappresentato dalla composizione delle biocenosi zooplanctoniche, ed in particolare dalla presenza da tempo accertata di *Chirocephalus kerkyrensis*, crostaceo anostraco associato ai biotopi di foresta planiziaria, originario dell'isola di Corfù (Stephanides, 1948), e sino ad oggi rinvenuto esclusivamente nel Lazio a sud di Roma (Stella, 1963; Stella e Margaritora, 1968; Cottarelli e Mura, 1979; Mura e Cottarelli, 1984; Mura e Rinaldi, 1986).

A Castelporziano questa specie è associata alla congenere *C. diaphanus* caratterizzata da ampia valenza ecologica, e colonizzatrice esclusiva degli ambienti temporanei di foresta planiziaria a nord di Roma, ma assente da quelli che *C. kerkyrensis* occupa nella pianura Pontina (Mura et al., 1987).

Da un iniziale censimento effettuato in Tenuta nel 1984, *C. kerkyrensis* risultava la specie dominante. Dei 53 bacini rinvenuti, infatti, 27 risultavano occupati dal solo *C. kerkyrensis*, 10 ospitavano le due specie in associazione, mentre *C. diaphanus* era rinvenuto singolarmente in soli 4 bacini (Mura e Cottarelli, 1984).

Negli anni successivi, la rivisitazione di alcuni dei biotopi studiati in precedenza sembrava rivelare una certa tendenza all'espansione da parte di quest'ultima specie, ritenuta la meno esigente.

Allo scopo di acquisire ulteriori informazioni sulla presenza dei due Chirocefali, e di evidenziare eventuali modificazioni nella loro distribuzione, abbiamo recentemente effettuato (a distanza di 14 anni dalle prime indagini) un nuovo e più approfondito censimento delle raccolte d'acqua temporanee esistenti in Tenuta, rilevando nel contempo informazioni sulla presenza/assenza degli anostraci.

MATERIALI E METODI

Il nostro studio è consistito nella verifica della posizione e delle caratteristiche dei bacini precedentemente individuati, nonché nella schedatura e mappatura di quelli non ancora noti, allo scopo di realizzare una carta aggiornata degli ambienti temporanei della Tenuta, fornendo nel contempo notizie sulla distribuzione delle due specie di anostraci presenti.

Tale scopo è stato raggiunto mediante ispezioni periodiche, compiute dal tardo autunno alla primavera del 1996/97, ripetute poi nel periodo corrispondente dell'anno successivo, per riuscire ad acquisire il maggior numero di dati possibile sulla distribuzione degli anostraci, non sempre risultati presenti nelle diverse occasioni, in relazione a differenze nel ciclo idrologico dei vari bacini.

RISULTATI

Alla fine di una lunga quanto faticosa indagine, le raccolte di acque temporanee della Tenuta sono risultate assai più numerose rispetto al precedente censimento del 1984.

Oltre alle 53 già note (Figura 1), sono state infatti rinvenute altre 53 pozze, la cui distribuzione è illustrata in Fig. 2.

Come è evidente anche dalla Tabella 1, fra i bacini censiti nel 1984, alcuni, quali T27 (via del telefono), T38 (Muraccioli) e T2bis (Farnete Santo Quercio), sono scomparsi, verosimilmente inghiottiti dalla vegetazione. Altri invece, sono andati incontro a modificazioni del regime idrologico ed hanno assunto la

connotazione di bacini permanenti. E' questo il caso di T1 (n°12, Piscinali), nella quale sono state addirittura rinvenute delle Gambusie, o di T17ter (Cioccati), T19 (Materiali) e T35 (n°49, Dogana).

E' interessante notare, comunque, che tali modificazioni del regime idrologico spesso non sono risultate definitive, e alcuni bacini (quali ad esempio la T35, n°49) hanno alternato caratteristiche diverse nei vari anni (Mura, non pubblicate; Margaritora e Roberti, 1995).

Analogamente, sono state osservate delle modificazioni nella distribuzione delle specie di anostraci presenti.

Per quanto concerne le pozze già note dal 1984, nella maggior parte dei casi (62%), la situazione è risultata invariata (Figura 2).

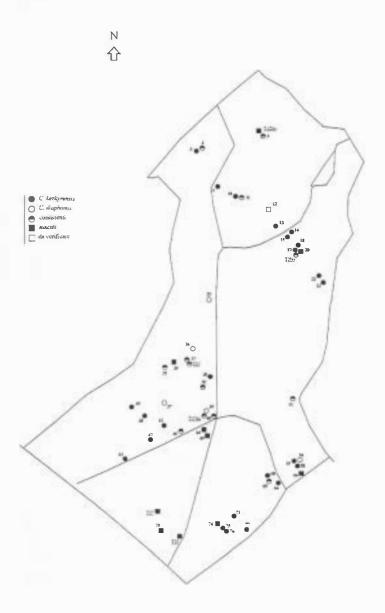


Figura 1 - Localizzazione delle raccolte d'acqua temporanee della Tenuta di Castelporziano censite nel 1984 e distribuzione delle due specie di crostacei anostraci presenti.

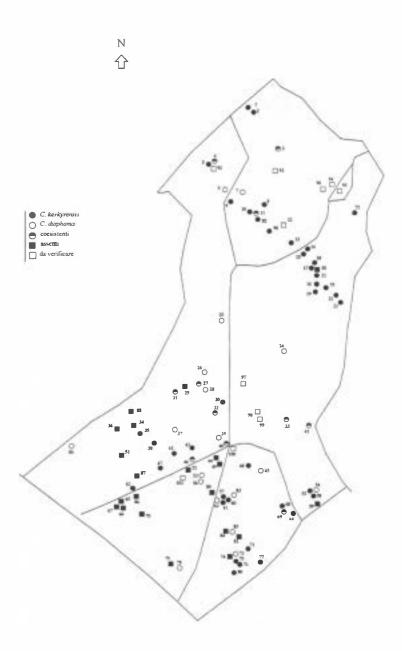


Figura 2 - Localizzazione delle raccolte d'acqua temporanee censite in Tenuta nel periodo 1996-1998 e distribuzione di *Chirocephalus diaphanus* e *C. kerkyrensis*.

odice	nome	localita*	ambiente	1983-84	1996-98
1	- 7	Infermeria	pascoli		CK
2	11.6 × 25.0	Trafusa	pascoli		CK
3	T12	Finocchiella	pineta	CDCK	CDCK
3	T12bis		ST		CDCK
4	S1	Spagnoleta di sollo	Sugharato-ericeto	CK	CDCK
5	S2		1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-	CK	CK
6	R15	Sugherelo			CD
7	R13	Ponte Guidone	lecceta		CD
8	R14	Stacca della luce	bosco misto		CK
9	A5	Ponte Guidone	lecceta	CK	CK
10	A3		*	CK	CK
11	A2	N	bosco misto	CK	CDCK
12	T1	Piscinali	B	CK	peacil
13	A1			CK	CK
14	T15	Famete S. Quercio	farnela	CK	CK
15	T10		"	CK	CK
16	R4	Santo Quercio	pineta		CK
17	T2	Farnete S. Quercio	famela	CK	CK
	T2bis		*	CDCK	scomparea
18	T11	2	*	F 1	CK
19	R5	S. Quercio	pineta		CK
20	T28	Famete S. Quercio	fameta	CK	+
21	T42	100	,		CK
22	T18		ANTHORNE THE	CK	CK
23	T16	Charles of the Control of the Contro	***	CK	CK
- 33	T19	Materiali	bosco misto	CDCK	permanente
24	R12	Mortellara	sugherete-cometo art.		CD
25	4	Pepparella	bosco misto	CD	CD
26	T36	Camilletto	*	CD	CD
27	T8	Materiali		CK	CDCK
28	T41			-	CD
29	T7	Stradone di Checco		CD	
30	T24	Pinela Ponziano	pineta	CK	CK
31	T6	Stradone di Checco	bosco misto	CK	CD CK
32	T23	Pineta Ponziano	pineta	CD CK	CD CK
33	CL	Chiuso lepri	sughereto-cerreto art.		CD
34	T26bis	Stradone Impalancata	bosco misto		
35	T26	- a	'	CK	CK
	T27	Via del Telefono	pineta	100000	Lacomparsa
36	T39	Pantanelle	bosco misto		-
37	T5	Camilletto-Str. Colonnacce	* 9	CK	CD
38	74	Str. Cemilinto-Impelanceto	н	CK	CK
39	T17bls	Cioccati-Dogana	pineta	CDCK	CD
	T17ter	1,0	*8	CDCK	pecmanente
40	T17			CDCK	CDCK
41	T30	Figurone	bosco misto	+	CD CK
42	T9 _	Della Cattura	*	CDCK	CK
43	TB	Camillelto-Str. Colonnacce	"		CK
44	T35bis	Сорина	pravena ad esfodelo	+	
45	ex P14	Pineta Figurone	pineta	100	CD
46	T3	Str. delle Riserva Nuove	bosco misto	CDCK	CDCK
47	T20	Pantano Pallone	*	CK	CK
48	ex P19	Pineta Figurone	pineta	5.	CK
49	T35	Dogana	ad asfodelo	CD	1

codice	nome	localita'	ambiente	1983-84	1996-98
50	R17	Grotta di Piastra	pineta		CD
51	R6	Piscina Bassana	bosco misto		1
52	R7	Str. delle Riserve Nuove	bosco misto		1.0
53	R20	Quartacci	prateria ad asfodelo		CD
54	T14bls	Quarticciolo	bosco misto	100	CD
55	T14				CK
56	R19	Quartacci	prateria ad asfodelo		CD
57	R8	Pignocco	bosco misto		CK
58	T14ter	Quarticciolo	**	1	CK
59	T14quater			1	+
60	R10	Pignosco			CK
61	R9				CK
62	T29	Str. delle Riserve Nuove		CK	CK
63	R11	Pignacco			CD
64	T13	Tre Piscine	0	CK	CK
65	R1	Via del Telefono	retroduna		-
66	R2				4
67	R3	-			-
88	T31	Tre Piscine	bosco misto	CK	CK
40	T32	4.00	***		CDCK
70	R18	Via del Telefono (Uniglia)	retroduna		-
71	T33	Tellinaretto	bosco misto	CK	CK
72	R16	Grotta Romagnola	pascoli		CK
73	T21bis	Tellinaro (Sfondino di Vitaletti)	bosco misto		CD
74	T37		#	СК	100
	T38	Muraccioil		- OK	воотрагая
75	T21	Tellinaro catantino di Vitaletti	bosco misto	CK	CK
76	T22	r at a second	#	CK	CK
77	T34	Telfinaretto	*	-	CK
78	R23	Via del Telefono (Muraccioli)	retroduna		CD
79	T25	The del relations (Manaccion)	Torroddila		00
80	R22	Tellinaro (Capanno bruciato)	bosco misto		CK
81	R21	Tellinaretto	DOSCO MISTO		- CK
82	R22bis	Piscinali	-		CK
83	R23bis	Pignocco	-		CD
84	R24	Pignocco	-		CD
85 86	R25	Pozzo Napoliello			CD
			2		
87		Scopone		_	+
88		Piscina Impalancato	-11-		+
89		Altana 3	pineta		011
90	- 1	Piscina dietro la villa	bosco misto	_	CK
91	+	Farnete S. Quercio	farnela		CK
92	(TiDi)	Piscina Barcaccia	sughereto ericeto		
93	(Tinelli)	Finocchiella	pineta		-
94	1.+	Contumaci			-
95	+	Contumaci			
96	1	Contumaci			1
97	-	Cerasolo	pineta		1
98	(Tinetti)		pineta		1
99	(Tinelli)		pineta		1
100	(Tinelli)	Dogana	pineta		
101	(Tinelli)	Quartacci	prateria ad asfodelo		

Tab. 1. Elenco aggiornato e situazione attuale riguardante le pozze temporanee in Tenuta e la distribuzione delle specie di crostacei anostraci ivi presenti (in grigio sono evidenziate le pozze censite nel 1984).

Per motivi ancora da chiarire, gli anostraci sono scomparsi da quattro di tali bacini, divenuti permanenti, e sono risultati assenti anche in altri quattro, che pure hanno mantenuto negli anni di studio il carattere temporaneo. In alcune pozze (13% dei casi), *C. diaphanus* è comparso accanto alla specie colonizzatrice iniziale, *C. kerkyrensis*, o più raramente (2.5% dei casi) lo ha addirittura soppiantato (Tabella 1, Figura 2). Infine, in casi altrettanto sporadici (2.5%), si è verificato l'opposto, e *C. kerkyrensis* ha sostituito *C. diaphanus* inizialmente presente.

Inoltre, probabilmente in seguito a variazioni climatiche occorse nel frattempo, i cinque bacini che all'epoca apparivano ad invaso sporadico, hanno manifestato maggiore durata e sono risultati tutti colonizzati dagli anostraci.

Per quanto concerne le raccolte d'acqua di recente individuazione, 14 di queste sono risultate colonizzate da *C. diaphanus* e 16 da *C. kerkyrensis* (Fig. 2), mentre nelle restanti, ivi comprese quelle artificiali di recente escavazione (1995), nessuna delle due specie è mai stata rinvenuta, nonostante numerose pescate.

DISCUSSIONE

Per quanto concerne *C. diaphanus* e *C. kerkyrensis*, le differenze emerse negli anni di campionamento, rispetto alla situazione rilevata in occasione del primo censimento, ci avevano inizialmente indotti ad ipotizzare una espansione in atto, da parte della specie ritenuta più rustica (*C. diaphanus*), a danno della congenere *C. kerkyrensis*. Tuttavia, l'analisi di tutte le osservazioni compiute sia negli anni precedenti che in quello in corso, e la constatazione che in uno stesso bacino le specie possono alternarsi negli anni, sembra smentire tale ipotesi e suggerire invece quanto segue: data la distanza tra le varie raccolte d'acqua e la grande facilità di dispersione delle uova resistenti tipiche degli anostraci per la presenza in Tenuta di numerosi possibili vettori, *C. diaphanus* e *C. kerkyrensis* coesisterebbero allo stadio di ecofase resistente (cisti) verosimilmente in tutte le pozze od in buona parte di esse. La presenza contemporanea delle due specie o di una sola delle due, come anche il loro alternarsi nell'occupare un dato bacino durante la fase di vita libera, dipenderebbero pertanto dalle condizioni che si determinano di volta in volta, in rapporto alle esigenze vitali dell'una o dell'altra specie.

Anche i risultati delle indagini di laboratorio sembrano in favore di quanto ipotizzato. Sia gli studi sulla biologia degli adulti che quelli sul determinismo della schiusa (Mura, 1995; Mura, 1997) mostrano che esistono notevoli differenze a livello specifico nella risposta agli stimoli indotti dalle variazioni ambientali

In particolare nel caso della schiusa delle uova, è emerso che l'iter di allagamento del bacino, a sua volta dipendente dalla sua geomorfologia, oltre che dalla consistenza delle precipitazioni e dall'andamento climatico del periodo, avrebbe la capacità di discriminare la comparsa di una o dell'altra specie (Mura, 1995; Mura e Dowgiallo, 1997).

La profondità dello strato di argilla e le modificazioni del clima determinerebbero, in ultima analisi, la storia del biotopo, e questa, a sua volta, il destino delle specie colonizzatrici.

Resta comunque da approfondire questo aspetto, al fine di riuscire a chiarire nei dettagli la dinamica del fenomeno osservato. Definire i termini del rapporto di causa ed effetto tra caratteristiche abiotiche dei bacini e presenza di ciascuna delle due specie di chirocefali, ci permetterà probabilmente di capire per quale motivo in alcune pozze non si verificano alternanze di sorta tra queste, mentre in altre ciò avviene con frequenza variabile. Inoltre fornirà la chiave di lettura per la presenza inaspettata degli anostraci anche in bacini da sempre permanenti della Tenuta, ritenuta storicamente una contraddizione in termini.

BIBLIOGRAFIA

- I. COTTARELLI V. e G. MURA, 1979. *Chirocephalus kerkyrensis* Pesta (Euphyllopoda): notizie sulla distribuzione e nuove osservazioni sul ciclo biologico della specie. Riv. Idrobiol., 38: 75-94.
- 2. MARGARITORA F.G. e M.C. ROBERTI, 1995. Analisi e struttura dei popolamenti di due bacini astatici della Tenuta di Castelporziano (Lazio) con particolare riferimento alla successione dello zooplancton. Riv. Idrobiol., 34: 1-14.
- 3. MURA G., 1995. Ecological studies on the fairy shrimp from the temporary waters of Castelporziano Estate (Rome, Latium). Part I: factors affecting the biology of *Chirocephalus diaphanus* and *Chirocephalus kerkyrensis* (Crustacea, Anostraca). Riv. Idrobiol., 34: 69-129.
- 4. MURA G., 1997. The life history of *Chirocephalus kerkyrensis* Pesta (Crustacea, Anostraca) in temporary waters of Circeo National Park (Latium, Italy). Hydrobiologia, 346: 11-23.
- 5. MURA G. e V. COTTARELLI, 1984. Gli anostraci delle acque temporanee di Castelporziano (Roma). Riv. Idrobiol., 23: 165-171.
- 6. MURA G. e G. DOWGIALLO, 1996. Ecological requirements of two *Chirocephalus* species (Crustacea, Anostraca) and effects on their distribution. Riv. Idrobiol., 35: 47-70.
- 7. MURA G. e O. RINALDI, 1986. Censimento delle acque astatiche del Parco Nazionale del Circeo. Riv. Idrobiol., 24: 43-49.
- 8. MURA G., O. RINALDI e E. ROTA, 1987. Osservazioni sulla biologia dell'anostraco *Chirocephalus kerkyrensis* delle acque astatiche del Parco Nazionale del Circeo. Riv. Idrobiol., 26: 97-110.
- 9. STELLA E., 1963. Ricerche ecologiche e faunistiche su alcune pozze di palude della regione pontina. Rendic. Accad. Naz. IX, 13: 1-41.
- 10. STELLA E. e F. G. MARGARITORA, 1968. La fauna ad entomostraci di alcune acque astatiche del Lazio. Rend. Acc. IX, 18: 1-59.
- 11. STEPHANIDES T., 1948. A survey of the freshwater biology of Corfü and of certain other regions of the Greece. Pract. hellen. Hydrobiol. Inst., 2: 1-263.

TITOLO DELLA RICERCA

Influenza della Predazione nei Cambiamenti della Struttura e Dinamica dei Popolamenti Planctonici della "Piscina della Luce"

RESPONSABILE

Prof.ssa F. G. Margaritora

UNITA' OPERATIVA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

F. G. Margaritora, O. Ferrara

INTRODUZIONE

Nell'ambito dei programmi di studio volti alla maggiore conoscenza delle comunità acquatiche dei piccoli bacini presenti nella Tenuta di Castelporziano, dal 1964 ad oggi sono stati monitorati a vari intervalli gli invasi temporanei i cui risultati sono stati in parte pubblicati, e dal 1985 sono iniziati prelievi sistematici anche in bacini permanenti. Tali ricerche hanno messo in evidenza notevoli differenze tra i popolamenti degli stagni permanenti e quelli delle acque temporanee anche se situate in aree contigue. Durante le campagne di studio, abbiamo potuto notare il verificarsi di considerevoli cambiamenti anche nell'andamento idrologico di alcuni bacini. Infatti biotopi conosciuti come temporanei, a causa di particolari condizioni meteorologiche, hanno mantenuto l'invaso anche nei mesi più caldi; comportamento opposto hanno presentato invece altri bacini, solitamente permanenti, che si sono prosciugati quasi completamente [9]. Come prevedibile, simili andamenti irregolari hanno fortemente modificato le biocenosi di tali ambienti. Una situazione particolarmente interessante è a nostro avviso quella di uno stagno permanente (Piscina della Luce, P1), che nei prelievi del 1985-87 (dati inediti) presentava una popolazione di Gambusia holbrooki Girard [5], specie introdotta in alcuni stagni di Castelporziano nel 1963 [12], la cui scomparsa è stata constatata nel corso dei sopralluoghi del 1995-98. E' presumibile che la scomparsa di questo Pecilide sia avvenuta a partire dal 1988, a causa della scarsa piovosità (inferiore a 10 mm) e della forte evaporazione del periodo primavera-estate, che hanno causato una drastica riduzione dell'invaso che ha reso impossibile la sopravvivenza della gambusia. C'è sembrato perciò interessante controllare se la scomparsa del Pecilide avesse effettivamente indotto considerevoli cambiamenti delle biocenosi presenti nella piscina, a completamento e conferma delle ricerche atte a studiare l'influenza di Gambusia sulla struttura e dinamica dei popolamenti zooplanctonici in stagni permanenti della tenuta [8].

MATERIALI E METODI

Per poter operare un confronto il più corretto possibile le raccolte del materiale sono state condotte con le stesse metodiche utilizzate nel primo periodo di studio [8]. Pertanto i prelievi, condotti da maggio 1995 a luglio 1998, con periodicità suggerita dalle condizioni atmosferiche, sono stati effettuati con rete da plancton (apertura delle maglie 90 m μ) di 25 cm di diametro. Alla pescata qualitativa per trascinamento orizzontale del retino (15-20 m) è stata associato il prelievo verticale di tipo quantitativo per poter conteggiare il materiale raccolto. Come nella precedente indagine sono stati ricavati valori di densità relativa delle popolazioni esaminate.

Per valutare l'importanza della predazione di *Gambusia* in rapporto alla taglia delle specie zooplanctoniche identificate, si è proceduto inoltre a misurare gli individui conteggiati di entrambe i periodi di studio, ordinandoli in classi dimensionali. Le misure sono state effettuate tenendo conto, per quanto riguarda i Cladoceri, della lunghezza del carapace, esclusa la spina terminale; per quanto riguarda i Copepodi, dell'intera lunghezza del corpo esclusa la furca. Per questo taxon gli stadi larvali sono stati considerati in questo caso nel loro insieme e non differenziati per specie (nauplii di Calanoidi e Ciclopoidi; copepoditi di Calanoidi e Ciclopoidi).

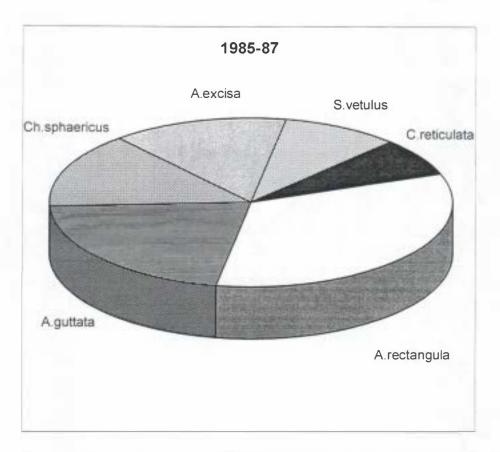
RISULTATI

La composizione biocenotica della Piscina della Luce, come è possibile osservare dalla Tab. 1, mostra nei due periodi di studio notevoli differenze. Se, infatti, il popolamento a rotiferi e a copepodi risulta pressoché immutato, quello a cladoceri è radicalmente cambiato, non solo per il numero delle specie presenti (da 5 a 11) ma anche per la comparsa in quantità preponderanti di Dafnidi di grandi dimensioni. Come si può vedere dalla Fig. 1, infatti, *Daphnia obtusa*, che è stata rinvenuta per la prima volta nella pozza esaminata nel maggio 1995, è la specie che domina l'intera popolazione di cladoceri con percentuali che oscillano da un minimo di 12% a un massimo di 88%. Sono aumentate inoltre le densità di *Simocephalus vetulus*, l'unico dafnide di grandi dimensioni (> 1mm) presente nei prelievi del 1985-86 in maniera sporadica. E' da notare inoltre la comparsa di *Scapholeberis ramneri* e *Moina micrura*, ambedue numericamente ben rappresentate. Tra i Chidoridi, oltre a *Chydorus sphaericus* presente con quantitativi pressoché equivalenti tra i due periodi di studio, e ad *Alona rectangula* che invece subisce una notevole flessione nel secondo ciclo di prelievi, compaiono in discreta quantità *Dunhevedia crassa* e sporadicamente *Alona nuragica*, specie tipica di pozze temporanee. *Alonella excisa*, che era stata rinvenuta in quantità rilevanti nelle raccolte del 1985-86, risulta invece totalmente assente nei campionamenti degli anni '90.

	1985-87	1995-98
Gastrotricha		
Chaetonotus sp.	+	
Chaetonotus heidery Brehm	+	
Polymerurus nodifurca (Marcolongo)	+	+
Rotatoria		
Bdelloidea indet.	+	+
Epiphanes brachionus var. spinosus (Rousselet)		+
Brachionus patulus (O.F.M.)		+
Brachionus quadridentatus Hermann	+	+
Keratella quadrata (O.F. M.)	+	+
Beauchampiella eudactylota (Gosse)	+	
Euchlanis dilatata Ehrbg	+	
Mytilina ventralis var. brevispina Ehrbg.	+	+
Lophocharis salpina (Ehrbg)		+
Colurella obtusa (Gosse)		+
Colurella uncinata O.F.M.	+	
Le padella patella (O.F.M.)	+	
Lepadella ovalis (O.F.M.)	+	
Squatinella mutica (Ehrgb)	+	
Lecane tenuiseta Harring	+	
Lecane luna (O.F. M.)	+	
Lecane bulla (O.F. M.)	+	+
Lecane ohioensis (Herrick)	+	+
Lecane lunaris Pejler	+	
Lecane closterocerca (Schmarda)	+	+
Cephalodella catellina (O.F.M.)	+	
Cephalodella gibba Koste	+	
Cephalodella gr. Tenuiseta Koste	+	
		segue

Scaridium longicaudum (O.F.M.)	+	
Notommata sp.	+	
Trichocerca ruttneri (Donner)	+	
Trichocerca musculus Hauer	+	+
Trichocerca bicristata (Gosse)	+	
Trichocerca rattus (O.F.M.)	+	
Synchaeta pectinata Ehrbg	+	+
Poliarthra gr. Vulgaris-dolichoptera (Carlin)	+	+
As planchnopus multiceps (Schramk)	+	
Asplanchna girodi De Guerne		+
Dicrano phorus forcipatus (O.F.M.)	+	
Testudinella patina (Hermann)	+	+
Filinia terminalis (Plate)	+	+
Hexarthra mira (Hudson)		+
Sinantherina socialis (L.)		+
Ptygura peduncolata Edmondson		+
Tardigrada		
Dactylobiotus sp.	+	+
Cladocera		
Ceriodaphnia reticulata (Jurine)	+	+
Scapholeberis rammneri (Dumont & Pensaert)		+
Simoce phalus vetulus (O.F. M.)	+	+
Daphnia obtusa Kurz		+
Moina micrura Kurz		+
Macrothrix hirsuticornis Norman & Brady		+
Alonella excisa (Fischer)	+	
Dunhevedia crassa King		+
Chydorus sphaericus (O.F. M.)	+	+
Alona rectangula G.O.Sars	+	+
Alona guttata G.O.Sars	+	+
Alona nuragica Margaritora		+
Ostracoda		
Ilyocypris gibba (Ramdohr)	+	
Candona lactea Baird	+	+
Cypridopsis hartwigi G.W.M.	+	+
Cypridopsis vidua (O.F. M.)	+	
Cypricercus affinis (Fischer)	+	+
Copepoda		
Eudiaptomus padanus etruscus (Losito)	+	+
Cyclops abyssorum G.O.Sars	+	+
Megacyclops viridis (Jurine)	+	+
Hydracarina		
Arrenhurus sp.		+
Diptera		
Chaoborus flavicans Parma		+

Tab. 1. Elenco dei taxa rinvenuti nel plancton della Piscina della Luce (Tenuta di Castelporziano).



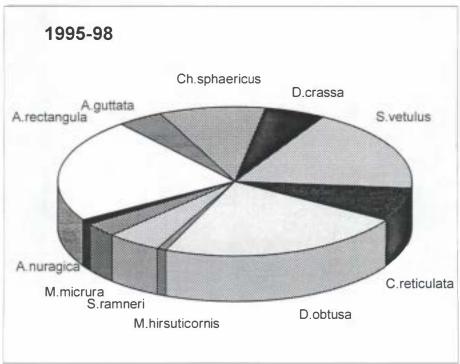
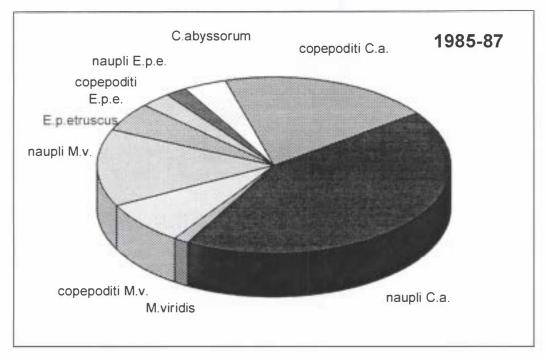


Figura 1 - Composizione percentuale dei Cladoceri nei due periodi di studio.

I copepodi che, come abbiamo già detto, non hanno modificato l'aspetto qualitativo del popolamento, nella seconda serie di prelievi sono caratterizzati da un forte aumento di *Eudiaptomus padanus etruscus* a scapito delle due specie di ciclopidi (Fig. 2). Tale incremento interessa soprattutto gli stadi larvali, che anche nel primo periodo costituivano il grosso della popolazione. Per quanto riguarda i cicli vitali essi

sono caratterizzati da un andamento irregolare negli anni '80, mentre nel secondo periodo essi sono perfettamente paragonabili a quelli che si sono osservati sia negli stagni permanenti senza gambusie [8], sia in ambienti temporanei della Tenuta in cui manca qualsiasi forma di predazione ittica [9].



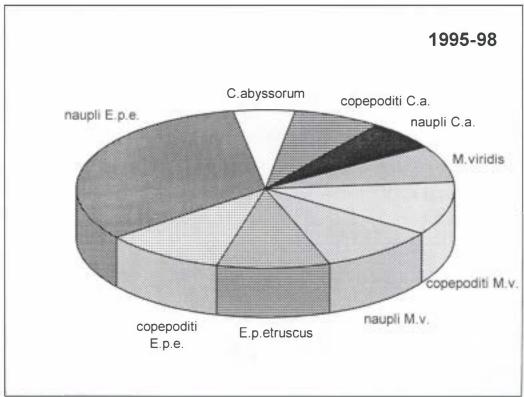
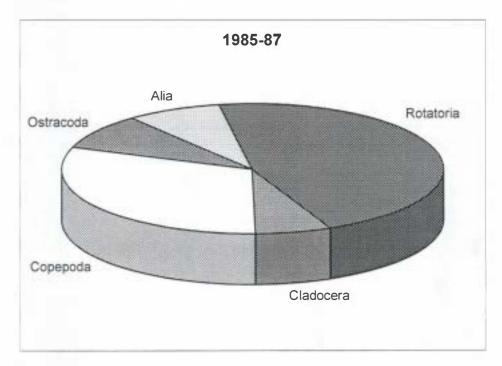


Figura 2 - Composizione percentuale dei Copepodi nei due periodi di studio.

Le modificazioni intervenute nelle biocenosi della "Piscina della Luce" appaiono evidenti se si osserva la Fig. 3. Quando il bacino era colonizzato dal pecilide, infatti, il grosso della popolazione era costituito da rotiferi (media annua 57,4%) e in minor misura dagli stadi larvali di copepodi (gli adulti sono infatti rari).

Scarsi erano invece i cladoceri, rappresentati per lo più da specie di piccole dimensioni, mentre la restante popolazione era costituita da alcune specie di ostracodi (10,6%) e da tardigradi, gastrotrichi e rari turbellari (Alia, 11,8%). Nel secondo periodo di studio, tra gli Alia raccolti in minima percentuale (2,83%), non sono stati rinvenuti tardigradi e gastrotrichi, ma sono stati catturate larve di *Chaoborus* e in minor misura rabdoceli e idracnidi. Anche gli ostracodi hanno subito una forte flessione essendosi ridotti solo allo 0,66% dell'intera popolazione, che è dominata dai copepodi, in particolare dal diaptomide in tutte le fasi di sviluppo (54,1%). I cladoceri, rappresentati soprattutto da dafnidi di grandi dimensioni, hanno presentato un forte incremento raggiungendo il 24,4%; al contrario i rotiferi, oltre a subire una notevole riduzione numerica (21,1%), hanno mostrato una minore diversificazione passando dai 36 taxa iniziali ai 20 del secondo periodo di studio.



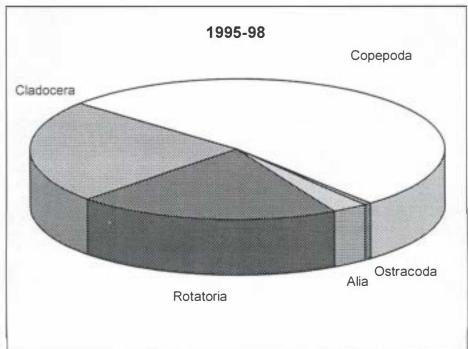


Figura 3 - Composizione percentuale dei taxa rinvenuti nella P1 nei due periodi di studio.

Nella Tab. 2 sono state raggruppate le specie tenendo conto delle rispettive dimensioni, da valori inferiori a 0,3 mm., che corrispondono alle taglie della maggior parte dei rotiferi e degli stadi larvali dei copepodi, fino a valori superiori a 1 mm., che caratterizzano alcune specie di cladoceri e i copepodi adulti. Tenendo conto dei valori percentuali delle singole specie rinvenute nelle due campagne di studio e dei valori dimensionali secondo quanto riportato in Tab. 2, abbiamo costruito il grafico di Fig. 4. Dall'esame di tale grafico appare evidente che, in presenza di *Gambusia holbrooki* la popolazione era dominata da individui di dimensioni inferiori a 0,3 mm (classe I°). La percentuale degli individui appartenenti alle altre classi dimensionali risultava invece molto limitata. Alla scomparsa del pecilide si è verificato un netto capovolgimento della situazione con una preponderanza di individui appartenenti alla classe IV° (Tab. 2, Fig. 4).

< 0,3 mm (1)	0,3-0,5 mm (2)	0,5-1 mm (3)	> 1 mm (4)
Rotatoria	nauplii	copepoditi	Calanoida
	Chidoridae	Cypridopsis	Ciclopoida
	Bosmina	Ceriodaphnia	Ostracoda
		Scapholeberis	Macrothrix
		Moina	

Tab. 2. Distribuzione in classi di grandezza dei taxa rinvenuti nella Piscina della Luce nelle due serie di prelievi.

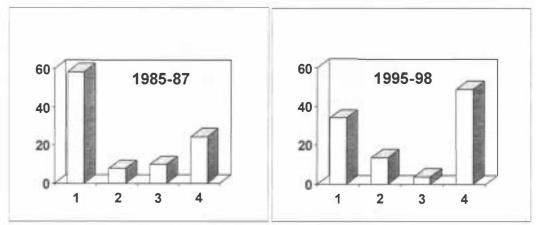


Figura 4 - Importanza relativa delle classi dimensionali nei due periodi di studio. I valori in ascisse sono riportati in Tabella 3.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I cambiamenti verificatesi nelle biocenosi della "Piscina della Luce" nei due periodi di studio, più che modificazioni dovute a fattori abiotici o meteorologici, sembrano imputabili alla presenza/assenza di *Gambusia*. In letteratura, a partire dal fondamentale lavoro di Brooks e Dodson [1], in cui è stata formulata per la prima volta l'ipotesi dell'efficienza della taglia, numerosi apporti tendono a confermare l'importanza della predazione ittica sulla composizione della catena alimentare pelagica [2,3,4,6]. In accordo con questo modello, le specie di grandi dimensioni, come ad esempio alcuni dafnidi macrofiltratori, sono i più efficienti brucatori competitivamente superiori alla maggior parte degli altri zooplanctonti erbivori. D'altra parte, proprio a causa delle maggiori dimensioni, tali specie sono maggiormente visibili per i predatori, come ad esempio i pesci, e sono pertanto più vulnerabili.

La presenza della gambusia nello stagno in questione, durante il primo periodo di studio, ha probabilmente favorito un incremento nel numero e nella varietà dei rotiferi e delle forme larvali, che normalmente non sono in grado di competere con successo con i copepodi e cladoceri macrofiltratori. Nel secondo periodo il cambiamento nella biocenosi della pozza esaminata, con la netta dominaza di specie di grandi dimensioni e la forte flessione degli individui di taglia piccola e media, è imputabile alla scomparsa del pecilide e all'aumento della competizione alimentare. Situazioni analoghe, in presenza/assenza di *Gambusia* sp., sono state descritte ad esempio da Parenzan [10] per le acque del

Carso, da Stephanides [11] per alcuni bacini di Corfù, da Hulbert *et al.* [4] per alcune pozze artificiali del San Diego State College, e da Margaritora [8] per due stagni di Castelporziano. Un'ulteriore considerazione che è stato possibile trarre dai nostri studi, e che trova conferma in analoghe osservazioni compiute dagli AA citati, è la maggiore quantità di fitoplancton rinvenuto in presenza di gambusia a causa della minore pressione brucatoria dello zooplancton, e, conseguentemente, una riduzione della trasparenza dell'acqua e un aumento della temperatura nelle ore pomeridiane.

Appare sempre più evidente, pertanto, che biotopi così interessanti dal punto di vista naturalistico e scientifico, e che sono soggetti per la loro stessa peculiarità a subire in maniera considerevole l'influenza di fattori ambientali e atmosferici, non debbano essere sottoposti ad interventi che ne possano alterare la particolare specificità.

BIBLIOGRAFIA

- 1. BROOKS J.L. e DODSON S.I. 1965 Predation, body size, and composition of plankton. *Science*, 150: 28-35.
- 2. CRYER M. 1988 Predatory impact of New Zealand smelt on natural populations of zooplankton. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 23: 1778-1783.
- 3. HALL D.J., THRELKELD S.T., BURNS C.W. e CROWLEY P.H. 1976 The size efficency hypothesis and the structure of zooplankton communities. *Ann. Rev. Ecol. System.*, 7: 177-208.
- 4. HURLBERT S.H., ZEDLER J., FAIRBANKS D. 1972 Ecosystem alteration by mosquitofish (*Gambusia affinis*) predation. Science, 175: 639-641.
- 5. GANDOLFI G., TORRICELLI P., ZERUNIAN S. e MARCONATO A. 1991 *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato:617 pp.
- 6. GOPHEN M., AZOULAY B. e BRUTON M.N. 1988 Selective predation of Lake Kinneret zooplankton by fingerlings of *Clarias gariepinus*. Verh. Internat. Verein. Limnol., 23:1763-1765.
- 7. LYCHE A. 1989- Plankton community response to reduction of planktivorous fish populations. A rewiew of 11 case studies. *Aqua fennica*, 19 (1): 59-66.
- 8. MARGARITORA F.G. 1990 Influenza di *Gambusia affinis* sulla struttura e dinamica dei popolamenti zooplanctonici degli stagni di Castelporziano (Lazio). *Riv. Idrobiol.*, 29 (3): 747-762.
- 9. MARGARITORA F.G. e ROBERTI- M.C. 1995 Analisi e struttura dei popolamenti di due bacini astatici della Tenuta di Castelporziano (Lazio) con particolare riferimento alla successione dello zooplancton. *Riv. Idrobiol.*, 34: 1-14.
- 10. PARENZAN P. 1929 Saturazione delle acque per parte delle Gambusie e danni che ne derivano. *Boll. Pesca Piscic.Idrobiol.*, 5: 1040-1047.
- 11. STEPHANIDES T. 1964 The influence of the antimosquito fish, *Gambusia affinis*, on the natural fauna of a Corfù Lakelet. *Prakt. Hell. Hydrobiol. Inst.*, 9: 4-8.
- 12. VALENTI M. 1964 Impiego delle gambusie per il controllo dell'anofelismo residuo a Castelporziano (Roma). *Riv. Malariol.*, 43: 50-62.

GRUPPO DI LAVORO	FAUNA
TITOLO DELLA RICERCA	Macroinvertebrati di Alcune Piscine della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (1990-1998)
RESPONSABILE	Dott. M. Bazzanti
UNITA' OPERATIVA	Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" - Roma
PARTECIPANTI ALLA RICERCA	M. Bazzanti, M. Seminara, S. Baldoni

INTRODUZIONE

Nonostante le piccole raccolte d'acqua abbiano sempre avuto nelle ricerche limnologiche una minore attrattiva rispetto ad ambienti di più vasta superficie e di maggiore utilizzazione da parte dell'uomo, negli ultimi anni numerosi studi sono stati rivolti alla conoscenza della flora e della fauna di stagni perenni e temporanei in relazione alla loro salvaguardia e gestione, soprattutto per la scomparsa di numerose zone umide a causa della sempre più pressante urbanizzazione e dello sviluppo di pratiche agricole in tutto il mondo. A tal proposito va ricordato che proprio negli ultimi anni la SIL (Societas Internationalis Limnologiae) ha proposto per il congresso di San Paolo del Brasile (1995) i piccoli ambienti di acque astatiche come materia specifica di discussione e nella rivista americana Journal of North American Benthological Society vengono presentati nel volume 15 [1] alcuni articoli del Convegno della Società Americana di Entomologia sulle zone umide temporanee degli Stati Uniti, entrambi come testimonianza dell'interesse crescente che questi biotopi acquatici rivestono recentemente a livello scientifico. Infine, sempre a questo riguardo, nel Freshwater Forum della Freshwater Biological Association (1997), viene messa in risalto la complessità ecologica di queste piccole raccolte d'acqua cui fa seguito un vero e proprio incoraggiamento allo studio dei loro aspetti fisico-chimici e biologici [2].

Da una sintesi di studi recenti su queste piccole raccolte d'acqua i risultati sono concordi nel sostenere che esse rappresentano dei veri e propri serbatoi o riserve di:

- specie presenti in numero elevato;
- specie rare e/o minacciate di estinzione;
- specie che possono ricolonizzare biotopi degradati situati in zone limitrofe;
- specie presenti con dense popolazioni, capaci quindi di ampliare la loro area di distribuzione geografica;
- alimento per numerosi vertebrati (soprattutto anfibi ed uccelli).

Dal 1989 a tutt'oggi abbiamo effettuato una serie di ricerche su alcune piscine della Riserva Presidenziale di Castelporziano, con lo scopo di: a) fornire una lista tassonomica più completa possibile della macrofauna delle piscine della tenuta; b) conoscere le modalità di colonizzazione e le modificazioni della comunità durante l'anno ed in rapporto ai parametri fisico-chimici più importanti; c) valutare le eventuali differenze faunistiche tra biotopi temporanei e perenni in relazione alla presenza o meno di periodi di siccità durante l'anno; d) tentare di individuare parametri obiettivi per una valutazione biologica di questi biotopi, per i quali, contrariamente ad ambienti fluviali e lacustri, non esistono allo stato attuale indici di qualità ambientale. Solo una conoscenza approfondita quindi sulla biologia delle specie e sull'ecologia delle comunità può fornire a tal proposito utili basi per una corretta gestione e salvaguardia di questa zona umida protetta e di grande valore naturalistico.

MATERIALI E METODI

Complessivamente le raccolte sono iniziate nel 1989-1990 e sono terminate nel mese di giugno 1998. Considerata l'ampia gamma delle problematiche che si possono affrontare in questo tipo di ricerca ed in accordo alle finalità del lavoro, per alcuni biotopi (Tabella 1) i prelievi sono stati continuativi per un intero anno di studio, mentre per altri ambienti è stato effettuato un solo campionamento nel periodo di massima diversità faunistica. Durante tutto il periodo d'indagine si è inoltre proceduto ad effettuare

raccolte saltuarie in più piscine, al fine di avere una lista faunistica sufficientemente dettagliata. La scelta dei biotopi è stata determinata sia da esigenze pratiche, quali la facile accessibilità durante tutto l'anno, che da caratteristiche ambientali (estensione, durata della fase acquatica, copertura vegetale, presenza di macrofite acquatiche, etc.), tali da garantire una conoscenza più ampia e rappresentativa possibile del tipo di ambienti acquatici presenti nella Tenuta.

Codifica precedente	Codifica attuale	Toponimi	Anni di studio
T19	20	Ponte dei Materiali	1989-90
T3	45	Riserve Nuove	1989-90 e 1995
T20	25	Pantano Pallone	1995
T10	31	Farnete	1995
A2	3	Ponte Guidone	1995
A5	6	Sant'Angelo	1995
T16	-		1989-90 e 1995
T32	55	Tre Piscine	1995
T2	33	della Farnia	1995
T50	5		1995
T17bis	-	Cioccati	1996-97
P5	4	Monti del Pero	1995
P15	-	Chiuso dei cinghiali	1995
P6	22	Camilletto	1995
P1	2	Ponte Guidone	1995
P12	50	dei Cinghiali	1995
P10	21	Frasso	1995
P(?)	-	Cioccati	1996-97

Tab. 1. Elenco delle piscine campionate dal 1989 al 1997. T e A = pozze temporanee e P = stagni perenni. La codificazione attuale si riferisce alla Carta delle Piscine Sitac, bozza del dicembre 1996.

I campionamenti di macroinvertebrati sono stati effettuati con una rete a mano (apertura delle maglie: 0,280 mm) trascinata lungo un transetto che si estendeva dal centro al margine della piscina, considerando tutti i microhabitat presenti. Particolare attenzione veniva infatti dedicata alla cattura di organismi che vivevano nel e sopra il sedimento, di quelli presenti nelle acque libere e di quelli aderenti a macrofite, a foglie o pezzi di legno marcescenti. Il materiale veniva in parte smistato sul campo per ottenere esemplari integri per una più facile identificazione ed in parte fissato in formalina al 5-10% per l'esame successivo in laboratorio. Numerosi gruppi zoologici sono stati identificati fino a livello specifico, la rimanente parte quasi tutta a livello generico. Alcuni esemplari sono stati inviati a specialisti italiani

Contemporaneamente ai prelievi biologici sono stati misurati sul campo il contenuto di ossigeno disciolto, il pH e la conducibilità, nonché la profondità massima e la superficie dei biotopi. Sono stati altresì raccolti campioni di sedimento per le analisi granulometrica e della sostanza organica, effettuate successivamente in laboratorio secondo metodiche standard [3].

Sui dati biologici e su quelli fisico-chimici sono state eseguite alcune analisi multivariate di ordinazione, di cui si riportano in questa sede i risultati relativi all'Analisi Canonica delle Corrispondenze (CCA) effettuata mediante il programma CANOCO [4]. Prima delle elaborazioni statistiche i dati numerici assoluti o in percentuale sono stati trasformati rispettivamente in log(x+1) o in arcsinlog(x+1)0 in letteratura [5].

RISULTATI E DISCUSSIONE

I risultati relativi a tre pozze temporanee (T₁₉, T₃ e T₁₆), studiate negli anni 1989-1990, poco prima dell'inizio del Programma di Monitoraggio della Tenuta, sono stati già oggetto di pubblicazione [6, 7], per cui vengono riportati in questa relazione solo in maniera sintetica.

Durante lo studio della T₁₉ sono stati raccolti ed identificati circa 15000 individui appartenenti a più di 86 taxa, di cui una buona parte a livello specifico. Coleotteri e Ditteri sono i gruppi più diversificati (67 taxa), mentre dal punto di vista delle abbondanze, Oligocheti e Ditteri costituiscono i gruppi maggiormente rappresentati nella pozza. L'analisi temporale della fauna mostra dei cambiamenti significativi durante il tempo d'invaso attribuibili all'elevato turnover delle specie presenti. Si possono infatti riconoscere tre fasi principali della colonizzazione del biotopo: a) una prima fase o di riempimento (fase autunnale, con temperature elevate, basso pH e instabilità nel processo di riempimento della pozza), caratterizzata per lo più da poche specie appartenenti agli Oligocheti, ai Ditteri Ceratopogonidi e Chironomidi; b) una lunga fase intermedia (fase invernale-primaverile, con temperature generalmente più basse, valori più elevati di pH, dimensioni del biotopo variabili con le piogge), caratterizzata da una forte oscillazione del numero di taxa, che raggiunge il massimo (51) nel mese di maggio, e da una presenza di grossi predatori; c) una terza fase o di prosciugamento (fase estiva, con riduzione del pH, temperature di nuovo elevate e rapida riduzione delle dimensioni della pozza) in cui il biotopo ospita una comunità di nuovo povera di specie e molto simile a quella della prima fase.

Sono stati inoltre studiate le comunità a Ditteri Chironomidi delle tre pozze T_{19} , T_3 e T_{16} ed i risultati hanno mostrato una colonizzazione di taxa differenti per i tre biotopi in relazione soprattutto alla lunghezza della fase acquatica ed alle strategie delle specie riguardo alla sopravvivenza in acque temporanee. L'analisi di ordinazione, eseguita sui dati della pozza a maggior durata di fase acquatica (T_{19}) , ha permesso di individuare fasi molto simili a quelle osservate nello studio dell'intera comunità a macroinvertebrati, confermando l'elevato potenziale di informazioni relativo alle numerose specie appartenenti a questa famiglia di Ditteri e già riscontrato per ambienti lacustri e fluviali.

I dati della ricerca relativa al 1995 (3-5 maggio) su 15 piscine, di cui 9 temporanee e 6 perenni sono riportati nelle figure 1-4 e nelle tabelle 2 e 3. Per ciò che riguarda le pozze temporanee, alcune di esse si sono cominciate a riempire a circa metà ottobre '94 (T2, T20 e probabilmente T50), altre in novembre (T3 e T10) e dicembre (T32 e T16), mentre le due più piccole (A2 e A5) addirittura in aprile '95. Un periodo di prosciugamento intermedio è stato inoltre osservato in marzo '95. I biotopi si sono infine prosciugati definitivamente tra la metà e la fine di giugno. Le caratteristiche fisico-chimiche delle piscine studiate (Tab. 2) mettono in evidenza acque leggermente acide nella maggioranza dei casi ed una conducibilità medio-alta, senza però raggiungere valori particolarmente elevati. Nel mese di prelievo, l'ossigeno è risultato sempre presente in discrete quantità in quasi tutti biotopi ed in particolare nelle pozze, mentre la sostanza organica nei sedimenti ha mostrato valori modesti per numerose piscine e più alti per due pozze temporanee e due stagni perenni. Al contrario, l'analisi della composizione granulometrica distingue in maniera chiara i sedimenti delle nove pozze temporanee, più ricche di limo ed argilla, da quelli degli stagni perenni, in cui prevalgono invece le sabbie fini e quelle medie. Tale fenomeno può essere messo in relazione al fatto che il continuo alternarsi di fase umida e di asciutta probabilmente favorisce con il tempo una buona ossidazione e quindi un frazionamento più sottile dei sedimenti e soprattutto della sostanza organica presente rispetto alla decomposizione costantemente in acqua.

	PISCINI	PISCINE TEMPORANEE		PISC	PISCINE PERENNI		
	min.	media	max.	min.	Media	max.	
profondità max. (cm)	6	21,6	37	40	60,8	80	
superficie (m²)	31	187	576	299	558,8	1594	
pH	6,2	6,5	7,2	6,4	7	8,7	
conducibilità (µS/cm)	69,3	105,3	137,4	88,3	131,2	179	
ossigeno (mg/l)	4,8	9	11,8	3,2	7	9,8	
materia organica (%)	3	7,8	14,6	2,2	7,6	14	
sabbia grossolana (%)	1,8	5,1	14,1	2,1	8, 1	18,1	
sabbia media (%)	5,5	14,8	24	24	27,4	29	
sabbia fine (%)	10,8	24,4	39,5	32,6	39,8	52	
limo+argilla (%)	32,5	55,7	78,4	13,4	24,8	32,9	
n° taxa	15	29,3	44	23	34	43	
diversità (H)	1	2,4	3,8	2,4	3	3,9	
evenness	0,25	0,5	0,69	0,48	0,6	0,71	

Tab. 2. Range e valori medi delle caratteristiche fisico-chimiche e di alcuni parametri della comunità a macroinvertebrati delle piscine studiate.

Sono stati raccolti ed identificati in totale circa 33000 individui e 127 taxa, di cui una buona parte (più di 80) a livello di specie. I gruppi zoologici più abbondanti sono risultati i Nematodi, gli Oligocheti e gli Insetti, di cui particolarmente numerosi, sia come specie che come abbondanze relative, i Coleotteri ed i Ditteri (Fig. 1 e Tab. 3). Le comunità presenti nei differenti biotopi sono in parte simili, con presenza però esclusiva o quasi di Notostraci e Anostraci nelle pozze temporanee e di Isopodi, Ditteri Chaoboridi, Bivalvi, Efemerotteri e Odonati in quelli perenni. Il reperimento dei primi due gruppi nel mese di maggio, in cui normalmente scompaiono lasciando solo delle cisti [8], è sicuramente una conseguenza del fatto che quasi tutte le pozze hanno avuto un periodo di prosciugamento alcune settimane prima del nostro prelievo. Allo stesso fenomeno va inoltre attribuito con molta probabilità l'assenza pressoché completa nelle pozze temporanee di larve di Efemerotteri e Odonati [9], che normalmente colonizzano questo tipo di biotopi. Questo spiegherebbe la presenza dei due gruppi di insetti nella T₅₀ che non si è prosciugata contrariamente alle altre pozze temporanee. Gli altri gruppi hanno mostrato percentuali di presenza differenti nei due tipi di biotopi. Sono risultati piuttosto rari e con basse presenze gli Idrozoi, i Tricotteri ed i Ditteri Psychodidae.

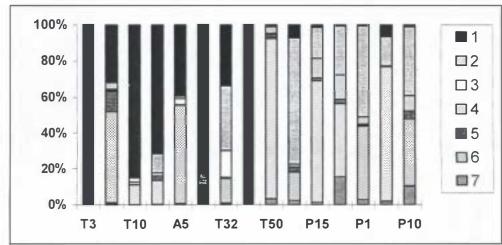


Figura 1 - Composizione percentuale dei gruppi zoologici nei biotopi esaminati (1=Nematoda, 2=Oligochaeta, 3=Anostraca+Notostraca, 4=Hemiptera, 5=Coleoptera, 6=Diptera, 7=Hydrozoa+Turbellaria+Hirudinea+Isopoda+Hydracarina+Odonata+Ephemeroptera+Trichoptera+Gastropoda+Bivalvia).

GRUPPI	No
ZOOLOGICI	TAXA
Hydrozoa	1
Turbellaria	2
Nematoda	6
Oligochaeta	10
Hirudinea	2
Anostraca	2
Notostraca	1
Isopoda	1
Hydracarina	8
Ephemeroptera	1
Odonata	10
Hemiptera	7
Trichoptera	2
Coleoptera	26
Diptera	44
Gastropoda	3
Bivalvia	1
Totale	127

Tab. 3. Numero di taxa appartenenti ai vari gruppi zoologici reperiti nelle piscine.

La ricchezza tassonomica, la diversità di Shannon e l'indice di evenness (Tab. 2) risultano tendenzialmente più elevate negli P che nelle T, anche se le differenze tra i due tipi di biotopi non risultano significative (Mann-Whitney U-test). L'analisi CCA condotta sulle proporzioni dei taxa e sulle variabili ambientali (Fig. 2) ha mostrato una chiara separazione lungo il primo asse dei biotopi temporanei da quelli perenni.

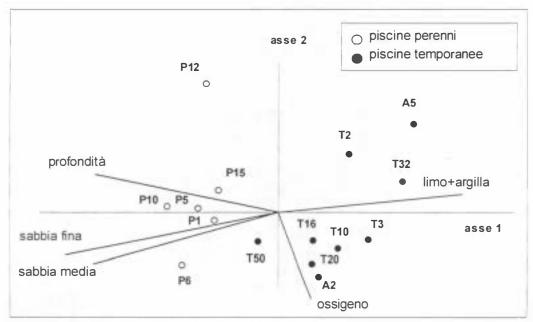


Figura 2 - Grafico della CCA (Canonical Correspondence Analysis) effettuata con i dati di abbondanza dei taxa ed alcune variabili ambientali (Percentuale di varianza: asse 1 = 43,9%; asse 2 = 18,1%. Significatività del Montecarlo test: asse 1 = p < 0,01; overall test = p < 0,02).

Le variabili biologiche responsabili della discriminazione tra le T ed i P sono la presenza esclusiva delle specie di Anostraci e Notostraci e le abbondanze più elevate di alcune specie di Nematodi (Tobrilus diversipapillatus e Dorylaimus spp.), di Coleotteri (Berosus signaticollis, Hydrobius fuscipes, Hydroporus pubescens, e Helophorus alternans), di Ditteri Culicidi (Aedes vexans e Uranotaenia unguiculata) ed del Gasteropode Anisus spirorbis nelle prime e di Oligocheti (Aulodrilus pluriseta), Isopodi (Proasellus coxalis), Idracarini (la maggior parte delle specie), Odonati (Coenagrion puella, Lestes sp., e Chalcolestes sp.), Efemerotteri (Cloeon dipterum), Emitteri (Sigara lateralis), Ditteri Chironomidi (Endochironomus tendens, Parachironomus gr. arcuatus e Zavreliella marmorata), Chaoboridi (Chaoborus flavicans e C. pallidus), Coleotteri (Peltodytes sp.), Gasteropodi (Physella acuta e Ferrissia wautieri) e Bivalvi (Musculium lacustre) nei secondi. Il primo asse che definisce in questo caso un gradiente ambientale mostra correlazioni positive con limo ed argilla e negative con profondità massima, area, sabbie fine e media. L'esame dell'organizzazione trofico-funzionale (Fig. 3) ha messo in evidenza una netta predominanza di elementi raccoglitori (collector-gatherers) e predatori (predators) in tutte le piscine studiate, senza differenze marcate tra i due tipi di biotopi, mentre l'assegnazione dei differenti habits (Fig. 4) denota una dominanza di elementi fossori (burrowers) nelle pozze temporanee e di forme mobili nell'acqua (divers e swimmers) e sulla vegetazione o sul fango (climbers e prawlers) negli stagni perenni, in relazione probabilmente alla maggiore estensione e ricchezza di macrofite acquatiche in questi ultimi.

Va comunque sottolineato che questi dati sono preliminari in quanto si riferiscono ad un singolo campionamento primaverile e quindi vanno confermati per la loro validità temporale con più prelievi lungo l'arco dell'anno. A tal proposito nel 1996-1997 abbiamo effettuato uno studio intensivo sulla comunità a macroinvertebrati di uno stagno perenne ed una pozza temporanea vicini (P? e T17 bis) situate nella località denominata "dei Cioccati", al fine di individuare le eventuali differenze nella composizione faunistica e nella colonizzazione temporale. I risultati, che potranno confermare le differenze tra i due tipi di biotopi finora emerse ed evidenziarne altre, sono in parte ancora oggetto di studio e si spera che possano essere disponibili nel 1999.

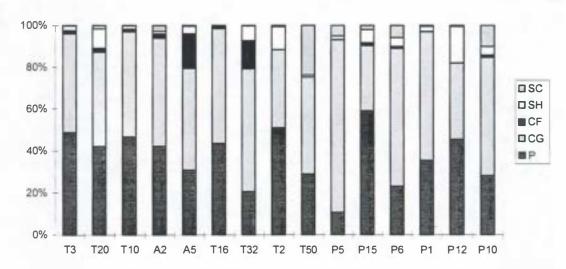


Figura 3 - Composizione percentuale dei "functional feeding groups" relativi ai taxa nei biotopi esaminati. SC=Scrapers, SH=Shredders, CF=Collector-filterers, CG=Collector-gatherers, P=Predators.

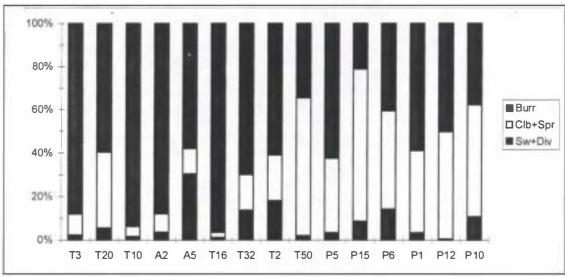


Figura 4 - Composizione percentuale degli "habits" relativi ai taxa nei biotopi esaminati.

Burr=Burrowers, Clb+Spr=Climbers+Sprawlers, Sw+Div=Swimmers+Divers.

Nell'anno 1998, infine, lo studio relativo alla macrofauna ad invertebrati è stato esteso ad altre 11 pozze temporanee e 9 stagni permanenti, finora mai studiati da questo punto di vista. Il materiale è tuttora sottoposto allo smistamento dei campioni ed i dati saranno probabilmente pubblicabili in forma definitiva nel 2000.

Dall'esame del materiale finora identificato (circa 60.000 esemplari, appartenenti a 170 taxa, di cui una buona parte a livello specifico) emerge la presenza, oltre che di taxa piuttosto comuni ma tipici di piccole acque stagnanti ricche di vegetazione sommersa, di alcune specie di un certo interesse faunistico. Dall'esame infatti delle Check list [10] e delle guide CNR della fauna italiana [11] e da comunicazioni personali di specialisti, almeno 25 entità sistematiche sono degne di nota in relazione alla loro distribuzione sul territorio nazionale ed alla loro ecologia (Tab. 4). Va comunque sottolineato che *C. pallidus* è in realtà già riportato per la zona centro-sud dell'Italia, ma il reperimento si riferisce alla presenza proprio nelle piscine di Castelporziano durante alcune ricerche del 1980 [12]. Tale lista è sicuramente destinata in futuro ad allungarsi in quanto non tutti i gruppi sono stati ancora identificati a livello specifico ed alcune notizie sono ancora piuttosto frammentarie soprattutto per ciò che riguarda l'autoecologia di molte specie. Va infine sottolineato che i dati finora raccolti nelle piscine della tenuta costituiscono, sia come semplice elenco di tutte le specie campionate (biodiversità) che di quelle più interessanti (ad es. rarità di specie), un'utile base per la formulazione di indici utilizzabili per futuri confronti atti alla verifica di un eventuale degrado dei biotopi stessi.

HIRUDINEA -	Placobdella costata	rara in Italia
ANOSTRACA	Chirocephalus kerkirensis C. diaphanus	esclusivi di pozze temporanee
NOTOSTRACA	Lepidurus apus lubbocki	esclusivo di pozze temporanee
HYDRACARINA	Piona nodata	
	P. carnea	
	P. obturbans	non segnalate nell'Italia centro-sud
	Hydrachna? skorikowi	
	Hydrodoma? pilosa	
HETEROPTERA	Ranatra linearis	non comune in Italia
COLEOPTERA HYGROBIIDAE	Hygrobia tarda	piuttosto rara nell'Italia centrale
COLEOPTERA DYTISCIDAE	Eretes sticticus	molto raro nell'Italia centrale
	Porhydrus obliquesignatus	raro in Italia
	Copelatus atriceps	già segnalato nel Lazio come unico insediamento nell'Italia continentale
	Hydroporus ? gridellii	raro in Italia
COLEOPTERA HYDROPHILIDAE	Hydrophilus caraboides	non segnalato per l'Italia centro-sud
DIPTERA CHAOBORIDAE	Chaoborus pallidus	raro in Italia e non segnalato per i centro-sud
DIPTERA CULICIDAE	Aedes rusticus	tipico di pozze temporanee
DIPTERA CHIRONOMIDAE	Mono pelopia tenuicalcar	non segnalata per l'Italia centro-sud
	Psectrotanypus varius	tipico di piccole acque
	Psectrocladius platypus	non segnalato per l'Italia
	Polypedilum nubifer	non segnalato per l'Italia centro-sud
	Zavreliella marmorata	rara e segnalata solo per L'Italia centro-sud
	Tanypus kraatzi	non segnalato per l'Italia centro-sud
GASTROPODA	Ferrissia wautieri	non segnalata per il Lazio

Tab. 4. Taxa di particolare interesse faunistico-ecologico.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai dati finora raccolti ed analizzati emergono almeno tre risultati di un certo rilievo:

- i biotopi acquatici delle tenuta, nonostante siano ambienti naturalmente instabili nel tempo, sembrano ospitare una fauna a macroinvertebrati con un'elevata ricchezza specifica e ben diversificata, anche come modalità di comportamento alimentare e di abitudini di movimento. Essi costituiscono di conseguenza dei serbatoi di rifugio per numerose specie che assumono un ruolo determinante nella colonizzazione di biotopi limitrofi soggetti a fenomeni di degrado ambientale;
- accanto a taxa comunemente diffusi in tutti i tipi di bacini lentici, sono state reperite specie di un certo interesse faunistico, in quanto tipiche o esclusive di acque astatiche o con limitata distribuzione sul territorio nazionale e che possono essere considerate specie "bersaglio" nei futuri procedimenti di monitoraggio biologico, entrando a far parte possibilmente anche di indici numerici di valore conservativo già esistenti in altre nazioni [13, 14, 15] ed in futuro probabilmente adattabili anche alla situazione italiana;
- i due tipi di bacini (temporanei e perenni), benché in alcuni anni possano comportarsi diversamente in relazione a condizioni metereologiche particolari, ospitano una fauna in parte differente sulla base di adattamenti a condizioni ambientali diverse, e quindi vanno salvaguardati nella loro naturale

tipologia in quanto un'elevata diversità di habitat si traduce spesso in una elevata diversità faunistica e floristica.

RINGRAZIAMENTI

Il Dr. Alessio Stella ha partecipato al lavoro in laboratorio riguardante le raccolte del 1995 e la laureanda Simona Giangi allo studio sul campo ed in laboratorio relativo agli anni 1996-1997. Un ringraziamento particolare è rivolto ai seguenti specialisti per aver eseguito e/o confermato l'identificazione di una parte del materiale raccolto: Prof. A. Carapezza (Eterotteri), Prof. G. Carchini (Odonati), Prof. B. Cicolani (Idracarini), Prof. L. De Marzo (larve di Coleotteri), Prof. F. Giusti e Dr. G. Manganelli (Gasteropodi), Prof. G. Mura (Anostraci), Ing. F. Pederzani (Coleotteri adulti), Prof. B. Rossaro (Chironomidi Orthocladiinae), Dr. G. Sabatinelli e Dr. M. Di Luca (Ditteri Culicidi).

BIBLIOGRAFIA

- 1. Mackay, R.J., 1996, Temporary aquatic habitats. J. N. Am. Benthol. Soc., 15, 407.
- 2. Everard, M., 1997, Encouragement for work on small aquatic systems. Freshwater Forum, 9, 61-62.
- 3. Cummins, K.W., 1962, An evaluation of some techniques for the collection and analysis of benthic samples with special emphasis on lotic waters. Amer. Midl. Nat., 67, 477-504.
- 4. Ter Braak, J.F., 1991, CANOCO (version 3.12) a FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by /Partial /Detrended /Canonical /Correspondence Analysis, Principal Component Analysis and Redundancy Analysis. TNO. Wageningen, The Netherlands.
- 5. Sneath, P.H. & Sokal, R.R., 1973, Numerical Taxonomy. Freeman & Co., San Francisco.
- 6. Bazzanti, M., Seminara, M. & Baldoni., S., 1997, Chironomids (Diptera: Chironomidae) from three temporary ponds of different wet phase duration in Central Italy. J. Freshwat. Ecol., 12, 89-99.
- 7. Bazzanti, M., Baldoni., S. & Seminara, M., 1996, Invertebrate macrofauna of a temporary pond in Central Italy: composition, community parameters and temporal succession. Arch. Hydrobiol., 137, 77-94.
- 8. Mura, G., 1995, Ecological studies on the fairy shrimps from the temporary waters of Castelporziano Estate (Rome, Latium). Part I: Factors affecting the biology of *Chirocephalus diaphanus* and *Chirocephalus kerkyrensis* (Crustacea, Anostraca). Riv. Idrobiol., 34, 69-129.
- 9. Batzer, D. P. & Wissinger, S. A., 1996, Ecology of insect communities in non tidal wetlands. Annu. Rev. Entomol., 41, 75-100.
- Minelli, A., Ruffo, S., La Posta, A. (ed.), 1995, Check list delle specie della fauna italiana. 1-110. Calderini, Bologna.
- 11. Ruffo, S. (ed.), 1977-1985, Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. 1-29. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/2 AQ/1/233.
- 12. Seminara, M. & Bazzanti, M., 1984, Distribution of *Chaoborus* (Diptera, Chaoboridae) in lentic waters of Latium (Central Italy) with remarks on its occurrence in Italy. Riv. Idrobiol., 23, 115-127.
- 13. Eyre, M.D. & Rushton, S.P., 1989, Quantification of conservation criteria using invertebrates. J. Appl. Ecol., 25, 159-171.
- 14. Foster, G.N., Nelson, B.H., Bilton, D.T., Lott, D.A., Merritt. R., Weyl, R.S. & Eyre, M.D., 1992, A classification and evaluation of Irish water beetle assemblages. Aquat. Conserv.: Marine and Freshwat. Ecosyst., 2, 185-208.
- 15. Collinson, N.H., Biggs, J., Corfield, A., Hodson, M.J., Walker, D., Whitfield, M. & Williams, P.J., 1995, Temporary and permanent ponds: an assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities. Biol. Conserv., 74, 125-133.

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA Censimenti delle Entomocenosi Forestali e Litoranee

RESPONSABILE Dott. P. Maltzeff

UNITA' OPERATIVA Collaborazione esterna

PARTECIPANTI ALLA RICERCA P. Maltzeff

INTRODUZIONE

Le ricerche sull'entomofauna della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, volte al censimento delle specie ed alla redazione di una checklist dei taxa identificati, sono continuate nel 1998, apportando un incremento in tale anno di circa 250 specie a fronte del precedente, così da raggiungere il totale di circa 1200 (333 nel primo anno, altre 267 nel secondo, 350 nel terzo).

La realizzazione delle finalità della ricerca, già citate nel precedente IV Report, ossia la descrizione dell'entomofauna complessiva del comprensorio, l'identificazione di specie guida con il significato di indicatori biologici, la definizione dello spettro corologico e di quello ecologico dell'entomocenosi stessa, è quindi proseguita attivamente.

Aspetti rilevanti emergenti da questo catalogo, e in particolare dalla sua più recente integrazione, sono la presenza di specie fino ad ora non segnalate nel Comprensorio e talvolta neanche in un circondario più ampio, alcune delle quali fanno parte inoltre di categorie corologiche, ecologiche e zoogeografiche peculiari e a volte inattese per la località, sovente associate a siti dalle caratteristiche relittuali e comunque meritevoli della più rigorosa tutela per le loro caratteristiche ecologiche e per il loro stato di conservazione.

Alle specie rinvenute sul campo dal 1994 al dicembre 1998, dallo scrivente e dagli altri ricercatori impegnati nello studio, si sono aggiunte nel catalogo quelle conservate nelle collezioni "storiche" di Musei, Università e privati e/o citate in bibliografia, nonché quelle relative ad alcune tesi di laurea; il numero dei rilevamenti pregressi non confermati negli ultimi anni non supera le 100 unità, mentre quelli confermati sono circa 300: gli altri 800 sono tutti reperti degli ultimi cinque anni.

E' stata già determinata da specialisti qualificati la maggior parte del materiale raccolto, mentre una frazione del residuo è ancora in fase di smistamento oppure già trasmessa a specialisti ma in corso di studio; per alcuni gruppi risulta però problematico reperire specialisti disponibili e i relativi tempi non sono brevi, in tali casi è inevitabile riferirsi alle "morfospecie" o a identificazioni preliminari.

PARTE SPERIMENTALE

Tra i fattori che hanno consentito l'incremento citato delle specie trovate in Tenuta nel 1998, sono da annoverare i seguenti:

- L'utilizzo di nuove tecniche di raccolta, tra le quali:
 - * Tende Malayse, collocate in quattro località della Tenuta, nell'ambito di una Tesi di laurea assegnata a P. Cerretti dall'Università di Roma La Sapienza, Dipartimento Biologia Animale e dell'Uomo, relatore prof. A Vigna Taglianti, avente per argomento i Ditteri Tachinidi, e di una contestuale ricerca sugli Imenotteri Braconidi condotta dalla dott. G. Simbolotti. La ricerca, non ancora conclusa, ha già portato alla raccolta di numerosissimi esemplari appartenenti a numerosi ordini e relative famiglie, in corso di determinazione.
 - * Allevamento da legname morto o deperente di xilofagi che vi si trovano allo stato di larva. A tale scopo sono stati tagliati in spezzoni, su indicazione dello specialista G. Gobbi, rami e tronchetti secchi di varie essenze forestali e si sono stoccati entro sacchi di dimensioni appropriate. I Coleotteri Buprestidi e Longicornidi usciti dal legname al termine della metamorfosi sono stati raccolti, nella bella stagione, con cadenza circa settimanale. Sono stati ottenuti anche coleotteri appartenenti ad altre famiglie ed alcuni ditteri ed imenotteri. Lo stesso legname darà luogo nel prossimo anno a schiuse di specie a ciclo bi- o pluriennale.

- * Trappole a caduta innescate con frutta ecc. ed assicurate a rami di varie essenze forestali, anche ad una certa altezza dal suolo, che hanno dato luogo a raccolte di Coleotteri Cetonini ecc. (G. Pontuale, G. Sabatinelli).
- La prospezione intensificata di territori dalle caratteristiche peculiari, fino ad ora trascurati; tra questi:
 - * Capocotta, nel cui fabbricato principale o Villa è stata impiantata una lampada fissa a luce mista, con ampio spazio di richiamo dall'alto sulla sottostante lecceta mista e sulle dune fino alla spiaggia, visibile in lontananza, ed in posizione tale da interessare anche l'entomofauna nittimera e fotofila del prossimo bosco umido di Fraxinus e Populus, come *Apaidia rufeola* (Rambur, 1832); notevoli gli arrivi alla lampada anche di lepidotteri migranti provenienti dal mare, per lo più oriundi dalla costa africana, come *Utetheisa pulchella* (Linnaeus, 1758), *Agrotis biconica* Kollar, 1844, *Thysanoplusia orichalcea* (Fabricius, 1775) (A. Zilli det.).
 - * Grotta Romagnola, ossia la serie di biotopi che si succedono lungo il sentiero che costeggia il Fosso omonimo. Partendo dal basso si incontra dapprima un bosco misto di latifoglie con ampie radure assolate colonizzate da cespugli di Rubus, si sale fino a un pianoro più assolato e arido con gruppi sparsi di Quercus ilex e suber, per poi ridiscendere nella fresca e ombrosa Valle dei Puntoni, racchiusa tra pendii coperti da un bosco misto di essenze mesofile e umbrofile.
 - * La lecceta di Ponteguidone, bosco puro ed omogeneo ben differenziato dai precedenti, che essendo misti e interrotti da radure presentano spiccati caratteri ecotonali. Oltre all'installazione di una delle quattro Malayse, dalla primavera del 1998, è stata qui installata periodicamente una lampada neon UV a batteria che ha consentito raccolte particolarmente interessanti e caratteristiche di questo particolare biotopo. Particolarmente interessante può risultare il confronto tra le evidenze riguardanti le catture effettuate mediante la lampada e quelle mediante la Malayse, dato che i ditteri ed imenotteri parassitoidi censiti grazie a quest'ultima si sviluppano a spese dei bruchi dei lepidotteri a volo notturno che vengono catturati mediante la prima.
- Il coinvolgimento di un maggior numero di ricercatori (anche operanti su altre tematiche).
 - * Si sono aggiunti altri entomologi impegnati sulle nuove tematiche e operanti mediante le tecniche operative, di cui sopra.
 - * Oltre agli entomologi, anche ricercatori del Gruppo Fauna operanti su altre tematiche sono stati coinvolti in indagini che hanno portato ad un ampliamento di conoscenze entomologiche, ad es. gli studi sull'alimentazione di rapaci notturni hanno richiesto il riconoscimento tassonomico dei resti di coleotteri ed altri insetti reperiti nelle borre di questi uccelli.
 - * E' stata inoltre effettuata una campagna di catture mediante trappole a caduta presso il Figurone (A. Todini) allo scopo di evidenziare le correlazioni tra lo spettro della entomofauna geoadefaga e la vegetazione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nel IV Report è stato già esposto il motivo dell'interesse di un raffronto tra i reperti recenti e quelli pregressi ed è stato citato l'esempio dei Coleotteri Carabidi.

Nel 1998 è stato concluso un analogo lavoro di analisi riguardante i Coleotteri Lamellicomi (Lucanidi e Scarabeidi) attualmente in corso di pubblicazione (Carpaneto et al.).

Il numero delle specie appartenenti a questa famiglia, risultanti dai reperti effettuati a tutt'oggi nel comprensorio, è in totale 102; come i Carabidi, anche queste si possono suddividere in tre gruppi in base al periodo del loro primo rinvenimento; inoltre nel lavoro vengono citate anche le relative suddivisioni in categorie corologiche ed ecologiche.

Il primo gruppo comprende i reperti effettuati negli anni 50-60, soprattutto tra il 1955 e il 1969, unitamente ad alcuni precedenti al 1950.

Tale gruppo assomma a 43 specie, raccolte da P. Luigioni, O. Castellani, E. Migliaccio, P. Barbieri, G. Montelli, F. Cassola, S. Bruno, S. Bruschi, A. Vigna Taglianti, G. Carpaneto, E. Piattella et al..

Il secondo gruppo consiste nei reperti effettuati negli anni 1993-94 da G. Pontuale, come riportato nella sua tesi di laurea, ed in quelli 1986-88 da P. Cosimi ed E. Pacieri, come risulta dalla loro collezione conservata presso i locali della Direzione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

I reperti effettuati dal primo assommano a 56 specie e quelli effettuati dai secondi a 20, del totale di 76 fanno parte 35 specie nuove rispetto quelle del primo gruppo, per cui il totale generale raggiunge nel 1994 le 78 specie.

Il terzo gruppo comprende i reperti effettuati nel periodo da giugno 1994 a dicembre 1998 da P. Maltzeff e al., che assommano complessivamente a 74 specie (determinate da G. Carpaneto e da E. Piattella), di cui 24 non risultano precedentemente rinvenute in Tenuta, portando così il totale a 102, come già detto.

Le raccolte di P. Maltzeff comprendono anche il reperimento e l'allevamento di larve ed un buon numero di catture casuali verificatesi durante l'utilizzo di tecniche e attrezzature non mirate alla cattura di scarabeidi, tra cui l'impiego di trappole a caduta e di fototrappole per lepidotteri a volo notturno.

Ancora nel IV Report sono stati esposti i motivi per cui è interessante la comparazione tra il numero totale di specie rinvenute in Tenuta appartenenti ad un gruppo tassonomico definito ed il numero corrispondente di specie facenti parte dell'entomofauna contenuta nel territorio all'interno del Grande Raccordo Anulare di Roma, che è stata elencata in un catalogo faunistico riguardante i reperti di circa centocinquanta anni di raccolte nella Campagna Romana (M. Zapparoli, 1997).

In tale territorio, ancora con riferimento alla categoria tassonomica già considerata, il numero delle specie reperite di Coleotteri lamellicorni è risultato essere uguale a 130 (G. Carpaneto & E. Piattella, 1997), a fronte delle 102 già elencate per Castelporziano, ciò che costituisce (fino ad ora) oltre il 79% del popolamento di un territorio sei volte più esteso (360 kmq contro meno di 60) e più articolato (considerando il corso del Tevere, i pur modesti rilievi, le varie cave, grotte ed altre discontinuità della superficie del suolo).

Un ulteriore motivo di interesse è però costituito dal fatto che, delle 130 specie raccolte complessivamente a Roma, solamente 49 sono state ritrovate negli "anni 90", ossia il 37,7%, mentre delle 103 specie di Castelporziano 74 sono state trovate (o ritrovate) in tale periodo, pari al 72,5%!

Simile è il caso dei Coleotteri Curculionidi, di cui risultano raccolte negli anni '50-60 11 specie (E. Migliaccio, in litteris) mentre quelle censite negli anni 90 da E. Colonnelli, R. Casalini e P. Maltzeff ammontano a quasi 200, per altro in rapida crescita.

Le specie censite complessivamente entro il GRA di Roma ammontano a 500, di cui però solamente 97 sono state trovate e/o ritrovate nel decennio 1986-1995 (E. Colonnelli & F. Sacco, 1997)!

Ciò equivale ovviamente a dire che l'attuale popolamento faunistico di curculionidi della Tenuta di Castelporziano è pari a oltre il doppio di quello attuale di Roma e Campagna Romana entro il GRA, mentre la stessa popolazione di quest'ultima si è ridotta (in un secolo) a circa il 19,4% del suo "totale storico".

Ciò costituisce un chiaro indicatore di quanto rapido e profondo sia il degrado ambientale entro la Campagna Romana e quale sia invece il valore ecologico e di conservazione ambientale costituito dalla Tenuta di Castelporziano.

Anche rilevante è il caso dei Lepidotteri Geometridi.

Di questi, le specie fino ad ora censite a Castelporziano negli anni 1994-'97 ammontano ad oltre 80 (determinate da V. Raineri), a fronte delle 101 specie segnalate negli stessi termini entro il GRA di Roma, ciò che corrisponde in questo caso a quasi l'80%.

Questa percentuale, prevedibilmente destinata ad aumentare con il procedere delle raccolte, sarà ulteriormente incrementata da altri reperti pregressi di cui si stanno raccogliendo le evidenze.

CONCLUSIONI

Quanto sopra conferma l'elevato numero di specie presenti nell'entomocenosi di Castelporziano, compresi numerosi taxa peculiari divenuti rari o mai trovati altrove nella Campagna Romana e talora nell'intero Lazio, in seguito alle ottime condizioni di conservazione dell'ecosistema.

La validità dei risultati già ottenuti convalida le scelte effettuate nella pianificazione delle ricerche, tra cui quella di impostare indagini ad ampio spettro e con tematiche diversificate.

Occorre puntualizzare l'utilità delle integrazioni, delle ricadute e sinergie tra tecniche di raccolta variamente incrociate con vari tipi di obiettivi, quali la cattura di ditteri con trappole a caduta per coleotteri, e di coleotteri, ditteri, neurotteroidei e tricotteri con fototrappole per lepidotteri.

Sulla base di quanto sopra, le ricerche e le elaborazioni dei dati già acquisiti continueranno nel 1999 sulla falsariga dei seguenti filoni di attività:

- * ulteriore integrazione del catalogo delle specie mediante prospezioni più frequenti in località del comprensorio ancora scarsamente frequentate per vari motivi logistici, di priorità e di disponibilità di risorse;
- * impiego delle nuove tecniche di ricerca e di raccolta già indicate (tende Malayse e allevamento di xilofagi da legni morti) ed altre eventuali di cui si ravvisi l'opportunità e si abbia la disponibilità;

* completamento delle determinazioni tassonomiche dei reperti, loro attribuzione a categorie ecologiche e corologiche e conseguente analisi del territorio utilizzando come indicatori gli stati (presenza-assenza) dei descrittori-specie riferiti ai toponimi (siti) indagati; immissione dei relativi dati nel Sistema Informativo Territoriale Ambientale di Castelporziano (SITAC).

BIBLIOGRAFIA

- Bonavita P., 1987 Le Entomocenosi a Coleotteri Carabidi della fascia costiera mediterranea: la Tenuta di Castelporziano. Tesi di Laurea (Prof. A. Vigna Taglianti), Facoltà di Scienze, Università degli Studi di Roma "La Sapienza" (inedito).
- Bruno S., 1973 Catalogo ragionato dei Carabini del Lazio. Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 28: 1-30.
- 3. Colonnelli E. & Sacco F., 1997 Coleoptera Curculionoidea in Zapparoli, 1997 : 217-235.
- 4. Carpaneto G. & Piattella E., 1997 Coleoptera Lucanoidea, Scarabaeoidea in Zapparoli, 1997: 155-165.
- 5. Carpaneto G., Maltzeff P., Piattella E., Pontuale G., (in stampa). I Coleotteri Lamellicorni della Tenuta Presidenziale di Castelporziano e delle aree limitrofe. Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia.
- 6. Casale A., Sturani M., Vigna Taglianti A., 1982- Coleoptera Carabidae. I Introduzione, Paussinae, Carabinae- Fauna d'Italia, 18 Edizioni Calderini, Bologna, 499 pp.
- 7. Di Girolamo I., Mancini L., 1987 Le mosche sinantropiche della collezione ditterologica dell'Istituto Superiore di Sanità (ex Collezione Saccà) (Diptera, Brachycera), Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 42: 21-35.
- 8. Gobbi G., 1992 I Buprestidi del Lazio, Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 47: 39-61.
- 9. Gobbi G., 1993 Interessanti reperti di Cerambycidae italiani, specialmente delle regioni centromeridionali, Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 48: 83-90.
- 10. Maltzeff P., 1998. Segnalazioni Faunistiche Italiane: Aesalus scarabaeoides (Panzer, 1794) (Coleoptera Lucanidae), Bollettino della Società entomologica italiana, 130 (1): 78-79.
- 11. Maltzeff P., Di Giulio A. & Vigna Taglianti A., in preparazione Contributo alla biologia di Carabus alysidotus e di Carabus italicus rostagnoi, Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia.
- 12. Nardi G., 1994 Note su alcuni Coleotteri rinvenuti sui Monti Lepini e nelle aree limitrofe (Lazio), Quaderni del Museo di Storia Naturale di Patrica (FR), (6): 99-117.
- I3. Papini G., I965 Su alcuni Coleoptera Scarabaeoidea italiani specialmente del Lazio e dell'Abruzzo, Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 20: 39.
- 14. Prola C., Provera P., Racheli T. e Sbordoni V., 1978 I Macrolepidotteri dell'Appennino Centrale Parte I Diurna, Bombyces e Sphinges, Fragmenta Entomologica, 14: 1-217.
- Prola C., Provera P., Racheli T. e Sbordoni V., 1977 I Macrolepidotteri dell'Appennino Centrale -Parte II - Noctuidae, Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 32: 1-238.
- Prola C., Racheli T., 1979 I Geometridi dell'Italia Centrale. Parte I. Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università degli Studi di Bologna, 34 (1978): 191-246.
- 17. Prola C., Racheli T., 1980 I Geometridi dell'Italia Centrale. Parte II. Bollettino dell'Istituto di Entomologia dell'Università degli Studi di Bologna, 35 (1979-80): 29-108.
- 18. Rivosecchi L., 1992 Diptera Scyomizidae Fauna d'Italia- Vol. XXX- Edizioni Calderini, Bologna, 270 pp.
- 19. Rivosecchi L., 1994 Contributo alla conoscenza degli Otitidi italiani (Diptera, Acalyptera, Otitidae) Bollettino dell'Associazione Romana di Entomologia, 49: 75-116.
- 20. Zapparoli M. (edit.), 1997 Gli Insetti di Roma. Comune di Roma, Dip. X Area Risorsa Suolo e Tutela Ambiente, Quaderni dell'Ambiente, 6, Fratelli Palombi Editori, Roma: 360 pp.

NUMERO DI SPECIE PER ORDINE DI INSETTI RACCOLTE NELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO da Paolo MALTZEFF ed altri entro il 1998

DITTERI	130
IMENOTTERI	50
COLEOTTERI	580
LEPIDOTTERI	350
TRICOTTERI	1
NEUROTTEROIDEI:	
RAFIDIOPTERI Inocellidi	1
PLANIPENNI Emerobidi Crisopidi Myrmeleontidi	1 2 7
MECOTTERI Panorpidi	3
EMITTERI	25
ORTOTTERI (Celiferi, Tettigonidi e Grillidi)	20
FORFICULIDI	3
MANTOIDEI	3
FASMIDI	1
BLATTOIDEI	4
ISOTTERI	2
EMBIDI	1
ODONATI	6
EFEMEROIDEI	1
TISANURI	3
DIPLURI	1
COLLEMBOLI	5
TOTALE	1200 SPECIE circa al 31 dicembre 1998.

GRUPPO DI LAVORO

FAUNA

Gli Odonati della Tenuta di Castelporziano: una Check List Aggiornata

RESPONSABILE

Prof. C. Utzeri

UNITA' OPERATIVA

Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

C. Utzeri

INTRODUZIONE

Una lista degli Odonati di Castelporziano è stata pubblicata da UTZERI et al. [17], sulla base di un'indagine durata 7 anni. Dopo quasi 30 anni di frequentazione della tenuta, con prevalente attenzione alla fauna delle acque e in particolare agli Odonati, anche se per ricerche di carattere prevalentemente etologico ed ecologico-comportamentale, mi sembra utile riesaminare il complesso delle informazioni raccolte nel frattempo, che si sono sensibilmente ampliate grazie all'acquisizione di una più ampia conoscenza dei corpi d'acqua e al numero di alcune migliaia di presenze sul campo, mie personali e della mia équipe. Oltre al [17], precedenti articoli che riportano notizie sulle libellule di Castelporziano sono [2, 3, 7, 8, 9, 15].

MATERIALI E METODI

La presente nota è basata principalmente su dati raccolti personalmente da me e dai numerosi studenti, giovani laureati e dottorandi che hanno costituito la mia équipe di ricerca dal 1971 al 1998, oltre che da alcuni colleghi, presso la maggior parte dei cento stagni permanenti e temporanei presenti nella tenuta e alcuni canali (segnatamente Canale Palocco, Canale della Santola e Fosso di Trafusina), ma utili informazioni sono anche tratte dalla letteratura (segnate con <L> in tab. I). Tutte le specie di cui si dà informazione, escluse quelle riportate esclusivamente in letteratura, sono state raccolte almeno una volta come individui adulti tramite retini entomologici e identificate in laboratorio o sul campo per mezzo di chiavi dicotomiche.

In tab. I, le specie individuate con <R> (riproducentisi nella tenuta) sono quelle di cui si è registrata la presenza di popolazioni relativamente abbondanti e costanti negli anni o la presenza contemporanea di maschi e femmine e le rispettive attività connesse alla riproduzione (coppie in tandem o in copula, ovideposizione, ecc.) o la presenza di individui neosfarfallati ancora inetti al volo e di aspetto così fragile da farci escludere che potessero provenire dall'esterno. Dato il carattere non faunistico delle indagini condotte, la presenza di larve non è stata verificata sistematicamente né per tutte le specie date come riproducentisi.

Esemplari di quasi tutte le specie in elenco si trovano in collezione nel Museo del Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza", Roma.

RISULTATI

Nella Tenuta di Castelporziano sono state registrate 40 specie di Odonati (tab. 1), che rappresentano il 70% del totale delle specie di libellule note del Lazio (N = 57 secondo CONCI & NIELSEN [5] e segnalazioni successive: [1, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18]) e il 45% di quelle italiane (N = 89 secondo la check list di UTZERI [16], integrata da [4]). Gli Zigotteri (19 specie) rappresentano l'83% del totale degli Zigotteri del Lazio e il 59% del totale degli zigotteri italiani; gli Anisotteri (21 specie) il 62% e il 37% rispettivamente (tab. 2), ma va osservato che mentre tutte e quattro le famiglie italiane di Zigotteri sono presenti a Castelporziano, solo due delle cinque famiglie italiane di Anisotteri vi sono rappresentate (tab. 2).

		01	Calopteryx haemorrhoidalis (Vander L.)	+
	CALOPTERYGIDAE	02	Calopteryx virgo (Linneus)	+
		03	Calopteryx splendens (Harris)	+
		04	Sympecma fusca (Vander L.)	F
		05	Chalcolestes viridis (Vander L.)	F
	LESTIDAE	06	Chalcolestes parvidens (Artobolevski)	F
		07	Lestes barbarus (Fab.)	F
		08	Lestes virens (Charpentier)	F
		09	Lestes dryas Kirby	I
ZYGOPTERA	PLATYCNEMIDIDAE	10	Platycnemis pennipes (Pallas)	1
		11	Ischnura elegans (Vander L.)	F
		12	Ischnura pumilio (Charpentier)	F
		13	Cercion lindeni (Selys)	F
		14	Coenagrion mercuriale (Charpentier)	F
	COENAGRIONIDAE	15	Coenagrion scitulum (Rambur)	F
		16	Coenagrion pulchellum (Vander L.)	1
		17	Coenagrion puella (Linneus)	F
		18	Erythromma viridulum (Charpentier)	F
		19	Ceriagrion tenellum (Villers)	F
		20	Brachytron pratense (Mueller)	1
	Aeshnidae	21	Aeshna cyanea (Mueller)	F
		22	Aeshna mixta Latreille	F
		23	Aeshna affinis (Vander L.)	F
		24	Aeshna isosceles (Mueller)	-
		25	Anax imperator Leach	F
		26	Anax parthenope (Selys)	F
		27	Hemianax ephippiger (Burmeister)	F
		28	Libellula depressa Linneus	F
		29	Libellula fulva (Mueller)	F
ANISOPTERA		30	Libellula quadrimaculata Linneus	1
		31	Orthetrum coerulescens (Fab.)	F
	l)	32	Orthetrum brunneum (Fonscolombe)	F
		33	Orthetrum cancellatum (Linneus)	F
	LIBELLULIDAE	34	Crocothemis erythraea (Brullé)	F
		35	Sympetrum fonscolombei (Selys)	F
		36	Sympetrum striolatum (Charpentier)	F
		37	Sympetrum meridionale (Selys)	I
		38	Sympetrum sanguineum (Mueller)	F
		39	Sympetrum depressiusculum (Selys)	F
		40	Trithemis annulata (Pal. De Beauv.)	

Tab. 1. Check list degli Odonati di Castelporziano. + = semplice presenza; R = riproduzione accertata o probabile; L = solo letteratura.

FAMIGLIA	NUMERO SPECIE DI CASTELPORZIANO	NUMERO SPECIE DEL LAZIO	Numero specie italiane
Calopterygidae	3	3	3
Lestidae	6	6	9
Platycnemididae	1	1	1
Coenagrionidae	9	13	19
Totali spp. Zygoptera	19 83% Lazio; 59% Italia	23	32
Aeshnidae	8	9	12
Gomphidae		5	8
Cordulegastridae		3	4
Corduliidae	-	3	8
Libellulidae	13	14	25
Totali spp. Anisoptera	21 62% Lazio; 37% Italia	34	57
Totali spp. Odonata	40 70% Lazio; 45% Italia	57	89

Tab. 2. Prospetto delle famiglie di Odonati e relativo numero di specie presenti a Castelporziano, nel Lazio e in Italia.

Accanto a specie ampiamente diffuse nella tenuta, come Chalcolestes viridis, C. parvidens, Lestes barbarus, L. virens, Ischnura elegans, Cercion lindeni, Coenagrion scitulum, C. puella, Erythromma viridulum, Aeshna cyanea, A. mixta, A. affinis, Anax imperator, A. parthenope, Libellula depressa, Orthetrum cancellatum, Crocothemis erythraea, Sympetrum striolatum, S. meridionale e S. sanguineum, ci sono specie la cui presenza sembra limitata ad alcuni stagni, in cui possono essere relativamente abbondanti, come Coenagrion mercuriale, Ceriagrion tenellum, Orthetrum coerulescens, O. brunneum e Sympetrum fonscolombei; altre, che pure possono o potrebbero riprodursi nella tenuta, sono state registrate sporadicamente, come Sympecma fusca, Ischnura pumilio, Coenagrion pulchellum, Hemianax ephippiger, Libellula fulva e Sympetrum depressiusculum, e altre ancora sembrano invadere la tenuta del tutto occasionalmente e non ne è stata accertata la riproduzione, come Calopteryx haemorrhoidalis, C. virgo, C. splendens, Lestes dryas, Platycnemis pennipes, Brachytron pratense, Aeshna isosceles, Libellula quadrimaculata e Trithemis annulata. Di tutte queste specie, Lestes dryas è riportata in letteratura per il comprensorio della tenuta [2, 3], ma non è stata mai confermata e Libellula quadrimaculata e Trithemis annulata sono state raccolte in un singolo esemplare ciascuna.

Delle 40 specie di libellule, 30 probabilmente si riproducono o si sono riprodotte nella tenuta nel periodo coperto dalla presente relazione (tab. 1).

CONCLUSIONI

Il popolamento odonatologico di Castelporziano, che include oltre i due terzi delle specie riportate per il Lazio, appare straordinariamente ricco, specialmente se si considera la relativa uniformità dell'habitat, rappresentato quasi esclusivamente da piccoli stagni e il regime temporaneo della maggior parte di questi. I pochi canali in cui scorre acqua durante la stagione di volo delle libellule (primavera-autunno) rappresentano un habitat accessibile solo ad alcune delle specie di acque correnti (per es. quelle di genere *Calopteryx*) ma non a quelle legate a fiumi e ruscelli di portata relativamente ampia e continua (famiglie Gomphidae e Cordulegastridae). D'altro canto è assente anche la famiglia Corduliidae, che annovera specie di acque stagnanti ma di altitudine elevata o, nel caso di *Somatochlora meridionalis* e *Oxygastra curtisi*, pur presenti nel Lazio, di acque correnti di pianura ma permanenti e di una certa portata. L'assenza di rappresentanti delle famiglie Gomphidae, Cordulegastridae e Corduliidae, tutte del sottordine Anisoptera, ha il suo peso nel determinare la diversa proporzione fra Zigotteri e Anisotteri della tenuta e le rispettive rappresentanze regionali (tab. 2).

Tale ricchezza di specie è in parte dovuta alla plasticità ecologica degli Odonati, molti dei quali accettano, per la riproduzione, anche corpi d'acqua esigui e di natura temporanea, ma certamente gioca il suo ruolo lo stato di buona conservazione globale delle ampie aree della tenuta in cui non si svolgono attività economiche e il cui mantenimento non prevede interventi di gestione da parte dell'uomo. Il rispetto assoluto dello stato naturale delle raccolte d'acqua, d'altronde, potrebbe portare a una riduzione della consistenza delle popolazioni, sia a causa della naturale evoluzione degli stagni da permanenti a temporanei sia in seguito ad annate particolarmente siccitose, in cui anche gli stagni permanenti vanno incontro a una diminuzione drammatica del livello dell'acqua e a un altrettanto drammatico aumento della temperatura. Questo potrebbe causare perfino la scomparsa di alcune specie dalla tenuta, prime fra tutte quelle la cui distribuzione localizzata (v. prima) le suggerisce ecologicamente meno tolleranti. E' da sottolineare, a questo proposito, che 39 delle 40 specie di Castelporziano sono state registrate nel corso degli ultimi 30 anni, ma mai tutte insieme nel corso di una singola stagione. E' perciò probabile che negli anni si verifichi un certo avvicendamento di specie, con almeno alcune entità che occasionalmente o periodicamente colonizzano la tenuta e altre che scompaiono per uno o più anni.

La buona qualità dell'habitat è testimoniata dal notevole numero di specie che si riproducono nella tenuta, mentre non si può escludere che delle 10 specie di cui si è accertata solo la presenza o la cui presenza è riportata in letteratura, alcune possano essersi riprodotte almeno occasionalmente in qualche luogo, dato che, nelle nostre osservazioni, spesso non comparivano come individui dispersi ma localizzati in prossimità dell'acqua, come presso biotopi adatti alla riproduzione. E' da osservare tuttavia che Lestes dryas è più comune ad altitudini elevate, Libellula quadrimaculata è piuttosto rara nel Lazio e Trithemis annulata, di cui è stato raccolto un singolo individuo, necessita normalmente di corpi d'acqua di una certa estensione.

Un commento a parte merita *Hemianax ephippiger*, che con una certa frequenza emigra dall'Africa e dal Medio Oriente verso l'Europa, passando anche per l'Italia [12]. Due individui di questa specie, che nel Lazio è stata riportata raramente, sono stati raccolti a Castelporziano nel 1979 e nel 1984 [15] e un piccolo contingente vi si è riprodotto nel 1990 [9], senza tuttavia insediarvisi stabilmente.

RINGRAZIAMENTI

Mi piace qui ricordare i nomi di tutti coloro che sono stati miei collaboratori (o io loro) nelle ricerche sugli Odonati a Castelporziano negli ultimi 28 anni, tutte persone assai piacevoli e alle quali sento di esprimere la mia riconoscenza per la loro compagnia e il loro contributo, diretto o indiretto, alla presente nota: Carlo Consiglio, Gianmaria Carchini, Elisabetta Falchetti, Carlo Belfiore, Adolfo Cordero Rivera, Rita Raffi, Annamaria Spanò, Gabriella Reggiani, Simonetta Di Cave, Giampiero Sorce, Caterina Lorenzi, Gloria Gianandrea, Luigi Dell'Anna, Paolo Passacantilli, Andrea Rossi, Francesca Biffi, Claudia Ercoli, Serena Santolamazza Carbone, Alfredo Carini, Alessia Baldi e Francesca Russo. Rivolgo un ringraziamento particolare a tutto il personale della tenuta, dai Direttori alle guardie, che in numerose occasioni si sono prodigati per facilitarmi il lavoro e la permanenza a Castelporziano.

BIBLIOGRAFIA

- 1. BELFIORE, C., C. UTZERI, E. FALCHETTI & G. CARCHINI, 1977. Enallagma cyathigerum (Charp.) in biotopi di media e bassa quota dell'Italia centromeridionale e altre catture di Odonati. Boll. Ass. romana Ent. 31: 1-4.
- 2. CASTELLANI, O., 1936. Contributo alla conoscenza della fauna entomologica del Lazio. Odonata. *Boll. Soc. Ent. ital.* 68: 34-40.
- 3. CASTELLANI, O., 1951. Quinto contributo alla conoscenza della fauna odonatologica d'Italia. Odonati di Sardegna, ecc. ed importanti catture nel Lazio meridionale. *Boll. Ass. romana Ent.* 6: 9-12.
- 4. COBOLLI, M., C. UTZERI, E. DE MATTHAEIS & L. DELL'ANNA, 1994. Note preliminari sullo status tassonomico e la corologia italiana di *Chalcolestes parvidens* (st. nov.) (Odonata: Lestidae). *Atti 17° Congr. naz. ital. Ent.*, Udine, pp. 77-82.
- 5. CONCI, C. & C. NIELSEN, 1956. Odonata. XII + 295 pp., 156 fig.. Calderini, Bologna.

- 6. CONSIGLIO, C. 1953. Odonati dell'Italia meridionale e degli Abruzzi. Mem. Soc. ent. ital. 31: 96-108.
- 7. CONSIGLIO, C., R. ARGANO & L. BOITANI, 1970. Osservazioni preliminari sulla ripartizione ecologica degli Odonati adulti in due biocenosi di stagno. *Boll. Zool.* 36: 353-354.
- 8. CONSIGLIO, C., R. ARGANO & L. BOITANI, 1974. Osservazioni ecologiche sugli Odonati adulti di uno stagno dell'Italia centrale. *Fragm. Entomol.* 9: 263-281.
- 9. DELL'ANNA, L., C. UTZERI & G. CARCHINI, 1993. Su un'invasione di *Hemianax ephippiger* (Burmeister, 1839) in Italia nel 1990, con note di corologia e comportamento (Odonata, Aeshnidae). *Boll. Ass. romana Ent.* 47: 3-6.
- 10. DI DOMENICO, M. & G. CARCHINI, 1994. Odonata of Lake Ventina, Lazio, with records of two new species for central Italy. *Opusc. zool. flumin.* N° 119, 11 pp..
- 11. GALLETTI, P.A. & M. PAVESI, 1985. Ulteriori considerazioni sui *Cordulegaster* italiani (Odonata: Cordulegasteridae). *G. it. Ent.* 2: 307-326.
- 12. HEYMER, A., 1967. Hemianax ephippiger en Europe (Odonata, Anisoptera). Ann. Soc. ent. fr. (N.S.) 3: 787-795.
- 13. STELLA, E. & F.G. MARGARITORA, 1966. Studio faunistico ed ecologico di un lago-stagno del Lazio: il lago di Monterosi. *Arch. zool. ital.* 51 (P. 1): 159-226.
- 14. UTZERI, C. & E. FALCHETTI, 1982. Notizie sulla corologia di alcuni odonati italiani. Boll. Ass. romana Ent. 35: 9-14.
- 15. UTZERI, C. & E. FALCHETTI, 1990. Odonati delle Isole Ponziane. Boll. Ass. romana Ent. 44: 29-31.
- 16. UTZERI, C., 1995. Odonata. In: A. Minelli, S. Ruffo & S. La Posta [Ed.s], *Check list delle specie della fauna italiana*, N° 35, 7 pp.. Calderini, Bologna.
- 17. UTZERI, C., E. FALCHETTI & C. CONSIGLIO, 1977. Lista degli Odonati della tenuta presidenziale di Castelporziano (Roma). *Fragm. Entomol.* 13: 59-70.
- 18. UTZERI, C., L. DELL'ANNA, F. LANDI, E. DE MATTHAEIS & M. COBOLLI, 1994. Nota preliminare sulla distribuzione di *Chalcolestes viridis* (Vander Linden, 1825) e *C. parvidens* (Artobolevski, 1929) in Italia (Zygoptera: Lestidae). *Notul. odonatol.* 4: 46-50.

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA II Popolamento di Odonati

RESPONSABILE Prof. G. Carchini

UNITA' OPERATIVA Università "Tor Vergata" - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M. Di Domenico, C. Tanzilli, T. Pacione

INTRODUZIONE

Poiché il IV report è stato compilato nella primavera del 1997, in esso non sono stati riportati i dati ottenuti durante il periodo di volo degli Odonati nel 1997 (approssimativamente da Aprile a Ottobre). Di conseguenza nella presente relazione saranno esposti i risultati dell'attività sia del 1997 che del 1998. Nel periodo suddetto l'attività può essere distinta in:

- a) attività di ricerca mirate al monitoraggio di Castelporziano, e sostenute da specifici fondi. Tali fondi (5 milioni di lire) sono stati disponibili solo a fine estate 1996, e conseguentemente l'attività relativa è iniziata, sul campo, dalla successiva primavera 1997;
- proseguimento di attività di ricerca da tempo in corso, con finalità solo in parte coincidenti con quelle proprie del programma di Monitoraggio di Castelporziano, e sostenute da altre fonti di finanziamento.

Per quanto riguarda le ricerche di cui al punto a), cioè più direttamente mirate ai fini del monitoraggio di Castelporziano, esse vengono nel seguito descritte più dettagliatamente. Tuttavia, essendo iniziate in ritardo, esse verranno completate con altre osservazioni durante il periodo di volo del 1999. Un'esposizione completa dei risultati e la relativa discussione viene perciò rimandata al completamento delle indagini sul campo. Per questo motivo la presente relazione non è stilata secondo i canoni usuali dei lavori scientifici (mancando infatti anche di bibliografia), ma deve essere intesa come uno stato di avanzamento delle ricerche.

SCOPO DELLA RICERCA

Il monitoraggio nel tempo dello stato di conservazione di popolazioni animali è un argomento interessante tanto di per sé, che come indicatore biologico dello stato generale dell'ambiente in cui le popolazioni vivono. Esso rientra quindi perfettamente nelle finalità del programma di monitoraggio di Castelporziano. Fra le specie animali, tuttavia, ad esclusione in qualche misura delle specie di vertebrati di interesse venatorio, i dati sono generalmente troppo scarsi per permettere di apprezzare trends nel tempo. A Castelporziano l'attività di diversi ricercatori per più anni ha permesso l'accumularsi di dati che possono essere utilizzati in questo senso. In particolare gli Odonati sono studiati dalla metà degli anni '60, e una lista faunistica è già stata pubblicata. (Utzeri et al., 1977). Di conseguenza esiste la possibilità di analizzare trend temporali su scala decennale, opportunità assolutamente rara negli studi sulle popolazioni di invertebrati. Alla luce di quanto sopra, pur nei limiti temporali e di risorse imposte dalla organizzazione del programma di monitoraggio di Castelporziano, scopo della ricerca è stato di analizzare con precisione la fauna ad Odonati della Tenuta. Oltre alla composizione complessiva della fauna, si è analizzato anche il popolamento delle singole piscine, nell'ottica di ricavare correlazioni significative con i numerosi dati riguardanti altri aspetti, biologici e non, dell'ambiente delle piscine. A tal fine, si è proceduto non solamente all'analisi qualitativa, cioè di semplice presenza-assenza delle varie specie, ma anche a stime della numerosità assoluta delle popolazioni. Tali dati sono rilevati per la prima volta, e quindi sfortunatamente non suscettibili al momento di comparazioni con dati precedenti, ma confrontabili con altri similari futuri, auspicabili frutti di un proseguimento delle attività di monitoraggio anche oltre il termine del programma presente. Inoltre, al fine di determinare l'effettivo legame fra le popolazioni di Odonati ed i singoli biotopi (= piscine) sono stati compiuti marcaggi differenziati per osservare gli spostamenti di individui da una piscina all'altra.

MATERIALI E METODI

Grazie al particolare comportamento degli Odonati, che si affollano alle raccolte d'acqua per la riproduzione, il censimento di una popolazione può essere compiuta col semplice avvistamento. Personale addestrato al riconoscimento sul campo percorreva le rive delle piscine contando, a vista o con l'ausilio di binocoli, gli individui di ogni specie, senza limite di tempo, ma comunque in 15 - 30 minuti a seconda della grandezza della piscina. Il rischio di contare più volte lo stesso individuo, che si fosse spostato durante il rilevamento, è minimizzato dal comportamento degli Zigotteri che tendono a compiere solo piccoli spostamenti, e dalla scarsa numerosità degli Anisotteri, che li rende più facili da seguire anche in volo. Poiché gli Odonati sono attivi solamente con forte luminosità, le osservazioni sono state compiute nelle ore centrali di ogni giornata, escludendo i giorni di tempo nuvoloso. Gli individui di cui fosse incerta la determinazione specifica non sono stati considerati nei risultati. Tuttavia la frazione di individui indeterminati è sempre stata molto bassa, approssimativamente inferiore all'1%. In ogni giorno di osservazione, le varie piscine venivano visitate in ordine casuale, in modo da minimizzare errori sistematici dovuti alla costanza dell'ora di osservazione. Le osservazioni venivano ripetute ogni 15 giorni, ed ogni periodo di osservazione richiedeva circa 4 giorni per completare le rilevazioni in tutte le piscine.

Per i marcaggi, è stata utilizzata una tecnica ampiamente sperimentata in studi precedenti: gli individui venivano catturati con un retino entomologico e quindi veniva loro apposta una macchia di vernice acrilica, con acqua come solvente ma a rapido asciugamento, di colore diverso a seconda della piscina in cui avveniva il marcaggio. Negli Zigotteri, la macchia era disposta sulla superficie inferiore dell'ala posteriore sinistra, così da evitare il rischio di adesione durante il volo. Negli Anisotteri la macchia era sulla superficie inferiore dell'ala posteriore destra, ed inoltre un numero progressivo era disegnato sulla superficie inferiore dell'ala posteriore sinistra. Gli individui marcati venivano rilasciati immediatamente, eliminando quelli che mostravano di essere stati danneggiati dalle operazioni di marcaggio. Durante le operazioni di censimento venivano registrati gli individui con un marchio, sia della stessa che di altre piscine. Gli individui non venivano disturbati, cosicché essi erano liberi di spostarsi ulteriormente, anche se ciò comportava un rischio di sovrastima degli spostamenti per gli Zigotteri.

Oltre al censimento delle popolazioni di Odonati, sono state rilevate numerose variabili ambientali per ciascuna piscina: diametro maggiore e minore, profondità, copertura arborea, % di occupazione della piscina da parte di diverse specie di macrofite immerse ed emergenti, ecc.

AREA DI STUDIO

Nel 1997 sono state censite le popolazioni di Odonati di 16 piscine; nel 1998 sono state aggiunte altre 6 piscine per un totale di 22, circa un quarto del totale censito per Castelporziano. Tuttavia, molti dei biotopi acquatici censiti non sono adatti all'insediamento di popolazioni di Odonati perché troppo effimeri, cosicché il nostro campione rappresenta circa la metà dei biotopi con possibile popolamento di Odonati. Le piscine esaminate, riportate in tabella 1, sono state scelte in modo da coprire più o meno regolarmente il territorio della tenuta e sono sia permanenti che temporanee (cioè soggette ad un periodo estivo di prosciugamento).

I marcaggi sono stati eseguiti in tutte le 16 piscine osservate nell'anno 1997, e solo in tre (T1, dei Monti del Pero, P10 Frasso; T22, Selciatella) nel 1998, ma scelte al centro di tre zone della Tenuta (rispettivamente interna, centrale e costiera) ricche di altre piscine dove controllare gli eventuali spostamenti. La posizione delle piscine può essere rilevata dalla Carta delle Piscine edita dal SITAC, alla quale si fa riferimento anche per le sigle e la denominazione.

RISULTATI E DISCUSSIONE PRELIMINARE

I risultati delle operazioni di marcaggio e delle osservazioni di individui marcati sono esposti nella tabella 2. Da essa si nota che le percentuali di individui rivisti, anche nella stessa piscina dove erano stati marcati, sono molto basse. Un motivo di ciò può essere dovuto al fatto che fra il momento del marcaggio e la successiva osservazione della stessa piscina passava una settimana. Considerando che il periodo di presenza all'acqua per la riproduzione, per ogni individuo (di Zigottero) è dell'ordine delle due settimane, è possibile che alcuni individui terminassero la loro attività riproduttiva fra il momento del marcaggio e quello della successiva osservazione della piscina. Al contrario, il periodo riproduttivo individuale è più lungo per gli Anisotteri, facilitando il reperimento di individui marcati anche dopo una

settimana. In ogm caso, lo scopo del marcaggio era di controllare il grado di fedeltà delle singole specie ad una determinata piscina, e tale risultato può essere raggiunto confrontando le % di individui rivisti nella piscina dove erano stati marcati con quella dei rivisti in altre piscine. Da una prima analisi dei risultati si nota che tutte le specie sono più frequenti nel sito di marcaggio, fatta eccezione per A. affinis, e alcune non sono mai state riviste in altre piscine. Tale filopatria era già stata evidenziata alcuni specie della famiglia Lestidae (Lestes virens, L. barbarus) mentre il nostro dato similare per Ischnura elegans e Sympetrum meridionale è originale, anche se appare bisognoso di conferme, data la piccola percentuale di individui comunque rivisti. Le rimanenti 5 specie appaiono meno filopatriche, essendo state ritrovate anche in piscine diverse da quelle di marcaggio. Tuttavia una analisi dell'entità degli spostamenti ha mostrato che gli Zigotteri (Coenagrion puella e Cercion lindeni) si ritrovano esclusivamente in piscine distanti poche decine di metri da quella di marcaggio, mentre gli Anisotteri (Libellula depressa, Othetrum cancellatum e Crocothemis erythraea) anche a diversi km di distanza. Nel complesso gli Zigotteri appaiono essere confinati più o meno strettamente ad una particolare piscina, che si identifica molto probabilmente col luogo da dove essi sono emersi al termine della fase larvale acquatica, mentre gli Anisotteri appaiono meno stanziali, capaci di compiere la loro attività riproduttiva in biotopi diversi da quello di origine.

La tabella 3 riporta le specie di Odonati reperite. Il totale di 30 specie si avvicina al totale (31) riportato da Utzeri et al., (1977) che considerava l'insieme delle segnalazioni dagli anni '50. Se ne può dedurre che il nostro campionamento, pur se protratto solo per due anni, è stato considerevolmente accurato. Per quanto riguarda la composizione, non sono state ritrovate le specie Calopteryx virgo e C. splendens, specie nettamente reofile la cui presenza è sicuramente accidentale in biotopi stagnanti; Lestes dryas, specie comune in quota, ma accidentale a bassa quota; Ischnura pumilio, ormai piuttosto rara in Italia Centrale, Aeshna cyanea e Libellula quadrimaculata, anch'esse più diffuse in quota che al livello del mare. Al contrario, durante i censimenti sono state reperite alcune nuove specie. Per un'analisi più completa della composizione faunistica vedi anche la relazione di Utzeri a questo convegno.

La fig. 1, in alto, riporta il numero di piscine colonizzate da ogni specie. Sia negli Anisotteri che negli Zigotteri a specie molto distribuite si contrappongono specie rare, ma senza una netta distinzione fra i due contingenti, dal momento che si osservano tutte le situazioni intermedie. Esistono anche variazioni fra i due anni, con un aumento generalizzato delle distribuzioni nel 1998. La stessa fig. 1, in basso, riporta il numero di specie censite per ogni piscina, sia nell'anno 1997 che nel 1998. Si osservano notevoli variazioni, da un minimo di due specie ad un massimo di 19, mentre le variazioni da un anno all'altro sono molto più contenute, ma con una tendenza all'aumento nel 1998 (11 casi su 16). La fig. 2 riporta il periodo di volo di Anisotteri (in alto) e Zigotteri (in basso), ottenuto unendo gli estremi temporali di presenza delle specie nell'insieme delle piscine indagate. Appaiono notevoli differenze fra i due anni, che si possono riassumere in un più lungo periodo di volo per gli Anisotteri, e un posticipo dell'intera stagione di volo per gli Zigotteri, durante il 1998. In modo del tutto preliminare, possiamo trarre qualche considerazione dalle variazioni qualitative e quantitative avvenute fra il 1997 e il 1998, tutte indicanti un arricchimento della fauna ad Odonati della Tenuta. Esse sono in accordo con una maggiore piovosità del 1998, soprattutto nell'inverno '97-'98, che ha mantenuto alto il livello delle piscine sino ad estate inoltrata, consentendo anche che alcune di esse non si asciugassero, al contrario di quanto avvenuto nel 1997. Questo ha consentito un pieno sviluppo delle popolazioni larvali di Odonati, con conseguente successo nella colonizzazione di nuove piscine, come riscontrato dai nostri risultati esposti in fig. 1.

I risultati dei censimenti delle popolazioni sono espressi sotto forma di tabelle, una per ogni piscina, di cui in questa sede si espongono solo alcuni esempi in appendice per motivi di brevità. L'insieme dei risultati è raccolto in files che sono stati trasmessi al SITAC. Come detto sopra, dati simili non sono disponibili per gli anni precedenti, tuttavia alcuni confronti sono possibili con osservazioni non sistematiche condotte nel 1996 e 1995. In quegli anni sono state visitate diverse piscine di Castelporziano al fine di reperire popolazioni di Coenagrionidae abbastanza numerose per potervi condurre studi sulla relazione fra successo riproduttivo e Asimmetria Fluttuante, accennati sopra al punto a)ii). Nonostante estese ricerche, non fu reperita nessuna piscina che ospitasse popolazioni di Coenagrionidae numericamente consistenti (cioè almeno 50 individui contemporaneamente presenti all'acqua). Inoltre le piscine mostravano livelli bassissimi già a metà primavera e alcune, precedentemente classificate come permanenti, si asciugarono del tutto con l'avanzare della stagione. Inoltre molte piscine presentavano acque torbide, cosa relativamente frequente alle prime piogge autunnali, che però si normalmente si modificava progressivamente fino ad una situazione di acque limpide e ricche di macrofite acquatiche, tipica dei mesi di fine inverno e primavera. In quegli anni invece la torbidità fu permanente, con scarso sviluppo delle macrofite. Tale situazione, che rientra nella dicotomia di situazioni già nota in letteratura

per i laghi poco profondi, è nota essere sfavorevole per molti elementi della fauna bentonica, Odonati compresi, e porta ad un abbassamento della diversità in specie e, se protratta, ad effetti disastrosi con bloom algali e produzione di sostanza nocive.

Per avere un primo quadro complessivo del popolamento, e stata utilizzata l'analisi delle corrispondenze (AC) sui dati delle presenze totali di ogni specie per piscina per anno; da una prima analisi è risultato che la riduzione ai tre assi graficamente rappresentabili migliora nettamente considerando separatamente Anisotteri e Zigotteri e considerando solamente le specie e le piscine con numerosità inferiori a 1% del totale. La fig. 3 riporta (in alto) i risultati della AC per gli Zigotteri nel '97 e '98. Nel '97 il primo asse contrappone T1 e P5 e C. lindeni e C. puella a tutte le restanti piscine e specie, ma soprattutto al gruppo P1, T22, P6 più L. barbarus, L. virens; il secondo asse isola P4 ed E. viridulum, ed infine il terzo P11 e T22 e I. elegans dalle restanti piscine e specie. Nel '98, il primo asse individua ancora P5 e T1 più C. lindeni e C. puella contrapposti a C2a e 78 (due piscine non censite nel '97) ed E. viridulum; il secondo asse P11 e L. virens e il terzo P10 e L. barbarus contrapposti a tutte le restanti specie e piscine. Nel complesso la situazione varia poco da un anno all'altro, col gruppo P5, T1, C. lindeni e C. puella sempre conservato sul primo asse, e con le stesse specie specie (L. virens, L. barbarus, E. viridulum), ma non sempre con le stesse piscine a caratterizzare i restanti assi. Le piscine molto vicine, come appunto P5 e T1, hanno un popolamento molto simile; al contrario non si nota alcuna tendenza delle piscine "T" o "P" ad aggregarsi fra di loro.

La fig. 3 riporta (in basso) i risultati della AC per gli Anisotteri nel '97 e '98. Nel '97 il primo asse distingue T22 e P6, accompagnate dalle specie di Sympetrum (S. depressiusculum, S. fonscolombei, S. meridionale, S. Sanguineum, S. striolatum) e da A. mixta, da un folto gruppo di piscine (P1, P3, P4, P10, T19, T17a) caratterizzate da L. depressa. Il secondo asse isola soprattutto P6 e S. fonscolombei, mentre il terzo T1 con C. erythraea. Nel '98 il primo asse contrappone ancora le specie di Sympetrum (tutte con valori negativi) alle rimanenti, ma la posizione estrema sull'asse è presa da C. erythraea invece che da L. depressa, la quale caratterizza una estremità del secondo asse, accompagnata da molte piscine, alcune le stesse del '97 (P1, P9, P10, T17a). Infine il terzo asse isola solo la posizione di due Sympetrum (S. depressiusculum e S. sanguineum) e di Al rispetto a tutte le altre specie e piscine. Nel complesso il popolamento appare meno costante da un anno all'altro che per gli Zigotteri, e comunque c'è maggiore costanza nelle relazione fra le specie specie che in quelle fra piscine. La similarità fra piscine vicine è molto meno accentuata che negli Zigotteri, mentre, anche per gli Anisotteri, le piscine "T" e "P" non mostrano affatto popolamenti simili. Tali sigle erano state assegnate diversi anni or sono secondo una classificazione in Temporanee o Permanenti delle piscine, fatto che ha un indubbio peso nella colonizzazione delle piscine da parte delle diverse specie tanto degli Zigotteri che degli Anisotteri. Questa apparente contraddizione può essere spiegata col fatto che alcune piscine "T" non si asciugarono negli anni '97 e '98 (caso della T1), e viceversa alcune "P" si essiccarono negli stessi anni (caso della P4).

Nel complesso questa prima analisi dei dati quantitativi del popolamento ad Odonati concorda con quanto osservato dai dati sul marcaggio, e cioè che solo gli Zigotteri presentano popolazioni "fedeli" ad una particolare piscina. Gli Anisotteri, fra cui si ritrovano numerose specie classificate "Wanderer" (A. affinis, A. mixta, A. imperator, L. depressa, C. eythraea, S. fonscolombei, S. meridionale), sono meno prevedibili, anche se alcune regolarità appaiono anche nella loro distribuzione. Entrambi i gruppi sono certamente sensibili sia a fattori biotici, quali le possibilità di convivenza fra specie determinate da rapporti di competizione e/o predazione reciproca, e i fattori abiotici. In effetti, i dati di abbondanza numerica delle popolazioni si prestano a correlazioni con variabili fisico-chimiche e biologiche caratterizzanti delle singole piscine, dati in parte raccolti dal nostro gruppo di ricerca ed in massima parte attesi dall'attività degli altri gruppi di lavori, molti dei quali hanno focalizzato il loro interesse su questi ambienti.

L'analisi di questi ultimi aspetti sarà oggetto di approfondimento nella parte finale dello studio nel prossimo anno.

Per quanto riguarda le ricerche di cui al punto b), se ne da qui solo una sommaria relazione. Esse sono consistite in:

 campionamenti stagionali di macrobenthos, accompagnati da misure di variabili fisico-chimiche, in due stagni permanenti, non oggetto di ricerche da parte di altri gruppi operanti in Castelporziano. Lo scopo principale era ottenere dati da comparare con altri ambienti similari, al di fuori della tenuta, sottoposti a diversa gestione. Sono stati scelti due stagni (Valle dell'Oro e Tor Paterno) fra i più grandi della tenuta e in posizione il più possibile distante. I campionamenti hanno rivelato una notevole diversità ed abbondanza della fauna macrobentonica, nonostante l'origine artificiale e

- relativamente recente del primo. I dati potranno integrare quelli contemporaneamente rilevati in altri stagni da altri ricercatori;
- ii) studio del successo riproduttivo di maschi di Odonati Coenagrionidae caratterizzati secondo il grado di asimmetria fluttuante, la taglia e la eterozigosità valutata con elettroforesi dei sistemi gene-enzima. Tale ricerca è stata condotta sulla popolazione di Cercion lindeni della Piscina dei Monti del Pero nel Giugno-Luglio 1997. I risultati di una prima elaborazione dei dati sono stati esposti in una comunicazione al 59° Congresso U.Z.I.. Uno studio similare è stato condotto nell'estate del 1998. Ai fini del monitoraggio, i dati raccolti possono essere utilizzati per una stima della numerosità delle popolazioni.

RINGRAZIAMENTI

Tutta l'attività sul campo si è valsa del prezioso aiuto del personale della Tenuta, a cui vanno i nostri più sinceri ringraziamenti.

Piscina	Area	Periodo di osservazione
P4-del Muro	nord	1997-1998
P3-Spagnoletta di sotto	nord	1997-1998
C2-della Carbonaia	nord	1998
della Carbonaia 2	nord	1998
P1-Ponte Guidone	nord	1997-1998
P5-Monti del Pero	nord	1997-1998
T1-dei Monti del Pero	nord	1997-1998
Al-Pantano	nord	1997-1998
P9-Presidente	nord	1997-1998
T19-Ponte dei Materiali	centro	1997-1998
P10-Frasso	centro	1997-1998
P6-Camilletto	centro	1997-1998
P18-Figurella	centro	1998
Infernetto	centro	1998
T17-dei Cioccati	centro	1997-1998
dei Cioccati 2	centro	1997-1998
Amazzonica	centro	1998
T35-della Dogana	centro	1997-1998
T49-le Colonnacce	centro	1997-1998
Pl 1-Vetrica	sud	1997-1998
T22-Selciatella	sud	1997-1998
P16-Tor Paterno	sud	1998

Tab. 1. Elenco delle piscine osservate.

Specie	Marcati	Rivisti nella stessa piscina	Rivisti in altre piscine
Ischnura elegans	70	3 (4%)	0
Coenagrion puella	75	8 (11%)	1 (1%)
C. scitulum	44	0	0
C. pulchellum	7	0	0
Cercion lindeni	64	12 (19%)	2 (3%)
Erythromma viridulum	2	0	0
Lestes barbarus	46	3 (7%)	0
L. virens	150	12 (8%)	0
Chalcolestes sp	133	2 (1%)	0
Sympecma fusca	1	0	0
Anax imperator	14	0	0
A. parthenope	2	0	0
Aeshna mixta	12	0	0
A. affinis	21	0	1 (5%)
Libellula depressa	244	25 (10%)	4 (2%)
Orthetrum cancellatum	89	11 (12%)	4 (5%)
O. brunneum	1	0	0
Crocothemis erythraea	101	37 (37%)	6 (6%)
Sympetrum striolatum	21	0	0
S. fonscolombei	19	0	0
S. sanguineum	16	0	0
S. meridionale	28	1 (4%)	0
S. depressiusculum	11	0	0

Tab. 2. Numero di individui marcati e rivisti.

Specie	UTZERI et al., 1977	Presente lavoro 1997-199
Calopteryx virgo	+	
C. haemorrhoidalis	+	+
C. splendens	+	-
Lestes dryas	+	
L. barbarus	+	+
Chalcolestes viridis + C. parvidens	+	+
L. virens	+	+
Sympecma fusca	-	+
Platycnemis pennipes	-	-
Erythromma viridulum	+	+
Ceriagrion tenellum	+	+
Ischnura elegans	+	+
!. pumilio	+	
Cercion lindeni	+	+
Coenagrion puella	+	+
C. pulchellum	-	+
C. mercuriale	4	+
C. scitulum	+	+
Anax imperator	+	+
A. parthenope	+	+
Hemianax ephippiger	-	-
A eshna cyanea	+	-
A. mixta	+	+
1. affinis	+	+
A. isosceles	+	+
Brachytron pratense	+	+
Libellula depressa	+	+
L. quadrimaculata	+	_
L. fulva	-	_
Orthetrum cancellatum	+	+
O. coerulescens	+	+
O. brunneum	+	+
Crocothemis erythraea	+	+
Trithemis annulata	-	+
Sympetrum striolatum	+	+
5. fonscolombei	+	+
S. sanguineum	+	+
5. meridionale	+	+
S. depressiusculum		+
Totale specie	31	30
Specie nuove		3

Tab. 3. Elenco delle specie di Odonati osservate nella Tenuta.

T49-Le Colonnacce. Numero di individui osservati.

COLUMN TO THE REAL PROPERTY.		Date	di 🗆	empionamento 1997		Da	e di campio	name	nto 1	998
specie	1/3 15/3 1/4	15/4 1/5	15/5	1/6 15/6 1/7 15/7 1/8 15/9 1/1015/10	15/3 1/4 15/4 1/5	15/5 1	/6 15/6 1/7	15/7	1/9 1	5/9 1/10 15/101/11 1 5/ 1
l. elegans	-	+	2		4		7	160	-	
C. scitulum	-	-	+		7		1	+		1.2
Chalcoleste sp	(*)	100		4	7		-	-	-	4
L. barbarus			1	4					8	33
L. virens	100	+		+			-	-		3
A imperator	-	20	14	2	1		1		-	*
A. affinis	343	*	+	4				-	-	+
S. fonscolombei		4	1		11		-	11	-	1
S. mendionale	+	90	-		- 2		1.	- 0	-	5
C. erythraea	16		+	-	1		4	2	-	
O. brunneum	-	90	+	+	- 2		-		3	
O. cancellatum		40		2	3		6	+	1	
L. depressa		1	. 1	2	5		4	+	-	
Presenza Immui	****	*****		LOGRADA	AAAA	AAAAAA	8.634.6.634.6.6	655566	14.64	AAAAAAAAA

T22-Selciatella. Numero di individui osservati.

		Date	di cámpia	mame	r/so 1	997			Date di campionamento 1998													
specie	1/3 15/3 1/	4 15/4 1/5	5 15/5 1/	6 15/6	1/7	15/7	1/8	15/9 1/10	15/3	1/4	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6 1/7	15/7	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11
I elegans				7	30		30		+	+		10	12		10	22	40			1	-	-
C. puella							-	+	- 4				4							1	-	
C.scitulum				+	- 4		+	1.4		+		14	40	-	27	-	4	- 0		4.	-	
C.lindeni				-	- 4		-		- 8	-		9	8	-		3	-	-		4	-	
Chalcolestes sp				-			+	1.7	9	+		1		-	354	-	4	13		10	4	+
L. virens				-			4	80	9	+		+		+	5	1	105			40		4
L. barbarus				100	1.4		(4)	. 4	- X			41				4					+	
S. fusca				-				7.4	-	4				4	4	†		-		4	4	-
A imperator				1	3		4	3	- 2			4	2	4	2	2	2				+	+
A. parthenope				-	- 4		+	1	-			+			2	1						140
A. affinis					2		3								1	1		-		4.		-
A.mixta				-	-			5	- 2	-		+				4	-	-			1	-
C. erythraea				7	- 4		27	2	-	+		2	5	4.	4	+	10				-	1
Sympetrum sp								10				1		-	1.0		-				+	
S. fonscolombei				4.5	-			20	-	-		1		2	2	-	4				4	+
S.depressiusculum				-	20		1		-			+		-	19		-	-		4	4	-
S. meridionale				9			-	30	- 2				-	- 00	90	- 9	6			15		4
S.sanguineum				-				3						-	17	2	1					- 1
S.stnolatum				20			_	20	-					2	1			-		15	54	
O. cancellatum				20	28		23		- 2	+		2	a	-	15	9					-	- 4
L. depressa				5	7				- 2	-		5	10		4							
C.hemorroidalis				-								_			-	2				-		
Presenza				^^^^	ΛΛΛΛΛ	۸۸۸۸۸۸	۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸	۸۸۸۸۸۸۸۸	۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸۸	۸۸۸۸	۸۸۸۸۸

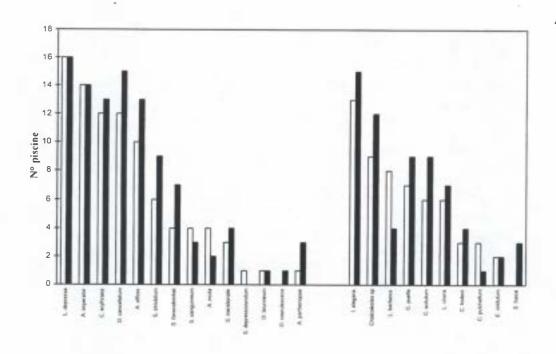
P9-Presidente. Numero di individui osservati.

				Da	te di	cam	pion	amer	nto 1	997						Date	di ca	ampi	ionam	ent	1998		
specie	1/3	15/3	1/4	15/4	1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8 15/	9 1/10	15/31/4 1	5/4 1/	5 15/	5 1/6	15/6	1/7	15/7	1/9	15/9 1/1	10 15/10 1	/11 15/1
I. elegans				1			-	2		-					3				240	-		+	
C.scitulum				-					+						- 1				4				
Chalcolestes sp				-						4									1			+	
A. imperator				-		=			1	-	- 1				- 1				1				
C. erythraea				-		-		1	1	-	- 6								2	1			
S. striolatum				-						-	3								-			-	
O. cancellatum				4		2	5	10	18	10	1				2				13	1			
L. depressa				1		4	4	10	9	-					17				1				
Presenza			***********									AAD .	Management Committee of the Committee of						AlA:				

A1-Pantano. Numero di individui osservati.

				Date	di (camp	iona	amen	ito 19	997				Date di campionamento 1998												
specie	1/3	15/3	1/4	15/4 1	/5 1	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/8	15/9	1/10	15/31/41	5/4 1/5	15/5	1/6	15/6	1/7	15/7	1/9	15/9	1/10	15/10	1/11	15/11
l elegans		-					+	+								1	1			+				-		
C. puella		-	-					+								5	-			+				+		
A. imperator		-	4				-									2	1.			1						
A affinis		-	-					4		3							-			5						
C. erythraea			-				1.			$\hat{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{x}$						-				4				-		
O. cancellatum		+	+				+	+		-										18				4		
L. depressa		+	+				7	1		-						-	1									
Presenza acqua		ATTECHNOLOGICAL CONTROL OF THE PARTY OF THE											SAAA	5.656	a.a.a.a.a	AAAA	ANA SE	14,4,6.0	A SA SA SA	AAAAA	*****	.0.0				

Tab. 4. Dati relativi alle stime della numerosità delle popolazioni di Odonati per 4 piscine. I dati relativi a queste e alle rimanenti 18 piscine sono stati trasmessi al SITAC.



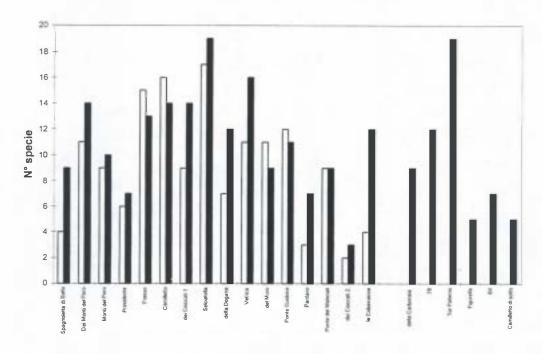
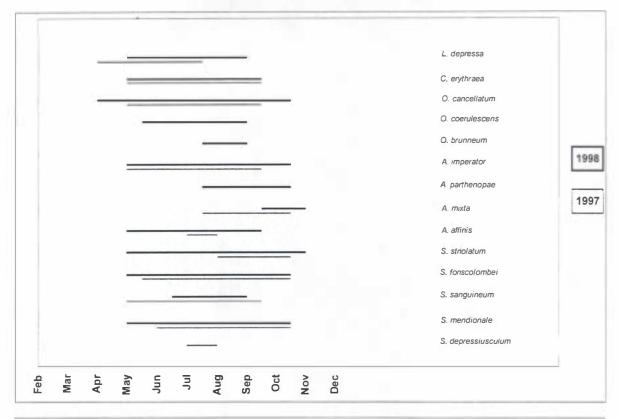


Figura 1 - Numero di piscine in cui è stata accertata la presenza di ciascuna specie (in alto) e numero di specie in ciascuna delle piscine studiate (in basso). Sono riportati in bianco i dati '97, e in nero i dati '98.



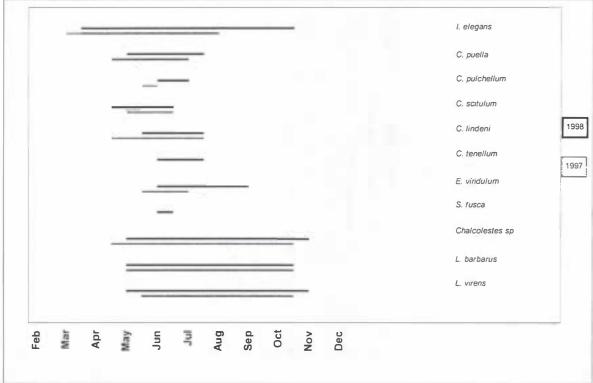


Figura 2 - Periodo di volo delle specie negli anni '97 e '98, rispettivamente riga inferiore e superiore di ogni specie.

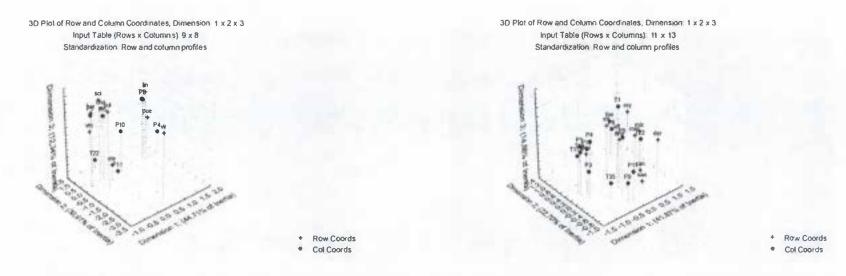
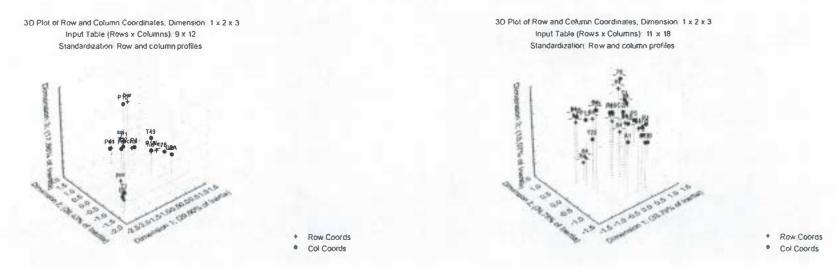


Figura 3 - Risultati della analisi delle corrispondenze condotta sui dati del censimento '97 (a sinistra) e '98 (a destra) su Zigotteri (in alto) e Anisotteri (in basso).

Proiezione dei punti piscina (cerchi pieni) e dei punti specie (croci) secondo i primi tre assi.



GRUPPO DI LAVORO	FAUNA
TITOLO DELLA RICERCA	Distribuzione Ecologica degli Anfibi nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano
RESPONSABILE	Dott. G. M. Carpaneto
UNITA' OPERATIVA	Dipartimento di Biologia - Università degli Studi "Roma Tre" - Roma
PARTECIPANTI ALLA RICERCA	G. M. Carpaneto, S. Sebasti

INTRODUZIONE

Le attuali conoscenze dell'erpetofauna di Castelporziano si devono in gran parte alle informazioni date da Bruno (1981), raccolte nell'ambito di ricerche svolte principalmente nel periodo compreso fra il 1963 e il 1975, e pubblicate nell'ambito di un programma promosso dall'Accademia Nazionale dei Lincei, sotto la direzione di G. Montalenti. Pochissimi dati erano stati pubblicati in precedenza (Bruno, 1966a, 1966b).

Inoltre nella banca dati dei "Progetto Atlante degli Anfibi e Rettili del Lazio", coordinato da M. A. Bologna, M. Capula e G. M. Carpaneto, figurano un centinaio di dati, ancora inediti, relativi a quasi tutte le specie di Anfibi precedentemente citate in letteratura per Castelporziano, raccolti sia occasionalmente sia sistematicamente dall'inizio degli anni '70 da diversi ricercatori, studenti e collaboratori dell'Università di Roma "La Sapienza" e, in seguito, anche dell'Università di Roma Tre (F. Accordi, C. Belfiore, M. A. Bologna, P. Bonavita, G. M. Carpaneto, L. Dell'Anna, G. Nobili, E. Pozio, A. Sorace, C. Utzeri, ecc.).

Dal complesso dei dati bibliografici disponibili, l'erpetofauna di Castelporziano risulta composta di 10 specie di Anfibi (3 Urodeli e 7 Anuri), che rappresentano il 71% degli Anfibi (14 specie) riportati per il Lazio (Bologna et al., 1996).

Tuttavia, fra i dati degli ultimi 25 anni non figurano più alcune delle specie osservate da Bruno (1981) fra il 1964 e il 1972: Salamandrina terdigitata, Rana italica, Bombina variegata e Bufo viridis. La presenza di quest'ultima è comunque accertata in diverse località planiziarie costiere della campagna romana, anche limitrofe al comprensorio di Castelporziano; invece per quanto riguarda B. variegata, la sua presenza è stata verificata soltanto nell'area di Trigoria, anch'essa limitrofa alla Tenuta, ed inglobata nella Riserva Naturale di Decima-Malafede. Pertanto, ci appare di grande interesse effettuare una ricerca accurata su tutto il territorio della Tenuta per accertare la eventuale presenza relittuale di queste specie o la loro definitiva scomparsa. In questo modo, si potrà anche cercare di comprendere le cause di tali fenomeni, al fine di identificare misure compensative di mutamenti ambientali indotti dall'uomo.

Ai suddetti problemi di presenza/assenza di determinate specie all'interno dei comprensori, si aggiunge la necessità di effettuare una campagna metodica di rilevamento per disegnare l'esatta microdistribuzione delle specie nei diversi ambienti e settori della tenuta. Infatti, soltanto una conoscenza dettagliata e cartografica della distribuzione delle specie può garantire la loro conservazione in futuro, poiché ogni eventuale intervento di gestione potrà essere programmato valutando il possibile impatto sulle taxocenosi di Anfibi.

SCOPO DELLA RICERCA

La ricerca che si intende portare avanti prevede il rilevamento, nell'arco di due anni, di dati riguardanti la localizzazione e la frequenza delle specie di Anfibi all'interno dei diversi ambienti della tenuta.

I sopralluoghi sono iniziati nel mese di Marzo 1998 e si protrarranno fino al 2000. Gli obiettivi della ricerca (che costituisce l'argomento della tesi di laurea di S. Sebasti) sono i seguenti:

1 - Studiare la distribuzione spaziale delle diverse specie nei differenti tipi di corpi idrici presenti all'interno della Tenuta:

- 2 Studiare la distribuzione temporale delle specie stesse, ricostruendo l'andamento stagionale delle comunità di Anfibi nei diversi habitat (variazione di densità fuori e dentro il corpo idrico, ciclo biologico e metamorfosi, periodi di attività, ecc.);
- 3 Evidenziare, a livello qualitativo, la presenza di predatori di Anfibi nei diversi habitat (invertebrati, pesci, rettili, uccelli, mammiferi) e i loro periodi di attività;
- 4 Individuare le risorse trofiche per gli Anfibi nei diversi habitat e metterli in relazione con la presenza/assenza o con la maggiore/minore frequenza delle specie;
- 5 Identificare eventuali fattori di minaccia alla sopravvivenza locale di alcune specie e fattori di disturbo dovuti sia all'intervento umano diretto (alterazione delle caratteristiche dell'habitat) che all'azione di animali selvatici introdotti o in sovrannumero;
- 6 Verificare la presenza di specie segnalate in letteratura più di 30 anni fa e non più ritrovate.

Fra i prodotti della ricerca, si prevede la realizzazione di cartine monospecifiche che dettaglino la distribuzione ecologica all'interno della tenuta, i siti di riproduzione e le eventuali variazioni stagionali. Inoltre si prevede di fornire indicazioni per la gestione delle popolazioni, indicando, specie per specie, i fattori di rischio ed eventuali interventi per favorire il recupero di popolazioni in declino a causa di alterazioni prodotte dalle attività umane.

METODI

Sono state selezionate 38 piscine e 5 fontanili, cercando di ottenere un campione eterogeneo nel quale figurassero tutte le differenti combinazioni di fattori quali: la superficie dei corpi idrici e le sue variazioni temporali, la profondità, la quantità di vegetazione acquatica superficiale, il grado di copertura della vegetazione ripariale (sia erbacea sia arborea), parametri chimico-fisici (pH, temperatura, torbidità, ecc.), e la lontananza dal mare. Per i parametri difficilmente quantificabili (torbidità, copertura vegetazionale esterna, copertura vegetazionale acquatica), è stato adottato un indice convenzionale: da 0 a 5 in ordine crescente.

Le piscine sono state oggetto di monitoraggio idrogeologico da parte dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (Roma), e pertanto le loro variazioni stagionali di livello sono ben note. Fra queste, 22 sono temporanee e 16 sono permanenti almeno nella maggior parte degli anni; inoltre 11 si trovano nella foresta/macchia sempreverde, 19 nel bosco misto caducifolio, 2 nel bosco igrofilo, 6 in radure.

In tutti i corpi idrici vengono effettuati campionamenti mensili, sempre dalla stessa persona, con i consueti metodi di rilevamento faunistico per gli Anfibi, che consistono nelle seguenti tecniche:

- 1 Perlustrazione delle rive, all'inizio del sopralluogo, per rilevare la presenza di Anuri adulti nel perimetro del bacino;
- 2 Esame della superficie per rilevare la presenza di uova, larve o adulti (sia Anuri sia Urodeli);
- 3 Raccolta di sedimenti (tramite un retino da fondo) per evidenziare la presenza di larve e adulti.

La frequenza degli Anfibi è stata valutata anch'essa, come la copertura della vegetazione, con un indice da 0 a 5, esprimente l'assenza, la scarsità e l'abbondanza di individui. Contemporaneamente ai dati sugli Anfibi vengono schedati anche quelli relativi agli altri componenti delle zoocenosi acquatiche nei diversi bacini, cercando di comprendere il loro significato interattivo con gli Anfibi (predatori, prede, ecc.).

I dati vengono riportati su singole schede relative a ciascun campionamento in ogni bacino. Successivamente vengono elaborati ed assemblati per bacino e per mese, in modo da mettere in evidenza le differenze biocenotiche tra le piscine e la complessiva variazione stagionale del popolamento di Anfibi all'interno della Tenuta.

Per quanto riguarda le "rane verdi", il rappresentante o i rappresentanti di questo gruppo, sono stati denominati genericamente, senza usare la nomenclatura latina che si trova attualmente in una fase di instabilità dovuta a ricerche sull'ibridogenesi.

RISULTATI PRELIMINARI E DISCUSSIONE

Dai dati ottenuti con i primi 7 mesi di campionamento scaturiscono i seguenti risultati preliminari:

- 1 Per il momento, è stata rilevata la presenza complessiva di 6 specie di Anfibi (4 Anuri e 2 Urodeli);
- 2 Nella quasi totalità delle piscine è stata rilevata la presenza di almeno una specie di Anfibi; solo 3 piscine su 38 (7,9%) sembrano esserne del tutto prive;
- 3 Il numero medio di specie presenti nelle piscine è 1,7: 1,8 nelle piscine temporanee e 1,6 nelle piscine permanenti;

- 4 Il massimo numero di specie riscontrato in una sola piscina è 4, fenomeno osservato in 3 piscine (7,9%);
- 5 Nelle piscine frequentate da una sola specie, quest'ultima è solitamente la rana verde, che risulta essere, molto prevedibilmente, la specie più abbondante e diffusa;
- 6 Per il momento, non è possibile accertare fenomeni di dislocazione spaziale dovuti a competizione fra alcune specie;
- 7 Appare invece una dislocazione temporale netta dei periodi riproduttivi nelle due specie del genere Rana: gli adulti di rana agile frequentano le piscine fino a marzo-aprile quando terminano gli accoppiamenti e l'ovodeposizione, mentre la rana verde inizia ad accoppiarsi in aprile-maggio; laddove la rana verde è assente, la rana agile sembra trattenersi nelle piscine fino a maggio;
- 8 La presenza di adulti o uova di rana agile è stata riscontrata nelle piscine più distanti dalle strade principali che attraversano la Tenuta, circondate dal bosco misto termofilo a Leccio, Farnetto o Sughera, in acque piuttosto limpide (Torbidità 2 o 3);
- 9 Non appaiono invece relazioni fra tipo di vegetazione e presenza della raganella, riscontrata in ambienti anche molto differenti fra loro;
- 10 La convivenza fra le due specie di Urodeli è un fenomeno abbastanza frequente sia nello spazio sia nel tempo (33,3% dei casi in cui sono presenti Urodeli); nelle piscine abitate da una soltanto delle due specie del genere *Triturus*, non sembra avvenire esclusione in un senso preferenziale: in tali piscine, infatti, sono state trovate indifferentemente *T. carnifex* e *T. vulgaris*;
- 11 I tritoni sono più abbondanti generalmente dove l'acqua presenta un grado di torbidità media minore di 3 su 5. Non sono stati trovati tritoni dove sono presenti pesci del genere *Gambusia* (3 piscine e 2 fontanili);
- 12 In nessuna piscina è stato trovato il rospo smeraldino, specie la cui presenza nella Tenuta ci è stata confermata da R. Isotti (in verbis) e che è probabilmente in competizione con il rospo comune. Va notato che quest'ultimo, riscontrato più volte in ambiente boschivo, è probabilmente sfuggito ai campionamenti nelle pozze (come anche la rana agile) a causa della precocità del suo periodo riproduttivo, in quanto i nostri campionamenti sono iniziati alla fine di marzo. Per il momento il rospo comune risulta essere presente soltanto in 1 piscina, ma tale dato subirà sicuramente delle modifiche. Ciò permetterà di valutare se la competizione fra bufonidi può spiegare l'assenza del rospo smeraldino nelle piscine esaminate. Inoltre il rospo smeraldino è una specie particolarmente diffusa in ambienti mediterranei costieri e rientra nella lista delle specie attese.

Il carattere preliminare dei nostri dati e la loro incompletezza dovuta al fatto che non abbiamo ancora raggiunto neppure un anno di campionamenti ci impedisce di trarre conclusioni. Un aspetto interessante è l'assenza di tritoni dai corpi idrici in cui sono state trovate le gambusie; una eventuale ipotesi di predazione di questa specie alloctona sulle larve neonate di Anfibi andrebbe verificata accuratamente ai fini della tutela della batracofauna italiana. Inoltre ci manca ancora un quadro esatto delle piscine in cui avviene la riproduzione delle specie che si accoppiano alla fine dell'inverno (rospo comune e rana agile). La maggior parte delle specie sembra preferire le piscine temporanee a causa della loro forma che determina una minore profondità ed una maggiore estensione, con rive meno ripide. L'assenza del rospo smeraldino dai campionamenti finora effettuati parla in favore di una distribuzione ridotta di questa specie nel comprensorio. L'identificazione dei suoi siti riproduttivi nella Tenuta è quindi particolarmente importante per poter prendere delle misure di conservazione.

	0 specie	1 specie	2 specie	3 specie	4 specie	Totale
Piscine permanenti	1	8	5	1	1	16
Piscine temporanee	2	8	6	4	2	22
Totale	3	16	11	5	3	38
%	7,9%	42,1%	28,9%	13,2%	7,9%	100%

Tab. 1. Relazione tra tipologia delle piscine e numero di specie di Anfibi.

PISCINE PERMANENTI	PISCINE TEMPORANEE	TOTALE
2 (12,5%)	2 (9%)	4 (10,5%)
15 (93,7%)	16 (72,7%)	31 (81,6%)
3 (18,7%)	7 (31,8%)	10 (26,3%)
1 (6,2%)	0	1 (2,6%)
2 (12,5%)	9 (40,9%)	11 (28,9%)
3 (18,7%)	6 (27,3%)	9 (23,7%)
	PERMANENTI 2 (12,5%) 15 (93,7%) 3 (18,7%) 1 (6,2%) 2 (12,5%)	PERMANENTI TEMPORANEE 2 (12,5%) 2 (9%) 15 (93,7%) 16 (72,7%) 3 (18,7%) 7 (31,8%) 1 (6,2%) 0 2 (12,5%) 9 (40,9%)

Tab. 2. Numero di piscine in cui ciascuna specie è stata osservata.

"rana verde"	3		_		
H. intermedia	1	8			
B. bufo	0	1	0		
T. carnifex	0	8	6	0	
T. vulgaris	1	7	4	0	5
	R. dalmatina	"rana verde"	H. intermedia	B. bufo	T. carnifex

Tab. 3. Convivenza tra specie: numero di specie per ciascuna coppia di specie conviventi.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Bologna M., Capula M., Carpaneto G. M. & Venchi A., in stampa. "A preliminare report on the Atlas of Amphibians and Reptiles of Latium region (central Italy)". Atti 10 Congr. Naz. Soc. Herp. Ital..
- Bruno, S. 1981. "Anfibi e Rettili di alcune stazioni dei litorali tirrenici tra la foce dell'Arno e il Circeo. In Ricerche ecologiche, fieristiche e faunistiche sulla fascia costiera mediotirrenica italiana". Quaderni Acc. Naz. Lincei, n° 254, pp. 31-76.

GRUPPO DI LAVORO	FAUNA
TITOLO DELLA RICERCA	Struttura della Comunità Ornitica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano
RESPONSABILE	Prof. A. Fanfani
UNITA' OPERATIVE	Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo - Università "La Sapienza" - Roma Tenuta Presidenziale di Castelporziano
PARTECIPANTI ALLA RICERCA	R. Isotti, A. Fanfani, A. Tinelli

INTRODUZIONE

In considerazione della particolare connotazione assunta dalla Tenuta nel contesto territoriale circostante e della varietà di tipologie vegetazionali in essa presente, può rivelarsi di grande interesse conoscere la struttura della sua comunità ornitica.

Tale studio si prefigge lo scopo di redigere una check list aggiornata dell'avifauna dell'area, ma anche di utilizzare tale censimento sia per valutare la comunità ornitica, con l'ausilio di alcuni parametri di analisi, sia il suo andamento nel tempo attraverso il confronto con i dati di letteratura. In questo modo i risultati ottenuti permettono di determinare le condizioni di salute della comunità e il suo andamento nel tempo (Isotti, 1996).

AREA DI STUDIO E METODI

Il comprensorio della Tenuta Presidenziale di Castelporziano consiste in un'area di circa 6000 ettari e racchiude complessi vegetazionali di tipo mediterraneo. Tra essi è possibile individuare elementi che vanno dalla vegetazione tipicamente dunale, fino a formazioni forestali submediterranee, attraversando la gariga, la macchia mediterranea bassa, media ed alta; nell'area sono inoltre presenti numerose zone umide di piccole dimensioni. Il clima è caratterizzato da inverni miti e piovosi ed estati asciutte (Focardi et al. 1991).

L'area di studio è stata interessata da due tipi di analisi di comunità, durante il 1997 e 1998 (Bernoni M., 1984 - Blondel J., 1969 - Blondel J., Ferry & Frochot, 1981):

- Il Metodo del Transetto, effettuato con periodicità mensile. Le registrazioni sono state effettuate identificando le specie sia attraverso il riconoscimento visivo, che attraverso il contatto acustico.
- Il Metodo del Rilevamento per Punti, effettuato durante la stagione riproduttiva dal mese di aprile a giugno incluso in diverse stazioni di ascolto.

I transetti sono stati individuati distinguendo le principali tipologie vegetazionali di seguito elencate: Macchia mediterranea (M); Pineta (P); Querceto caducifoglie (Q); Aree prative (A); Colture agricole (C); Laghi e specchi d'acqua permanenti (L); Vegetazione delle dune litoranee (D). Sono stati percorsi 3 transetti (lunghi circa 3 Km.) per ogni habitat, entro i primi 7 giorni di ogni mese, per un totale di circa 252 Km.

Le serie di dati raccolte presentano in questo modo una varietà di situazioni corrispondente alle diverse tipologie ambientali della Tenuta.

Le specie osservate ed identificate durante la raccolta dei dati sono state elencate seguendo l'ordine sistematico di Brichetti & Massa (1984), indicando per ognuna di esse l'ambiente di osservazione e lo status all'interno dell'area studiata, seguendo la simbologia standard.

Per definire la struttura della comunità vengono utilizzati i seguenti parametri:

- S: Ricchezza (numero di specie/lg numero di individui).
- A: Indice di Abbondanza (numero di individui per km lineare. In periodo riproduttivo, numero di coppie in 10/ha). Questo valore viene calcolato separatamente per ogni ambiente e per ogni periodo stagionale.
- P_i: Dominanza (rapporto tra il numero di individui della specie i-esima ed il numero totale di

individui della comunità. Turcek, 1956).

- NP/P: Rapporto Non Passeriformi/Passeriformi.
- Indici di Diversità Biologica:

 $G = 1 - \sum P_i^2$ (Odum, 1975);

 $H = -\sum P_i \times \ln P_i$ (Shannon & Wever, 1983).

• Indici di Equiripartizione:

Indice di Hill. $E = \{[1/(1-G)]-1\}/e^{H}-1 \text{ (Alatalo, 1981)};$

Indice di Pielou. J = H/ln numero totale di specie.

- Indice di affinità faunistica (Dice-Sorensen).
- Indice di affinità biocenotica (Renkonen), per le affinità quantitative tra le microcenosi.

La significatività statistica delle differenze risultanti tra i valori di alcuni indici è stata determinata attraverso l'uso del Test del χ^2 .

Tutti i valori vengono accorpati considerando 5 periodi stagionali:

- inverno: da metà dicembre a metà marzo;
- passo primaverile: da metà marzo a metà maggio;
- periodo riproduttivo: da metà maggio a fine giugno;
- estate: dai primi di luglio alla fine di agosto;
- passo autunnale: dai primi di settembre a metà dicembre.

Infine i dati sulla comunità ornitica nidificante sono stati confrontati con quelli ottenuti nella stessa area da Bernoni et altri (1989), allo scopo di evidenziare le eventuali variazioni manifestate nel tempo dalla comunità. Il confronto è stato effettuato solo tra i dati ottenuti con le stesse metodologie e riguardanti la tipologia vegetazionale indicata come Querceto caducifoglie (Q).

RISULTATI

Il numero totale di specie registrate nella comunità ornitica complessiva è pari a 99 (Tab. 1), di cui 52 specie nidificanti (Tab. 1, Fig. 4). Le differenze tra il numero di specie ornitiche presenti nei diversi ambienti sono illustrate nella Fig. 1.

1) Ricchezza (S).

L'andamento stagionale della ricchezza delle varie tipologie ambientali (Tab. 2, Fig. 2) evidenzia i seguenti aspetti:

- I valori tendono ad essere maggiori durante il passo primaverile in tutti gli ambienti, tuttavia si nota una differenza delle diverse curve. In particolare, la ricchezza presente nella macchia mediterranea (M) e nelle dune litoranee (D) diminuisce nel corso delle stagioni (dal passo primaverile all'inverno), mentre per gli altri ambienti i valori diminuiscono nel periodo riproduttivo ed in estate, per risalire nelle stagioni successive.
- I valori sono decisamente inferiori per le dune litoranee (D).
- I valori più alti sono sempre nei laghi e nelle altre aree umide (L), fatta eccezione per il periodo riproduttivo, in cui prevale la pineta (P). La distribuzione negli altri ambienti cambia in base alle stagioni.

2) Indice di Abbondanza (A).

L'Indice di Abbondanza fornisce informazioni riguardanti le presenze numeriche di ogni specie, in ogni periodo dell'anno e per ogni ambiente.

Tra i dati registrati in questo lavoro emergono i valori di alcune specie:

- Il Tuffetto (*Tachybaptus ruficollis*); che presenta nei laghi (L) valori quasi costanti in ogni stagione, con un leggero aumento durante il passo primaverile e l'inverno.
- Il Nibbio bruno (*Milvus migrans*), presente nella Tenuta con insolita abbondanza, si concentra ai margini delle aree coltivate (C) durante la nidificazione, frequentando anche le aree prative (A) soprattutto durante il passo primaverile e l'estate.
- Confrontando gli andamenti del Colombaccio (*Columba palumbus*) e della Tortora (*Strepto pelia turtur*) (Fig. 3) si evidenziano andamenti inversi in tutti gli ambienti, fatta eccezione per le dune litoranee (D). In particolare il Colombaccio è particolarmente abbondante durante il passo autunnale ed in inverno, la Tortora durante il passo primaverile, il periodo riproduttivo e l'estate.
- L'andamento dell'abbondanza del Picchio verde (*Picus viridis*) e del Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*) nella pineta (P) (Fig. 4), mostra valori considerevole per entrambe le specie.

• Il confronto tra la Cinciarella (*Parus caeruleus*) e la Cinciallegra (*Parus major*) nella pineta (P) (Fig. 5) evidenzia un andamento alternato, in cui all'aumento di una delle due specie si contrappone la diminuzione dell'altra.

3) Dominanza (Pi).

In fig. 6 sono rappresentati gli andamenti della dominanza della comunità ornitica nelle stagioni ed all'interno dei differenti ambienti, considerando solo le specie con Pi >0,05. I valori della macchia (M), della pineta (P), delle colture agricole (C), dei laghi (L) e del Querceto caducifoglie (Q) presentano un picco in corrispondenza dell'estate, la duna (D) durante il passo primaverile, mentre gli altri ambienti presentano andamento irregolare. Durante l'inverno i valori sono molto bassi, fatta eccezione per i laghi (L).

4) Rapporto Non Passeriformi/Passeriformi (NP/P).

Il rapporto NP/P (Tab. 2) risulta piuttosto basso nella macchia mediterranea (M) in tutte le stagioni (valore complessivo 0,38), mentre assume valori elevati per i laghi (L) (valore complessivo 1,14) e per la duna (D) (valore complessivo 1,00). Gli altri ambienti mostrano condizioni intermedie.

5) Indice di Diversità (G, H).

Gli indici di diversità (Tab. 2) presentano valori elevati mostrando un ottimo livello di biodiversità. Gli unici valori più bassi interessano gli ambienti delle dune costiere (G=0,65; H=1,64). L'indice di Gini-Simpson risulta utile per individuare le specie comuni e la "concentrazione" della dominanza, mentre l'indice di Shannon-Weaver evidenzia le specie rare.

Non sono state rinvenute differenze statisticamente significative né considerando la variazione stagionale della biodiversità di ogni singolo ambiente, né confrontando i valori totali della biodiversità dei diversi ambienti.

6) Indici di Equiripartizione (E, J).

Gli indici di equiripartizione (Tab. 2) delineano la distribuzione dell'abbondanza relativa delle specie, il loro valore risulta inversamente proporzionale al grado di antropizzazione ambientale dell'area (Contoli, 1991 a e b - Contoli & De Marchi, 1991). I valori dell'equiripartizione ottenuti sono piuttosto elevati e non mostrano differenze statisticamente significative né considerando la loro variazione stagionale per ogni singolo ambiente, né confrontando i loro valori totali per i diversi ambienti.

7) Indice di affinità faunistica (Dice-Sorensen).

Questo indice fornisce informazioni sull'affinità faunistica esistente tra due aree, senza però permettere la valutazione delle differenze quantitative tra le specie. E' necessario inoltre considerare che l'indice risulta condizionato da fattori biogeografici (Contoli, 1976). I valori ottenuti dall'applicazione di questo indice (Tab. 3) indicano una elevata affinità faunistica tra le comunità degli ambienti boschivi (macchia, pineta, Querceto caducifoglie). Le aree prative e le colture dimostrano una buona affinità faunistica con gli altri ambienti, fatta eccezione per le dune, tuttavia il valore dell'affinità tra questi due ambienti non risulta maggiore agli altri. Le dune presentano una scarsa affinità faunistica con tutti gli altri ambienti della Tenuta. Il test statistico del χ^2 non evidenzia differenze significative tra i valori dei diversi ambienti.

8) Indice di affinità biocenotica (Renkonen).

Questo indice permette di valutare le affinità quantitative tra le microcenosi di due aree (Contoli *et al.*, 1978), mettendo in evidenza le differenze non evidenziate dall'affinità faunistica. L'andamento dei valori ottenuti (Tab. 4) è simile a quello descritto per l'affinità faunistica, unica eccezione di rilievo risulta l'affinità biocenotica tra le aree prative e le colture, decisamente buona (I.A.B.=0,66) considerando che il valore massimo, riscontrato tra la macchia e la pineta, è I.A.B.=0,67.

9) Comunità nidificante del Querceto caducifoglie.

La fig. 7 rappresenta la distribuzione del numero di specie nidificanti in ogni ambiente. I dati registrati evidenziano percentuali molto simili, ad eccezione del valore delle dune litoranee (D) decisamente inferiore (5%).

Infine i nostri dati sulla comunità ornitica nidificante confrontati con quelli ottenuti da Bernoni et altri (1989) mostrano: valori di ricchezza (16) leggermente inferiori rispetto a quelli tratti dalla letteratura (19 nel 1983, 23 nel 1984); stesso andamento per la dominanza (6 specie contro 8 degli anni precedenti); un

deciso aumento della subdominanza, ovvero il numero di specie con valori di dominanza compresi tra 0,02 e 0,04 (10 specie contro 3 e 5 degli anni precedenti); andamento simile per il rapporto non Passeriformi/Passeriformi (0,45 contro 0,19 e 0,35 degli anni precedenti); infine valori inalterati per l'indice di diversità H (2,60 contro 2,54 e 2,68 degli anni precedenti).

DISCUSSIONE

1) Ricchezza (S).

L'aumento dei valori di ricchezza registrato durante il passo primaverile in tutti gli ambienti (Tab. 2, Fig. 2), denota l'importanza esercitata dalla Tenuta come punto di sosta di molte specie ornitiche durante i percorsi migratori. L'andamento riscontrato nella macchia mediterranea (M) e nelle dune litoranee (D) è probabilmente causato dalla scarsa disponibilità di risorse alimentari presente in questi ambienti durante l'autunno e l'inverno, mentre negli altri ambienti la ricchezza di fonti alimentari limita la diminuzione di specie al periodo riproduttivo ed all'estate.

Il confronto tra gli ambienti mette in evidenza che i laghi (L), la Pineta (P) ed il Querceto caducifoglie (Q) presentano in media una maggiore capacità di sostentamento di specie diverse, sottolineando l'importanza della loro conservazione nelle operazioni di gestione della Tenuta. Le colture (C) e la aree prative (A) vengono chiaramente influenzate dalle precipitazioni atmosferiche.

2) Indice di Abbondanza (A).

Il Colombaccio e la Tortora, entrambe specie particolarmente abbondanti negli ambienti della Tenuta, mostrano un andamento alterno in cui la pressione esercitata sulle risorse trofiche di nicchie molto simili sembra essere resa possibile da una suddivisione stagionale della presenza delle due specie (Fig. 3).

Gli andamenti del Picchio rosso maggiore e del Picchio verde nell'ambiente di pineta sembrano indipendenti probabilmente a causa della specializzazione trofica del Picchio verde, il quale nutrendosi quasi esclusivamente di adulti e larve di Formicidae svolge le proprie attività di ricerca del cibo prevalentemente al suolo, si è ottenuta così una diversificazione delle nicchie (Fig. 4). Il picco registrato nella curva del Picchio rosso maggiore durante il periodo riproduttivo è dovuto, con grande probabilità, ad una loro maggiore facilità di osservazione causata dall'aumento dell'attività territoriale di tambureggiamento durante questo periodo.

L'interpretazione dell'andamento delle curve della Cinciarella e della Cinciallegra nella pineta (P) (Fig. 5) risulta più complessa. Il risultato registrato sembra evidenziare una forma di sovrapposizione delle nicchie delle due specie, tuttavia sono necessari studi più specifici per approfondire questo fenomeno.

3) Dominanza (Pi).

Il picco dei valori di dominanza presentato in estate dalla macchia (M), dalla pineta (P), dalle colture agricole (C), dai laghi (L) e dal Querceto caducifoglie (Q) è attribuibile all'incremento numerico delle specie nidificanti attraverso la riproduzione, mentre quello registrato per la duna (D), che tendenzialmente ha indici sempre piuttosto bassi, deriva durante il passo primaverile dalla presenza di specie migratrici in questo ambiente.

4) Rapporto Non Passeriformi/Passeriformi (NP/P).

Il valore piuttosto basso nella macchia mediterranea (M) in tutte le stagioni (Tab. 2) indica una certa dominanza dei Passeriformi sulle altre specie, mentre i valori elevati registrati nelle dune (D) e nei laghi (L) mostrano una dominanza dei non Passeriformi (quali: gabbiani, sterne, limicoli, ardeidi e anitidi). Gli altri ambienti mostrando valori prossimi allo 0,5 sembrano indicare una maggiore complessità della comunità ornitica e indirettamente un loro maggiore stadio di maturità.

5) Indice di Diversità (G, H).

Gli elevati valori degli indici di diversità (Tab. 2) mostrano un ottimo livello di biodiversità in tutti gli ambienti, con un solo leggero flesso per gli ambienti delle dune costiere, sia per quanto concerne la presenza di specie comuni e rare, sia per la concentrazione della dominanza. L'assenza di differenze statisticamente significative indica che la biodiversità non viene influenzata né dalle variazioni stagionali delle comunità ornitiche, né da quelle ecologiche degli ambienti, probabilmente a causa della forte sovrapposizione ed alternanza esistente tra le diverse tipologie vegetazionali della Tenuta.

6) Indici di Equiripartizione (E, J).

Gli unici valori modesti degli indici di equiripartizione (Tab. 2) risultano quelli della duna (D) e delle

colture agricole (C) nei quali è maggiormente identificabile la pressione antropica legata rispettivamente alle attività balneari ed alle attività agricole. Anche in questo caso la forte sovrapposizione ed alternanza esistente tra le diverse tipologie vegetazionali della Tenuta potrebbe spiegare l'assenza di relazioni tra l'abbondanza delle specie nel corso delle variazioni stagionali delle comunità ornitiche e delle modificazioni ecologiche degli ambienti.

7 e 8) Indice di affinità faunistica (Dice-Sorensen) e di affinità biocenotica (Renkonen).

I valori ottenuti dall'applicazione di questi indici (Tab. 3, 4), mostrano risultati simili e indicano un'elevata affinità tra le comunità degli ambienti boschivi (macchia, pineta, Querceto caducifoglie), leggermente inferiore tra le aree prative e le colture e ancora inferiore per le dune con tutti gli altri ambienti della Tenuta, mostrano l'esistenza di una certa identità ecologica dei diversi ambienti. Tuttavia il risultato non significativo del test statistico del χ^2 evidenzia ancora una volta l'assenza di decise differenze tra gli ambienti di Castelporziano.

9) Comunità nidificante del Querceto caducifoglie.

I valori di ricchezza e dominanza, leggermente inferiori rispetto a quelli precedenti, possono essere attribuiti al maggiore dettaglio dedicato a questo ambiente dallo studio di Bernoni et altri (1989). I valori della subdominanza e del rapporto non Passeriformi/Passeriformi decisamente maggiori nel presente studio rispetto a quello precedente (Bernoni et al., 1989) indicano un aumento della complessità della struttura della comunità ornitica della Tenuta nel corso di questi ultimi 13 anni, probabilmente determinata da un aumento dello stadio di maturità di alcune porzioni boschive, in cui la gestione naturalistica ha garantito la diminuzione dei prelievi di legname.

Da un'analisi dei risultati ottenuti nello studio della comunità ornitica della Tenuta Presidenziale di Castelporziano è possibile dedurre che la comunità presenta ottime caratteristiche di ricchezza e complessità. Le diverse tipologie ambientali si dimostrano fortemente amalgamate tra loro, mostrando un mosaico di ambienti tipici e di realtà ecotonali che eleva decisamente i valori di biodiversità dell'area. Nel corso di questo studio vengono evidenziate unicamente due realtà parzialmente interessate da fenomeni di carattere antropico. Le dune litoranee, interessate da una pressione dovuta sia all'utilizzo balneare di alcuni tratti di spiaggia, proprio in concomitanza con le stagioni riproduttive delle specie ornitiche, sia alla presenza di materiali e sostanze inquinanti sulle dune. Le aree destinate a colture agricole, le quali sono interessate da attività agricole dedite ad uso di concimanti e diserbanti chimici, che compromettono la stabilità delle reti alimentari degli ambienti riducendo il numero di specie e la loro abbondanza.

RINGRAZIAMENTI

Si desidera ringraziare il Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica per aver permesso lo svolgimento di questo lavoro e la pubblicazione dei dati ottenuti.

ABSTRACT

The ornithological comunity of Castelporziano has been studied to determine its health condition and its temporal stability, through two census method analisys.

Our results tell us that the ornithological comunity of Castelporziano have high richness and high complexity. All the area is displaying to a complex ecosystem, formed by a mosaic of different environments and their ecotones, with high biodiversity. Yet, there are two environments which somehow show antropic influence. The coastal dune and the agricoltural areas are interested to an antropic impact produced by bathing season and agricoltural activities.

BIBLIOGRAFIA

- 1. ALATALO R.V., 1981. Problems in the measurement of Evenness in Ecology. Oikos, 37: 199-204.
- 2. BERNONI M., 1984. Il metodo di mappaggio in una zona umida del Lazio: le vasche del Maccarese. Rivista Italiana di Ornitologia 54 (3-4), 15-XII.
- 3. BERNONI M., L. IANNIELLO & P. PLINI, 1989. Censimento dell'avifauna nidificante in un bosco deciduo dell'Italia centrale. Avocetta, 13: 25-29.
- 4. BLONDEL J., 1969. Methodes de dénombrement des popolations d'oiseaux. In: M. Lamotte e F.Bourliere: Problémes d'écologie: L'énchantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson, Paris, 97-151.
- 5. BLONDEL J., FERRY, FROCHOT, 1981. Point counts with unlimited distance. Studies in avian biology n. 6.
- 6. BRICHETTI P., MASSA B., 1984. Check List degli Uccelli italiani. Riv. ital. Orn., Milano, 54 (1-2): 3-37, 15-VI.
- 7. CONTOLI L., 1976. Predazione di *Tyto alba* su Micromammiferi e valutazioni sullo stato dell'ambiente. Atti VI Simp. Naz. Conserv. Natura; Cacucci Ed., Bari: 229-243.
- 8. CONTOLI L., 1991 a. Sulla diversità dei subsistemi funzionali di flusso (SSFF) con esempi dai nessi trofici "strigiformi-micromammiferi". S.IT.E. Atti, 12: 579-583.
- 9. CONTOLI L., 1991 b. Spunti per interpretazioni evolutive nella biogeografia delle comunità grazie a studi su sistemi trofici. Biogeographia, *15*: 49-56.
- CONTOLI L. & DE MARCHI A., 1991. On anthropization, ecological isolation and trophic diversity in the Po river valley (northen Italy). In: Ravera. Ellis Horwood "Terrestrial and acquatic Ecosistems: Pertubation and Recovery": 135-141.
- 11. CONTOLI L., RAGONESE B. & TIZI L., 1978. Sul sistema trofico "Micromammiferi-*Tyto alba*" nei Pantanidi Vendicari (Noto, Sicilia S-E). Animalia, 5: 79-105.
- 12. FOCARDI S., TOSO S., PAMPIRO F., RUIU P. & PINTUS A., 1991. The diet of ungulates in a coastal Mediterranaen forest. In: S. Csany & J. Ernhaft (eds.), Transactions of the 20th IUGB Congress: 78-87.
- 13. ISOTTI R., 1996. Struttura della comunità ornitica dell'Oasi di protezione di Ninfa (Latina). Picus 22: 3-10.
- 14. ODUM E.P., 1975. Diversity as function of energy flow. In: «Unifying concepts in Ecology». Van Dobben & Lowe-Mc Connell ED., Junke-Le Hague: 187-201.

Tab. 1. Castelporziano, elenco delle specie della comunità ornitica.

HABITAT: Macchia (M); Pineta (P); Querceto (Q); Aree prative (A); Colture (C); Laghi (L); Dune litoranee (D).

				Habitat		
Specie	Status	Passo prim.	Riproduz.	Estate	Passo Autun.	Inverno
Tuffetto	MB	L	L		L	L
Cormorano	М	L				
Garzetta	MW			L	CL	CL
Airone cenerino	SM	С	L	L	CL	CL
Canapiglia	М				L	
Alzavola	MW				L	L
Germano reale	MWB	L	L		L	L
Marzaiola	M	L				
Nibbio bruno	MB	AC	С	С		
Falco di palude	M	L				
Sparviere	M	P				
Poiana	SB	AC	С		С	ACL
Gheppio	SB	С			AC	С
Fagiano comune	SB	PQAL	Α			L
Gallinella d'acqua	SB	L		L	L	L
Folaga	MW				L	L
Beccaccia di mare	M	D				
Avocetta	M				L	
Corriere piccolo	MB		D	D		D
Fratino	MB		D	D		D
Frullino	М					L
Beccaccino	MW				L	L
Beccaccia	MW				L	L
Pettegola	М				L	

rative (A), Colline (c), Lagin	L), Duile II	torance (D).								
			Habitat								
Specie	Status	Passo prim.	Riproduz.	Estate	Passo Autun.	Inverno					
Ballerina bianca	SB	LD		QC	CLD	MACD					
Scricciolo	SBM	MPQC	MQA	PQC	PC	MPCL					
Passera scopaiola	MW					L					
Pettirosso	SBMW	MQAL			MPQACL	MMPQA CLD					
Usignolo	SBM	MPCL	MPQACL	PC	P	PA					
Codirosso spazzacamino	М					С					
Codirosso	М	Λ									
Stiaccino	MW	AC			Α	AC					
Saltimpalo	SB	AC	Λ	С	Α	ACL					
Culbianco	М				С						
Passero solitario	M					Q					
Merlo	SB	MPQACL	MPQACL	MPQCL	MPQACL	MPQCL					
Tordo bottaccio	M				С						
Usignolo di fiume	SB	L	L	L	CL	CL					
Beccamoschino	В		CL								
Forapaglie	M	CL				CL					
Cannaiola	M					L					
Cannareccione	MB	L	L								
Canapino	М	L									
Occhiocotto	SB	MLD	L		L	MP					
Sterpazzola	М	М		М		М					
Beccafico	М	C									
Capinera	SBM	MPQAC	MPQL	MPQ	MPC	PQL					
Luì verde	MW	C				CL					

				Habitat		
Specie	Status	Passo prim.	Riproduz.	Estate	Passo Autun.	Inverno
Albastrello	M				L	
Piro piro culbianco	M	L				
Piro piro piccolo	M	L				
Gabbiano comune	M	D				
Gabbiano reale	SMW	LD	D	D	D	D
Sterna maggiore	M	D				
Beccapesci	M	D				
Colombaccio	MW	MPQC			MPQACL	MPQACL
Tortora	MB	MPL	MACL	MPQACL		
Cuculo	MB	MPQACL	PQAC		L	
Barbagianni	SB	AC	PAC	ΛC	С	С
Civetta	SB	PQ	QC	PQ	Q	Q
Allocco	SB	M	PQAC	PQ	P	PQ
Rondone	MB	QAC	PQACL	CL		
Martin pescatore	SM	L		L		L
Gruccione	MB	ACL	MQA	QACL		
Upupa	MB	PC	С	CL		
Torcicollo	SB	CL	AL	QACL	PQ	
Picchio verde	SB	MPQACL	P	PAL	PQΛ	PQA
Picchio rosso maggiore	SB	MPQAL	MP	PQ	MPQA	MPQACL
Picchio rosso minore	SB	MPQAL				MPQACL
Cappellaccia	SB	Α	Λ			
Topino	М	L				
Rondine	MB	QACL	ΛC	ACL	CL	
Balestruccio	MB	CLD				
Prispolone	М	С				

		Habitat								
Specie	Status	Passo prim.	Riproduz.	Estate	Passo Autun.	Inverno				
Luì piccolo	SBM	MPQCL	P		MP	PL				
Luì grosso	M	P	М							
Regolo	W					PQ				
Fiorrancino	MB	MP	PQ		MPQ					
Pigliamosche	M	С								
Balia dal collare	M	С								
Balia nera	M	Q								
Codibugnolo	SB	P	PQ		Q	Q				
Cinciarella	SB	MPQL	MPQ	PQ	MPQC	MPQA				
Cinciallegra	SB	MPAC	P	P	MPQC	MPQA				
Picchio muratore	SB	MPQA	P	М	PQ	PQA				
Rampichino	W					Q				
Rigogolo	MB	PQ	QAC	M						
Averla piccola	M	С								
Averla capirossa	MB	AD								
Ghiandaia	SB	MPQACL	PQA	MPQACL	PQACL	MPQL				
Cornacchia grigia	SB	MPACLD	MPQACL	MACL	MPACDL	PACDL				
Storno	SBMW	QAC	MACL	QC	QAC	PQACL				
Passera d'Italia	SB	ACLD	ACLD	ΛCLD	ΛCL	Λ				
Passera mattugia	В		A	I,						
Fringuello	SBM	MQC	MPP	QC	PC					
Verzellino	SBM	MPQACL	PAL	L	Q					
Verdone	SBM	CL			PQCL	L				
Cardellino	SBM	MPQC	MPQCL	MPQL	MPC	С				
Zigolo nero	М					C				

Tab. 2. Castelporziano, tavola riassuntiva dei parametri della comunità ornitica.

P=passo primaverile; R=periodo riproduttivo; E=estate; A=passo autunnale; I=inverno; T=Totale del singolo ambiente.

	Macchia					Pineta				Querceto								
	P	R	Е	Α	I	T	P	R	Е	Α	I	T	P	R	Е	Α	I	T
Ricchezza	13,79	7,91	7,31	7,44	6,29	12,46	14,14	10,42	9,48	10,25	12,49	14,55	12,58	9,15	9,08	9,38	10,97	15,09
NP/P	0,41	0,30	0,13	0,33	0,22	0,38	0,63	0,43	0,56	0,29	0,40	0,64	0,60	0,45	0,63	0,42	0,58	0,48
Diversità G	0,95	0,92	0,87	0,84	0,61	0,91	0,95	0,93	0,90	0,88	0,90	0,95	0,94	0,91	0,90	0,81	0,90	0,95
Diversità H	3,09	2,48	2,12	2,11	1,42	2,87	3,10	2,82	2,44	2,48	2,60	3,21	2,99	2,60	2,44	2,19	2,62	3,29
Equip. E	0,90	0,92	0,93	0,75	0,50	0,62	0,85	0,80	0,82	0,67	0,71	0,79	0,83	0,84	0,89	0,54	0,70	0,78
Equip. J	0,97	1,00	0,96	0,85	0,59	0,85	0,95	0,94	0,92	0,86	0,86	0,89	0,94	0,94	0,95	0,77	0,89	0,91

			Aree p	rative				Colture				Laghi						
	P	R	Е	Α	I	T	P	R	Е	Α	I	T	P	R	Е	A	I	T
Ricchezza	13,05	9,50	4,69	7,54	7,61	13,65	16,01	8,09	8,67	11,32	10,07	18,23	17,32	9,31	10,54	11,79	14,13	22,97
NP/P	0,59	0,58	1,00	0,50	0,33	0,64	0,44	0,89	0,60	0,33	0,40	0,43	0,85	0,55	1,00	1,50	0,93	1,14
Diversità G	0,90	0,92	0,70	0,87	0,82	0,91	0,90	0,85	0,86	0,91	0,81	0,93	0,93	0,93	0,87	0,89	0,94	0,96
Diversità H	2,84	2,70	1,45	2,21	1,98	2,82	2,96	2,31	2,32	2,70	2,14	3,11	3,13	2,71	2,49	2,67	2,99	3,61
Equip. E	0,57	0,80	0,72	0,85	0,72	0,62	0,52	0,62	0,67	0,72	0,57	0,57	0,62	0,91	0,62	0,63	0,78	0,74
Equip. J	0,86	0,92	0,70	0,89	0,71	0,79	0,83	0,82	0,84	0,85	0,70	0,79	0,87	0,96	0,86	0,83	0,89	0,87

		Dune									
	P	R	Е	A	I	T					
Ricchezza	5,45	3,98	3,40	1,77	3,43	5,87					
NP/P	0,83	1,50	3,00	0,50	1,00	1,00					
Diversità G	0,75	0,77	0,69	0,15	0,47	0,65					
Diversità H	1,77	1,52	1,27	0,34	1,02	1,64					
Equip. E	0,63	0,91	0,88	0,45	0,50	0,45					
Equip. J	0,74	0,95	0,92	0,31	0,57	0,62					

Rapporto 1998 - Fauna

Tab. 3. Castelporziano, Indice di affinità faunistica (Dice-Sorensen).

HABITAT	MACCHIA	PINETA	QUERCETO	AREE PRATIVE	COLTURE	LAGHI	DUNE
MACCHIA		0,77	0,79	0,62	0,53	0,48	0,19
PINETA		11111111	0,85	0,61	0,57	0,49	0,12
QUERCETO	19119111		10 100010	0,66	0,59	0,53	0,12
AREE PRATIVE			1011111		0,62	0,51	0,20
COLTURE						0,58	0,15
LAGHI				11111111			0,18
DUNE						11141111	

Tab. 4. Castelporziano, Indice di affinità biocenotica (Renkonen).

HABITAT	MACCHIA	PINETA	QUERCETO	AREE PRATIVE	COLTURE	LAGHI	DUNE
MACCHIA		0,67	0,57	0,31	0,37	0,28	0,07
PINETA	1111111	11111111	0,65	0,30	0,35	0,38	0,07
QUERCETO			(1111111	0,36	0,41	0,32	0,02
AREE PRATIVE		1111111	11111111		0,66	0,32	0,12
COLTURE		11111111				0,40	0,14
LAGHI				пппп			0,15
DUNE							11111111

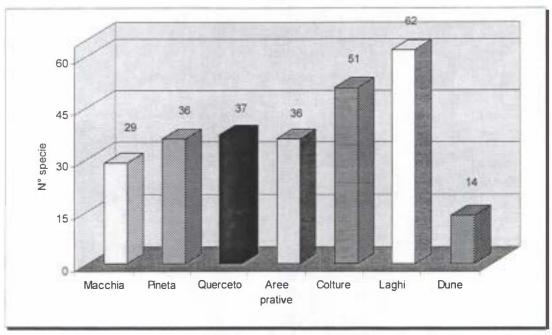


Figura 1 - Comunità ornitica di Castelporziano; distribuzione del numero di specie.

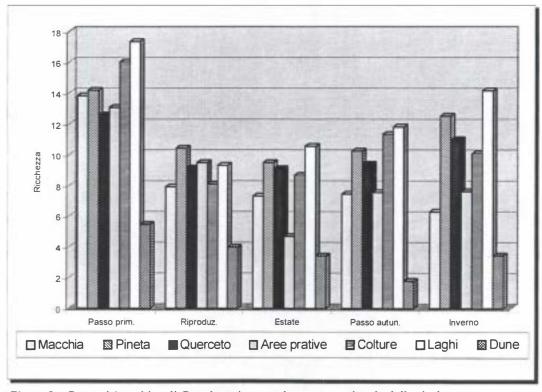


Figura 2 - Comunità ornitica di Castelporziano; andamento stagionale della ricchezza.

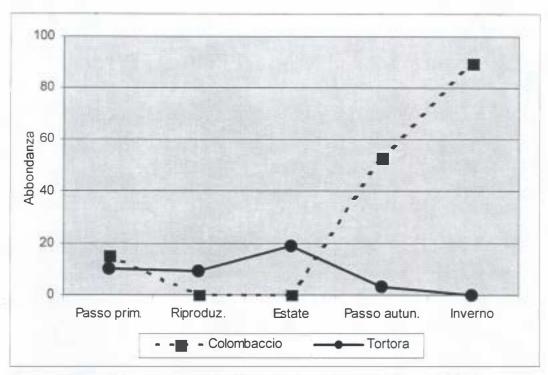


Figura 3 - Comunità ornitica di Castelporziano; abbondanza del Colombaccio e della Tortora.

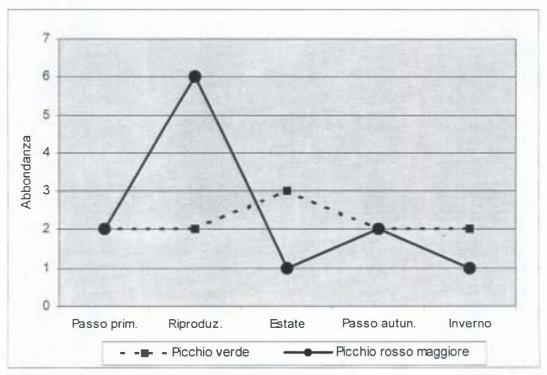


Figura 4 - Comunità ornitica di Castelporziano; abbondanza del Picchio rosso maggiore e del Picchio verde in pineta.

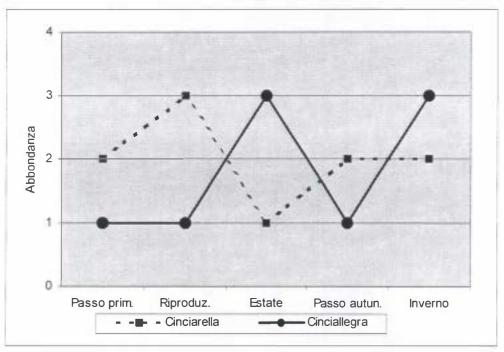


Figura 5 - Comunità ornitica di Castelporziano; abbondanza della Cinciarella e della Cinciallegra in pineta.

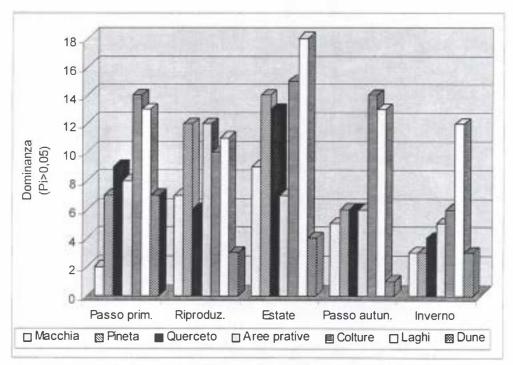


Figura 6 - Comunità ornitica di Castelporziano; andamento stagionale della dominanza.

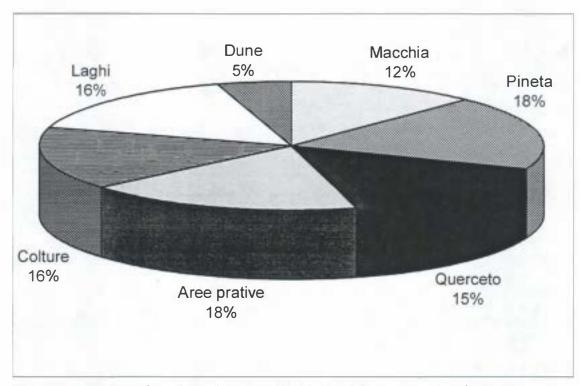


Figura 7 - Comunità ornitica di Castelporziano; distribuzione delle specie nidificanti (tot. 52).

GRUPPO DI LAVORO	FAUNA
TITOLO DELLA RICERCA	I Rapaci Notturni nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano
RESPONSABILE	Prof. A. Fanfani
UNITA' OPERATIVA	Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo (Zoologia) - Università "La Sapienza" - Roma
PARTECIPANTI ALLA RICERCA	L. Ranazzi, A. Manganaro, R. Tomassi, L. Pucci, U. De Giacomo, E. Piattella, A. Fanfani

INTRODUZIONE

Le ricerche condotte sugli Strigiformi nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano hanno consentito di studiare la dieta, la biologia riproduttiva e la distribuzione dell'Allocco (*Strix aluco*); la dieta e la distribuzione della Civetta (*Athene noctua*) e del Barbagianni (*Tyto alba*). Infine, è stato valutato lo status per l'Assiolo (*Otus scops*) e il Gufo comune (*Asio otus*).

PARTE SPERIMENTALE

Per lo studio della dieta, l'identificazione delle prede è stata determinata mediante l'analisi delle borre considerando ai fini del conteggio delle prede il numero minimo disponibile ed effettuando il riconoscimento a livello di specie (Toschi e Lanza, 1959; Toschi, 1965; Chaline *et al.*, 1974; Di Palma & Massa, 1981; Moreno, 1985; Moreno, 1986; Moreno, 1987).

Il censimento notturno degli Strigiformi è stato impostato, sulla base delle tipologie vegetazionali della Tenuta (bosco misto, bosco igrofilo, lecceta, sughereta, pineta, macchia alta, prateria steppica e coltivati a rotazione) rilevate tramite la "Carta della Vegetazione di Castelporziano" (Bruno, 1980), scegliendo delle aree campione rappresentative dell'intera Tenuta. All'interno di queste aree e durante il corso delle stagioni, sono stati effettuati transetti crepuscolari-notturni, con tappe di 250 metri, utilizzando sia l'ascolto passivo sia la stimolazione in playback (canto territoriale del maschio adulto).

Al fine di migliorare la raccolta dei dati sul campo è stata sperimentata una nuova metodologia, il playback diurno, volta alla localizzazione dei siti di riposo diurno degli allocchi. Per la realizzazione del metodo è stato stabilito un tempo di emissione dei richiami non superiore a 5 minuti per punto di stazionamento. Quando la risposta è stata ottenuta prima della fine dei 5 minuti, il playback è stato sospeso se la risposta era sufficiente a localizzare con precisione il predatore. In caso contrario, si è stabilito di continuare la stimolazione se ritenuta utile alla precisa localizzazione del predatore.

Il *playback* diurno è stato realizzato in diverse fasce orarie, al fine di indagare la contattabilità della specie nel corso della giornata. La stessa metodologia è stata applicata anche in aree della Tenuta dove le conoscenze sulla distribuzione dell'allocco erano già ritenute complete, al fine di testare il metodo stesso e per verificare le osservazioni notturne acquisite.

Sono stati registrati i seguenti parametri per ogni punto di stazionamento: rilevatore/i, data, area, località, condizioni meteo, punto di stazionamento, ora inizio richiami, ora inizio risposta, ora fine richiami, ora fine risposta, tipo di richiamo ascoltato, qualità del richiamo, azimut, distanza presunta, ubicazione del rapace, mobilità del rapace, altre osservazioni.

Con il *playback* diurno, utilizzato limitatamente per l'allocco, è stato possibile:

- I Localizzare rapidamente numerosi siti di riposo diurno e, di conseguenza, rilevare informazioni generali sulla ubicazione del sito diurno.
- 2 Raccogliere materiali utili allo studio dell'alimentazione.
- 3 Confermare la presenza di coppie precedentemente contattate nelle escursioni notturne, per le quali non era nota la conoscenza del sito di riposo.
- 4 Determinare la presenza di nuove coppie laddove mancavano uscite notturne.
- 5 Osservare il comportamento di risposta al playback diurno.

Il calcolo delle densità si è avvalso del metodo delle "nearest neighbour distances" (Newton *et al.*, 1977; Ratcliff, 1980; Kenward & Lindsay, 1981; Tjemberg, 1985; Watson *et al.*, 1987; Court *et al.*, 1988). La riproduzione è stata studiata mediante sopralluoghi crepuscolari e notturni utilizzando il metodo del *playback*, a partire dal mese di maggio. Sono stati utilizzati i seguenti parametri della biologia riproduttiva: il tasso riproduttivo, il tasso d'involo e la produttività.

RISULTATI E DISCUSSIONE

ALLOCCO

Censimento e Densità

L'allocco è risultato lo Strigiforme più diffuso nella Tenuta con densità (territori/km²) molto elevate in alcune aree indagate. In letteratura i più alti livelli di densità dell'Allocco per l'Europa sono stati riscontrati finora da Southern & Lowe (1968) a Witham Wood (Berkshire, Inghilterra), un'area con boschi composti da querce, conifere ed aceri, alternati a coltivi, con una densità di 7,4 coppie/km² (30 territori in 405 ha). Nell'ambito della stessa indagine in un bosco di caducifoglie d'alto fusto (Great Wood), compare una densità da 10,6 coppie/km² (11 territori in 104 ha). Nella Tenuta, in località Piscinale (macchia mediterranea alta) e Scopone (lecceta) la densità si colloca intorno ai 15 territori per km² e raggiunge il valore di 18,87 territori per km² nell'area Farnete - Grotta Romagnola (bosco misto termofilo).

Questi risultati si basano su un'area di 749,8 ha che ospita 122 territori. Si tratta di situazioni localizzate all'interno della Tenuta poiché in altre aree (Tor Paterno, Spagnoletta e Coltivati Nord) le densità si collocano su valori decisamente meno elevati risultando comprese tra 3 e 7 coppie per km². Nell'area di Pineta Grande (88,7 ha) non è stata rilevata alcuna nidificazione.

Il censimento notturno dell'Allocco è stato concentrato, nel 1998, sull'area di Grotta Romagnola, in precedenza solo parzialmente indagata. Questa zona ha rivelato un'elevatissima presenza della specie che, infatti, qui raggiunge la più alta densità di tutta la Tenuta (Tab. 1).

Località	Tipologia vegetazionale dominante	Superficie N. N. D. (ha)	Nº territori	Territorio medio (ha)	Densità Territori/ km²
Farnete-Grotta Romagnola	Bosco misto	259,7	49·	5,3	18,87
Scopone	Lecceta	227,9	36	6,3	15,80
Piscinale	Macchia mediterranea alta	262,2	37	7,1	14,11
Tor Paterno	Bosco misto	211,6	15	14,1	7,09
Spagnoletta	Sughereta	120	7	17,1	5,83
Coltivati nord	Prato-pascolo con nuclei di bosco misto	439,2	13	33,8	2,96
Area di studio		1520,6	157	13,9	10,78

Tab. 1. Densità dell'Allocco nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).

Ulteriori indagini condotte, sempre nel 1998, nelle aree del Piscinale e delle Farnete, hanno confermato le densità precedentemente rilevate. I risultati ottenuti sono stati convalidati per l'area di Piscinale dall'analisi dei sonogrammi, effettuata su 12 maschi adulti dei 37 presenti.

Di conseguenza, si è proceduto alla registrazione dei canti di 19 maschi adulti, dei 49 presenti, per l'area di Farnete - Grotta Romagnola, per i quali si attendono i relativi sonogrammi.

Riproduzione

Nel 1998 il controllo delle coppie riprodottesi, nell'ambito delle 98 coppie seguite, conferma i risultati del precedente anno di ricerca con valori, tuttavia, leggermente minori. Complessivamente, il tasso riproduttivo (n° coppie riprodottesi/n° di coppie seguite) è risultato pari al 20,4%, il tasso d'involo (n°

juv tot/n° coppie riprodottesi) è risultato pari a 1,50 e, infine, la produttività (n° juv tot/n° coppie seguite) è pari a 0,31.

Tali valori confrontati con quelli disponibili per l'area urbana di Roma, appaiono particolarmente bassi (Manganaro et al., 1996).

Plavback diumo

Dalle osservazioni effettuate nella Tenuta, allo stato delle attuali conoscenze, il *playback* diurno ha prodotto i seguenti risultati:

- 1 Sono stati individuati tre nuovi siti di raccolta borre.
- 2 Si è accertata la contattabilità della specie anche a notevole distanza avendo ottenuto risposte anche da esemplari molto lontani dal punto di emissione del *playback*. In questi casi è possibile che il predatore continui a cantare, più o meno regolarmente, senza involarsi guidando l'osservatore fino all'albero sul quale si trova l'Allocco.
- 3 Hanno risposto quasi esclusivamente i maschi adulti essendo rare le risposte delle femmine e per ora nulle quelle dei giovani. Di conseguenza la risposta consiste nell'emissione dell'ululato classico.
- 4 Il tempo di risposta è risultato assai breve e numerose e sorprendenti sono state le risposte ottenute a tempo zero, ossia alla prima stimolazione. In questi casi è anche capitato che la risposta sia stata ottenuta ancora prima del completamento del primo ululato in *playback*. Non sono mancate tuttavia risposte in notevole ritardo (ad oltre 30 minuti dal *playback*).
- 5 La durata della risposta ottenuta è risultata variabile; da un singolo ululato, a volte incompleto, a canti prolungati per 20-30 minuti.
- 6 La qualità degli ululati ascoltati, seppur variabile, ha rivelato canti del tutto paragonabili a quelli notturni con ululati regolari e potenti spesso fin dal primo contatto.
- 7 In molti casi ha risposto più di un maschio contemporaneamente, a parziale conferma delle alte densità rilevate nei censimenti notturni.
- 8 Gli esemplari contattati possono involarsi, rendendo difficile la localizzazione del sito e il ritrovamento di eventuali reperti. Il predatore sembra normalmente avvicinarsi alla sorgente del richiamo.
- 9 La stimolazione diurna ha sempre provocato la risposta dei passeriformi e dei piciformi. Tali reazioni oltre a manifestarsi con emissioni di versi d'allarme, portano gli esemplari ad avvicinarsi alla sorgente dei richiami.

Alimentazione

Sono stati individuati, sei siti di raccolta d'Allocco nelle seguenti località: Farnete di Santo Quercio, Grotta Romagnola, Incrocio Presidente, Lecceta di Ponte Guidone, Pignocco e Piscinale.

Complessivamente sono state identificate 279 prede. Tra i Vertebrati predati, i Mammiferi sono rappresentati da 6 specie, mentre 13 specie sono state rinvenute tra gli Uccelli. Dal punto di vista numerico, nella valutazione della dieta spicca la presenza degli Invertebrati (58,06%) rappresentati prevalentemente dall'ordine degli Ortotteri (14,70%) e dal geotrupide *Typhoeus typhoeus* (11,11%); i Cerambicidi sono rappresentati dall'8,96% e gli Scarabeidi dal 4,30%. La predazione sui Gasteropodi Polmonati raggiunge il 7,53%. I Mammiferi sono rappresentati dal 24.73%; il genere maggiormente predato tra i Roditori è *Apodemus* con il 14,70%, segue *Muscardinus* con il 4,30% e *Rattus* con il 3,58%. Sono stati predati, occasionalmente, anche *Microtus savii* e *Talpa romana*. Non è stato reperito alcun esemplare di *Mus* né di Soricidae. Gli Uccelli rappresentano il 14,34%; la specie maggiormente predata è *Turdus merula* con il 2,15%. Sporadica risulta, invece, la predazione sui Rettili (0,72%) mentre gli Anfibi costituiscono il 2,15%. Risultano quindi dominanti le specie appartenenti a categorie di peso medio-basso: Ortotteri, *Typhoeus typhoeus* e *Apodemus*. Importante il contributo di prede occasionali (altre specie predate <2%) pari al 26,88%. I dati ottenuti sono riepilogati nella Tabella 2.

Taxa	% numeriche
1 - Apodemus sp.	14,70
2 - Orthoptera ind	14,70
3 - Thyphoeus thyphoeus	11,11
4 - <i>Limax</i> sp.	7,53
5 - Coleoptera ind.	4,30
6 - Muscardinus avellanarius	4,30
7 - Cerambyx sp.	3,58
8 - Cerambyx velutinus	3,58
9 - Rattus sp.	2,87
10 - Geotrupidae ind.	2,15
11 - Rana dalmatina	2,15
12 - Turdus merula	2,15
13 - Altre specie predate <2%	26,88
Totale prede	279

Tab. 2. Percentuali sul numero totale di prede nella dieta dell'Allocco della Tenuta Presidenziale di Castelporziano.

BARBAGIANNI

Alimentazione

L'alimentazione del Barbagianni è stata studiata in sette siti della Tenuta: Castello, Casaletto, Trafusa, Cassa, Buon Pastore, Quarticciolo e Beccacce, sia con raccolte sistematiche di borre sia con campionamenti casuali, per un totale di 1764 prede, realizzate ispezionando i casali della Tenuta in diversi periodi dell'anno. Nel sito del Castello la dieta è stata seguita mensilmente per un intero anno.

Considerando complessivamente i sette siti di Barbagianni sono state rinvenute 5 specie per i Roditori, 4 per gli Insettivori, 16 per gli Uccelli, oltre a trascurabili presenze di «Invertebrati».

Complessivamente e considerando i valori medi, prevalgono i Roditori con l'87,15% che rappresentano almeno il 90% della biomassa totale. Tre sono le principali prede: Microtus savii (38,20%), Apodemus (22,47%) e Mus domesticus (22,10%). Gli Insettivori costituiscono l'8,22%; la specie maggiormente predata è il Suncus etruscus con il 3,14% mentre Crocidura leucodon e C. suaveolens rappresentano rispettivamente il 2,29% e il 2,43%. La predazione su Talpa è risultata occasionale. Gli Uccelli compongono il 2,51% e la predazione è stata rivolta principalmente sui passeriformi ma la specie maggiormente predata, Passer italiae, raggiunge solo lo 0,53%. Tra i Roditori (Fig. 1), la predazione sul genere Mus varia, tra i siti, in misura maggiore rispetto agli altri generi. Solo per i siti 1 (Castello) e 2 (Casaletto), infatti, tale predazione è risultata ben inferiore a quella esercitata su Apodemus, mentre nei siti restanti la predazione su Mus è all'incirca uguale o ben superiore a quella su Apodemus. La predazione più rilevante è, in cinque siti su sette, quella su *Microtus* che solo nel sito 5 (Buon Pastore) è risultata inferiore sia a quella su *Apodemus* sia a quella su *Mus*. La predazione su *Rattus* è risultata assai limitata ma comunque si è realizzata in sei siti. La predazione su Muscardinus è apparsa invece leggermente più importante di quella su Rattus e solo nel sito 1 (Castello) ha raggiunto quasi 1'8% sul totale delle prede con un valore nettamente diverso da tutti gli altri siti. Tra i Roditori i taxa risultati presenti in tutti i siti sono stati Microtus savii, Apodemus e Mus domesticus. Nell'ordine degli Insettivori, tralasciando la predazione occasionale su Talpa registrata solo in un sito, il genere Crocidura prevale leggermente su Suncus. Sia Crocidura leucodon che C. suaveolens appaiono in tutti i siti studiati. La predazione maggiore sugli Insettivori è stata rilevata nel sito 3 (Trafusa).

Una particolare predazione è stata riscontrata nel sito di Casaletto dove in una raccolta autunnale la predazione sui Chirotteri ha raggiunto il 22,60% (n=33) dei Vertebrati predati (n=146). Tale fenomeno (fino a dieci esemplari per borra) può giustificarsi con la presenza di un assembramento temporaneo di Chirotteri, all'interno del casale stesso, sul quale il predatore ha rivolto le sue attenzioni, sicuramente per più giorni di seguito, come l'analisi delle borre lascia intendere. Successivi controlli non hanno

confermato tale straordinaria predazione, che non trova riscontro in letteratura e che pertanto deve considerarsi occasionale.

La dieta stagionale del sito Castello

Le raccolte di borre effettuate mensilmente nel sito 1 (Castello) permettono di considerare tale dieta a livello stagionale. I Roditori presentano la maggior predazione in autunno e in primavera, con valori superiori al 90%. Considerando la variazione stagionale delle percentuali numeriche, per ogni singolo genere (Fig. 2), si riscontra una predazione su *Mus* prevalente in autunno; su *Muscardinus* risulta maggiore in autunno ed inverno, mentre *Microtus* presenta valori superiori in primavera ed in estate. Il genere *Apodemus* presenta una situazione pressoché uguale in tutte le stagioni e, infine, il genere *Rattus* non risulta predato in primavera.

Gli Insettivori compensano in inverno e in estate il calo della predazione sui Roditori. I passeriformi sono presenti con i valori maggiori in inverno e in autunno. Gli Invertebrati, i non-passeriformi e i Chirotteri sono rappresentati da percentuali minime. I parametri medi di questa dieta (biomassa predata per borra integra = 66,31g; numero di prede per borra integra = 2,53; peso medio della preda = 26,42g) si accordano con i dati presenti in letteratura.

CIVETTA

Censimento e Densità

Nel corso del 1997 il censimento della Civetta è stato realizzato nelle 4 aree campione di Colle Contumaci (bosco misto termofilo/prateria steppica), Piscinale (macchia mediterranea alta), Santola (coltivi con filari arborei) e Dogana (prateria steppica); i valori delle densità sono risultati compresi tra 0,87 e 4,31 territori/ km².

Nel 1998 il numero delle aree indagate è stato portato a 10 aree campione rappresentative delle tipologie vegetazionali dominanti. Sono state compiute 35 escursioni notturne nel periodo febbraio-luglio in 70 stazioni d'ascolto (canto spontaneo e *playback*). Ciascun punto di stazionamento è stato visitato almeno tre volte.

La Civetta è risultata presente in due sole aree. Nella prima, la zona del Castello, la densità raggiunge un valore di 5,23 territori/ km², nella seconda, la zona dei Coltivati Nord, il valore di 3,31 territori/ km² (Tab. 3). Rispetto al '97 la specie risulta assente a Piscinale, alla Dogana ed alla Santola.

Località	Tipologia vegetazionale dominante	Superficie N.N.D. (ha)	Nº territori	Territorio medio (ha)	Densità Territori/ km²
Coltivati nord	Prato-pascolo con nuclei di bosco misto	392,1	13	30,16	3,31
Castello	Prato-pascolo/ Case rurali	133,75	7	19,11	5,23
Area di studio		525,85	20	24,64	4,27

Tab. 3. Densità della Civetta nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) rilevate nel 1998.

I valori di densità della Civetta nell'Europa Centrale, espressi come coppie/kmq, risultano compresi tra 0,3 e 0,7 coppie/km² (Cramp, 1985; Exo, 1992; Juillard, 1984). In Italia, nella pianura del Po, sono state registrate sorprendenti densità: tra 9,3 e 11 territori/km² (Estoppey, 1992).

Le densità riscontrate, oscillanti nei due anni di studio dai 0,87 ai 5,23 territori/km², non si discostano da quelle risultanti da analoghi lavori realizzati recentemente nella campagna romana alla periferia di Roma (Manganaro *et al.*, 1996). Altri dati ottenuti con la stessa metodologia in ambiente mediterraneo riguardano l'area di Tolfa dove sono state registrate densità tra 0,3 e 0,7 coppie/km² con densità massima di 8,2 coppie/km² (Centili, 1995).

La dieta del sito Casale Cassa

L'analisi delle raccolte è ancora in corso di svolgimento pertanto si dispone di risultati parziali riferibili ad un periodo di nove mesi, compreso tra l'ottobre del 1996 ed il giugno del 1997. Sono state esaminate 266 borre integre, 99 borre parzialmente integre, resti di prede e spiumate che hanno portato all'identificazione di 2905 prede.

Gli Invertebrati costituiscono il 95,42% delle prede totali, in accordo con altri lavori effettuati nell'Italia centro-meridionale (Moschetti, 1993; Zerunian *et al.*, 1982). Tra i Vertebrati, i Mammiferi, con 6 generi, rappresentano il 2,69% delle prede totali. La specie *Microtus savii* costituisce la componente percentualmente più consistente (52,56%) tra i Mammiferi. Un altro roditore, *Muscardinus avellanarius*, è stato predato nel solo mese di maggio. Gli Insettivori sono presenti con la *Crocidura suaveolens* (5,13% dei Mammiferi) ed il *Suncus etruscus* (2,56% dei Mammiferi).

Nell'ambito degli Uccelli, costituenti lo 0,93% delle prede totali, sono state riconosciute 4 specie. Tra queste la più abbondante è risultata *Hirundo rustica* (58,33% delle prede classificate), seguita da *Carduelis carduelis* (16,67%) e, con uguali percentuali, *Passer domesticus*, *Motacilla alba* e *Sturnus vulgaris* (8,33% ciascuna).

I Rettili, componenti lo 0,90% delle prede totali, sono rappresentati da almeno 3 specie. Il genere *Podarcis*, con le 2 specie identificate *P. muralis* e *P. sicula*, è il più numeroso con una percentuale pari al 88,46% dei Rettili totali. L'altra specie predata è stata *Chalcides chalcides* (un solo individuo).

Gli Anfibi rappresentano lo 0,07% del totale con il genere Rana.

Gli Invertebrati predati sono quasi esclusivamente Insetti. Tra questi, che costituiscono il 94,42% delle prede totali predominano la famiglia Carabidae con il 39,48% degli Insetti, i Forficulidae con il 25,45%, gli Scarabeidae con il 13,45%, gli Staphylinidae con l'8,38% e i Curculionidae con il 5,43%. La specie più predata in assoluto è risultata la *Forficula auricularia* con una percentuale del 23,38% rispetto al totale delle prede. Le altre classi di Invertebrati predate, Aracnida, Gasteropoda e Crustacea, compongono appena l'1% (Fig. 3).

L'andamento mensile delle classi-preda mostra la presenza percentualmente pesante dei Coleotteri in tutti mesi di studio. Si può notare come, nell'ordine degli Insetti, durante il periodo invernale la diminuzione numerica dei Coleotteri sia controbilanciata da un aumento nella predazione dei Dermatteri (Fig. 4). A livello di famiglia i Carabidae raggiungono il loro picco in aprile, i Forficulidae sono catturati maggiormente nel periodo invernale, gli Scarabeidae presentano un andamento quasi regolare con picchi a cadenza trimestrale, gli Stafilinidi ottengono la loro percentuale maggiore nei mesi di febbraio-marzo ed infine i Curculionidi sono presenti per lo più da gennaio a marzo. Per ciò che riguarda i Vertebrati la componente di Mammiferi è alta da ottobre a dicembre, i Rettili raggiungono la punta massima in marzo (60% dei Vertebrati), mentre gli Uccelli subiscono un aumento graduale della predazione da novembre a giugno. In quest'ultimo mese si aggiunge alle altre classi di Vertebrati predati quella degli Anfibi con due individui.

GUFO COMUNE e ASSIOLO

Le indagini mirate sulle due specie svolte con l'ausilio del *playback*, come i sopralluoghi notturni per altri Strigiformi all'interno della Tenuta, non hanno provato alcuna nidificazione né alcuna presenza regolare ed evidente neanche durante i periodi invernali e/o di passo.

Le specie, nella Tenuta, devono pertanto considerarsi accidentali o irregolarmente presenti durante il passo.

CONCLUSIONI

Allo stato delle attuali conoscenze, gli alti valori delle densità registrati per gli Allocchi in alcune aree della Tenuta sono accompagnati da uno scarso successo riproduttivo. È possibile che le disponibilità trofiche pur consentendo la sopravvivenza di una coppia di Allocchi adulti, anche in un territorio di limitata estensione, non garantiscano risorse particolarmente favorevoli alla riproduzione, abbassando il tasso riproduttivo. Sul tasso d'involo potrebbero intervenire fattori quale la spiccata microfagia, la quale limiterebbe l'apporto di biomassa fornita ai nidiacei con conseguente aumento del tempo impiegato nella caccia dagli adulti e concomitante diminuzione dell'apporto energetico per imbeccata. Un altro fattore potrebbe essere rappresentato dalla mortalità dei giovani dovuta a fenomeni di predazione.

Nella Tenuta la Civetta risulta distribuita in maniera non uniforme presumibilmente a causa della maggiore estensione delle aree boschive rispetto agli ambienti aperti più idonei alla presenza di questa specie. Ciò trova conferma dai risultati relativi ai due anni di studio. In particolare la densità è risultata più alta in quelle maggiormente antropizzate come la zona del Castello. Ciò potrebbe far ipotizzare che a parità di tipologia vegetazionale la Civetta prediliga le aree con siti di nidificazione di origine antropica. Altro fattore limitante potrebbe essere costituito dall'alta densità dell'Allocco. per il quale sono già stati registrati casi di predazione sulla Civetta (Manganaro et al., 1990).

Per il Barbagianni sembrano essere presenti dei condizionamenti ambientali rilevati in ordine alle diete studiate messe a confronto con i risultati ottenuti nella vicina Capitale. In particolare nella Tenuta è

risultato maggiormente predato Apodemus sp., Crocidura sp. e Mus domesticus, mentre a Roma prevale Microtus savii, Rattus rattus e Aves.

RINGRAZIAMENTI

Un sentito ringraziamento rivolgiamo alla Direzione della Tenuta per aver rilasciato le necessarie autorizzazioni ad effettuare le ricerche.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Bruno F., 1980. Carta della vegetazione della Tenuta di Castelporziano. Istituto di botanica, Università di Roma "La Sapienza".
- 2. Centili D., 1995. Dati preliminari sulla Civetta Athene noctua in un'area dei Monti della Tolfa (Roma). Avocetta, 19: 113.
- 3. Chaline J., Baudvin H., Jammot D., Saint Girons M.C., 1974. Les proies des rapaces. Doin, Paris.
- 4. Court G. S., Bradley D. M., Gates C. C., Boag D. A., 1988. Turnover and recruitment in a tundra population of Peregrine Falcons *Falco peregrinus*. Ibis, 131: 487-496.
- Cramp S., Simmons K., 1985. The Birds of the Western Palearctic, Vol. IV. Oxford University Press, Oxford.
- 6. Di Palma M.G., Massa B., 1981. Contributo metodologico per lo studio dell'alimentazione dei rapaci. Atti I Conv. Ital. Orn., Aulla, pp. 69-76.
- 7. Estoppey F., 1992. Une densité élevée de Chouettes chevêches, *Athene noctua*, dans la plaine du Pô en Italie. Nos Oiseaux XXXXI (5): 315-319.
- 8. Exo K.M., 1992. Population ecology of Little Owls *Athene noctua* in Central Europe: a review. In: The ecology and conservation of European owls, ed. by Galbraith C. A., Taylor I. R., Percival S., Peterborough, Joint Nature Conservation Committe. (UK Nat. Conserv. No. 5): 64-75.
- 9. Juillard M., 1984. La Chouette chevêche. «Nos Oiseaux», Société romande pour l'étude et la protection des oiseaux. 1197 Prangins: 1 243.
- 10. Kenward R. E., Lindsay I. M., 1981. Aspects of goshawks urban ecology. Understanding the Goshawks, Oxford.
- 11. Manganaro A., Ranazzi L., Ranazzi R., in: Cignini B., Zapparoli M., (a cura di), 1996. Atlante degli uccelli nidificanti a Roma. Fratelli Palombi, Roma: 1-122.
- 12. Manganaro A., Ranazzi L., Ranazzi R., Sorace A., 1990. La dieta dell'Allocco, *Strix aluco*, nel parco di Villa Doria Pamphili (Roma). Riv. ital. Orn. 60: 37-52.
- 13. Moreno E., 1985. Clave osteologica para la identification de los passeriformes ibericos. (I). Ardeola 32 (2): 295-377.
- 14. Moreno E., 1986. Clave osteologica para la identification de los passeriformes ibericos. (II). Ardeola 33 (1-2):69-129.
- 15. Moreno E., 1987. Clave osteologica para la identification de los passeriformes ibericos. (III). Ardeola 34 (2):243-273.
- 16. Moschetti G., Mancini D. 1993. Dieta della Civetta (Athene noctua) e sue variazioni stagionali in un parco urbano in ambiente mediterraneo. Uccelli d'Italia, 18: 3-12.
- 17. Newton I., Marquiss D., Weir D. N., Moss D., 1977. Spacing of Sparrowhawk nesting territories. Journal of Animal Ecology. XXXXVI: 425-441.
- 18. Ratcliff D., 1980. The Peregrine Falcon. Buteo Books, Vermillion.
- 19. Southern H. N., Lowe V. P. W., 1968. The pattern of distribution of prey and predation in Tawny Owl territories. J. Anim. Ecol., 37: 75-79.
- 20. Tjernberg M., 1985. Spacing of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* nests in relation to nest site and food availability. Ibis, 127: 250-255.
- 21. Toschi A., Lanza B., 1959. Mammalia. Generalità, Insectivora, Chiroptera. Fauna d'Italia, Calderini ed. Bologna.
- 22. Toschi A., 1965. Fauna d'Italia. VII. Mammalia. Lagomorpha, Rodentia, Carnivora, Ungulata, Cetacea. Calderini, Bologna.
- 23. Watson J., Langslow D. R., Rae S. R., 1987. The impact of land-use changes on Golden Eagles in the Scottish Highlands. Nature Conservancy Council.
- 24. Zerunian S., Franzini G., Sciscione L., 1982. Little owls and their prey in a Mediterranean habitat. Boll. Zool. 49: 195-20.

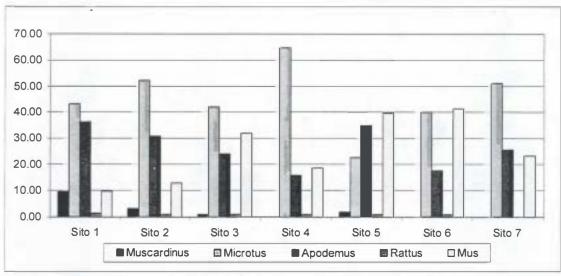


Figura 1 - Percentuali numeriche dei generi appartenenti all'ordine Rodentia predati dal Barbagianni nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) riferite al periodo 1996-'97.

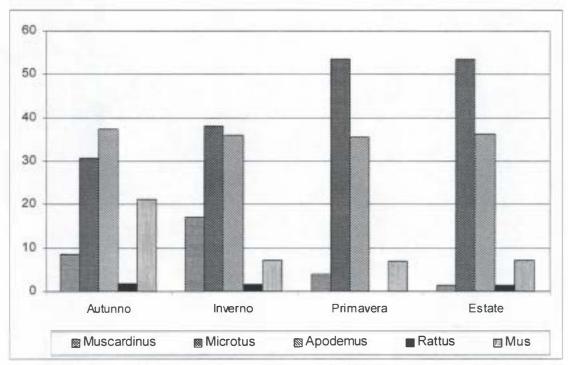


Figura 2 - Variazioni stagionali dei generi appartenenti all'ordine Rodentia predati dal Barbagianni nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) riferite al periodo 1996-'97.

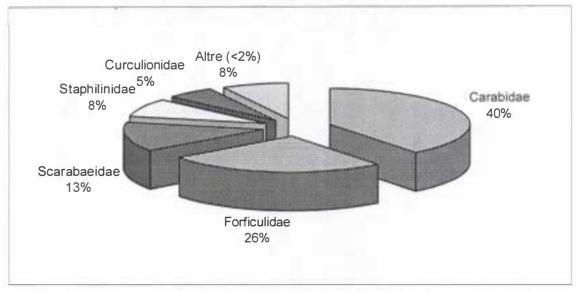


Figura 3 - Predazione della Civetta sulle principali famiglie di Insetti nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).

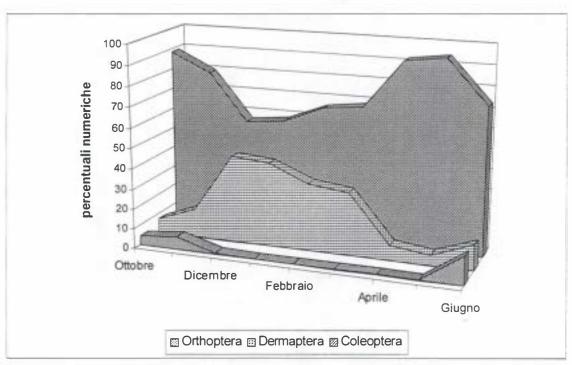


Figura 4 - Variazioni mensili degli ordini di Insecta predati dalla Civetta nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma).

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA Biologia del Cinghiale, Daino e Capriolo

RESPONSABILE Dott. S. Focardi

UNITA' OPERATIVE INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica

Università "La Sapienza" - Roma

Tenuta Presidenziale di Castelporziano

PARTECIPANTI ALLA RICERCA S. Focardi, G. Franceschini, F. Ronchi, L. Pucci, A.

Fanfani, A. Tinelli, S. Toso

INTRODUZIONE

In questa relazione vengono riportati i risultati principali ottenuti dall'unità operativa "Dinamica di popolazione delle specie di ungulati della Tenuta" del gruppo di lavoro Fauna. In questa relazione si riferisce sia dell'invio di dati alla Banca dati del Sitac che dei risultati delle elaborazioni specialistiche condotte in particolare per lo studio dell'ecologia del cinghiale.

INVIO DEI DATI

L'invio dei dati al Sitac è continuato sia perché le disponibilità sono aumentate nel corso del 1998 e perché si è resa necessaria una validazione di una parte di questi dati per una verifica della loro correttezza. Inoltre nel caso dei censimenti primaverili sono stati inviati gli aggiornamenti relativi alla stagione 1998. La parte consistente di dati non ancora inviati riguarda lo studio dell'analisi spaziale e della scelta dell'habitat del cinghiale tramite radiotracking e sarà oggetto del prossimo rapporto. Al fine di avere un quadro riassuntivo dei dati fatti confluire al centro di raccolta del Sitac, in Appendice I si riportano gli archivi già inviati, divisi per argomento mentre quelli che devono essere ancora inviati sono riportati in Appendice II.

GEOREFERENZIAZIONE DEI DATI

Dopo aver acquisito i dati e averne controllato la validità, prima di poter condurre delle analisi è stato necessario che tutti i dati spaziali fossero georeferenziati, ossia fosse determinata la loro posizione geografica esatta. Ad esempio, è importante conoscere la posizione corretta dei chiusini di cattura per poter valutare la distanza lineare percorsa da un animale tra due catture successive o la dislocazione delle altane utilizzate durante i censimenti primaverili al fine di valutare quale tipo di habitat sia stato campionato. Tale operazione è stata in collaborazione con i dipendenti della Tenuta e con l'ausilio della cartografia stradale. I dati raccolti sono poi stati trasferiti in un supporto digitale, tale da permetterne la visualizzazione, la sovrapposizione con altri dati e l'analisi. Abbiamo utilizzato il software ARCINFO per questa fase del progetto. Le informazioni spaziali così ottenute possono poi essere analizzate. L'elenco dei "tematismi" disponibili è riportato in Appendice III, insieme con una breve descrizione del loro significato e del modo nel quale sono memorizzati in ARCINFO (linee, poligoni, etc.).

ANALISI DEI DATI

VALUTAZIONE DEL SIGNIFICATO DEI SEGNI DI PRESENZA INDIRETTA DEL CINGHIALE

L'analisi dei dati ha finora riguardato soprattutto lo studio dell'ecologia e della dinamica di popolazione del cinghiale. In particolare si è cercato di capire se l'utilizzo di segni indiretti di presenza, quali l'attività di scavo (rooting), la presenza di feci, osservazioni dirette effettuate da transetto o da altana siano in relazione con l'effettiva scelta dell'habitat del cinghiale determinata dalle analisi dei dati di radiotracking. Nonostante la letteratura scientifica sia abbastanza ricca di lavori che utilizzano i segni di presenza del

cinghiale per la stima dell'uso degli habitat, poco si sa sul reale significato di questi indici. L'utilizzo del radiotracking come metodo di convalida e verifica dell'attività del cinghiale nelle diverse stagioni permetterà di capire se questi segni di presenza sono veramente efficaci come metodo alternativo ed economico nello studio dell'ecologia del cinghiale e per il monitoraggio di queste popolazioni. I risultati dell'analisi presentati sono da considerarsi ancora preliminari.

DETERMINAZIONE DELLE STAGIONI DI STUDIO

Per analizzare i dati di *rooting* e dell'attività di deposizione delle feci nel corso delle stagioni si è proceduto ad una suddivisione del periodo di studio nel seguente modo: Stagione 1 (Dicembre 1995-Maggio 1996), Stagione 2 (Giugno 1996-Novembre 1996) Stagione 3 (Dicembre 1996-Maggio 1997), Stagione 4 (Giugno 1997-Ottobre 1997).

La scelta dei periodi di studio è stata fatta valutando due fattori: da una parte osservando la fenologia delle principali risorse trofiche che compaiono nella dieta del cinghiale (ghianda e pinoli in inverno, radici e frutta in primavera e estate) e dall'altra analizzando gli spostamenti medi dei cinghiali radiocollarati. La graficizzazione delle distanze medie percorse per giorno, divise per maschi e femmine ha permesso di individuare dei cambiamenti netti nei pattern di movimento e di conseguenza nel comportamento dell'occupazione dello spazio. Tali cambiamenti tengono conto sia della strategia riproduttiva (in autunno i maschi si muovono di più alla ricerca delle femmine), sia di una scelta dell'habitat legata alla stagionalità della disponibilità delle risorse trofiche.

ANALISI DELL'HABITAT

La carta della vegetazione dell'area di studio è stata ricavata dal telerilevamento di immagini satellitari gentilmente fornitaci dal gruppo di lavoro sull'atmosfera. Le categorie ambientali ricavate dal telerilevamento sono state poi riclassificate in tre gruppi, che presentano condizioni ambientali simili e una disponibilità trofica per il cinghiale omogenea. Dalla carta così ricavata sono state eliminate le aree recintate, sia perché più difficilmente accessibili da parte dei cinghiali, sia perché i cinghiali in tali aree sono soggetti ad un forte disturbo antropico ed a un elevato prelievo.

L'estensione dei tre habitat è riportata in Tabella 1.

Aree aperte e pineta	Boschi misti (con ghianda)	Macchia e sempreverde
470 ha	2379 ha	961 ha
12.33%	62.43%	25.24%

Tab. 1. Estensione e frazione % dei tre habitat considerati.

TRANSETTI

I transetti sono stati classificati in modo da avere una omogeneità degli habitat al loro interno e la maggiore contiguità possibile tra transetti appartenenti alla stesso habitat. Più specificatamente, attorno ad ogni transetto è stato selezionato un buffer di 50 metri. L'attribuzione di un transetto ad una specifica tipologia ambientale è stata condotta confrontando due metodologie. Il primo metodo era una cluster analysis per 3 medie (analisi condotta con il software Statistica). Questo tipo di analisi attribuisce ogni osservazione (nel nostro caso ogni transetto) ad uno dei 3 gruppi specificati. Il valore medio di ogni cluster caratterizza la tipologia ambientale. Ciascun gruppo, a causa dell'elevata frammentazione dell'area di studio, è in realtà misto, con una delle tre tipologie ambientali, che si presenta predominante rispetto alle altre. Il secondo metodo consisteva nell'attribuire un transetto ad una categoria semplicemente considerando l'habitat più esteso all'interno del buffer. Il confronto dei due metodi ha mostrato che la classificazione nella maggioranza dei casi era identica; laddove essa era differente il transetto è stato attribuito in modo da avere delle zone omogenee e una percentuale del numero di transetti campionati il più possibile vicina alla percentuale di habitat disponibili nell'area di studio.

La percentuale dei transetti classificati in ogni ambiente e la disponibilità % degli ambienti nella Tenuta è riportata in Tabella 2.

Habitat	numero di transetti	% transetti	% ambienti	
Aree aperte	5	12.5	12.33	
Boschi misti	26	65	62.43	
Macchia e bosco sempreverde	9	22.5	25.26	

Tab. 2. Confronto tra percentuale di transetti nei vari ambienti e degli ambienti nella Tenuta.

FECI

Il campionamento è stato condotto mensilmente dal 31/7/95 al 31/10/97 senza interruzioni.

L'analisi dei line-transects sulle feci è stata condotta per i transetti divisi in zone. Andranno poi applicati i tassi di degradabilità per avere una stima della densità di feci per habitat.

ROOTING

I dati raccolti dal 1.9.1995 al 1.9.1996, sono stati divisi in trimestri nel seguente modo: autunno (dal 1/9/95 al 30/11/95), inverno (dal 1/12/95 al 28/2/96), primavera (dal 1/3/96 al 31/5/96) ed estate (dal 1/6/96 al 31/8/96).

Il numero medio di scavi osservati è riportato in Tabella 3. Si può notare una maggior frequenza di rooting nella macchia ed una frequenza decisamente maggiore in autunno-inverno che in primavera-estate.

Ambiente	Aree aperte e pinete	Boschi misti	Macchia e bosco sempreverde
Stagione			
Autunno	134	136	147
Inverno	118	131	147
Primavera	93	105	117
Estate	69	66	60

Tab. 3. Numero medio di eventi di rooting per ettaro.

Sono stati analizzati due tipi di rooting. Il rooting di tipo A è superficiale mentre il rooting di tipo B è profondo. I dati sono stati normalizzati e la deviazione da una distribuzione normale è stata testata con il test di Shapiro-Wilks (rooting A:W=0.986, P>0.05, rooting B W=0.962, P<0.01). I risultati utilizzando un'analisi della varianza sono riportati in Tabella 4. La tabella mostra come la suddivisione delle osservazioni per trimestri riveli delle differenze non solo tra le stagioni, ma anche tra gli habitat, sia nel rooting superficiale che in quello profondo. Le differenze maggiori sono comunque dovute alla stagione.

Trattamenti	g.d.l.	F	P
RO	OOTING A		
Stagione	3	58.56	0.0001
Ambiente	2	4.33	0.0135
Interazione Stagione per Ambiente	6	1.76	0.1051
RO	OOTING B		
Stagione	3	52.77	0.0001
Ambiente	2	4.52	0.0112
Interazione Stagione per Ambiente	6	0.29	0.9415

Tab. 4. Analisi della varianza utilizzata per valutare le differenze tra stagioni ed ambienti per i due tipi di rooting.

OSSERVAZIONI DA LINE TRANSECTS

Si noti che questi line transect sono diversi dai transetti utilizzati precedentemente per lo studio del rooting, anche se la loro classificazione per ambiente è stata fatta in maniera analoga. La classificazione dei 100 transetti viene riportata in Tabella 5. Il campionamento è stato effettuato durante tre anni: 1995 (13 Aprile - 30 Giugno), 1996 (11 Aprile - 27 Giugno) e 1997 (28 Giugno - 19 Marzo).

Habitat	% transetti	% habitat
Aree aperte e pinete	15	12.33
Boschi misti	64	62.43
Macchia e bosco sempreverde	21	25.56

Tab. 5. Distribuzione dei transetti lineari nei 3 ambienti.

L'analisi dei dati di osservazione da line transect non ha dato significative differenze tra gli habitat. Si considera questo metodo non valido per questa specie, a causa probabilmente della difficoltà con la quale può essere stimata efficientemente la posizione dal transetto, dovuta sia al comportamento elusivo dell'animale, sia alla sua preferenza per habitat di macchia dove minore è la visibilità.

DINAMICA DELLA POPOLAZIONE

ALTANE

Attorno a ciascuna altana e palchetto è stato ricavato un buffer di 50 m, e poi è stato utilizzato lo stesso metodo di classificazione dei transetti. Le percentuali ricavate sono le seguenti:

Habitat	Numero altane	% altane	% habitat
Aree aperte e pinete	7	18.9	12.33
Boschi misti	22	59.5	62.43
Macchia e sempreverde	8	21.6	25.56

Tab. 5'. Distribuzione delle altane nei 3 ambienti.

La somma dei censimenti primaverili diviso per il numero di postazioni attribuite alle tre categorie ambientali ha dato i risultati (valori sommati per tutte le classi di età) riportati in Tabella 6. In primavera, quando tali rilievi sono stati effettuati, vi è una debole tendenza a trovare i cinghiali nelle aree aperte o nei boschi misti, mentre l'uso della macchia e del bosco sempreverde è ridotto.

Habitat	1995	1996	1997	1998
Aree aperte	5.86	11.43	5.29	11.86
Boschi misti	13.68	10.09	4.59	12.50
Macchia e sempreverde	6.75	2.88	7.00	10.63

Tab. 6. Distribuzione dei cinghiali nei vari habitat nei 4 anni di studio.

GOVERNE

L'amministrazione della Tenuta utilizza 70 percorsi lineari (per un totale di 12,8 km) sui quali viene lasciato cadere del mais con una macchina spargitrice. Durante la terza settimana di Agosto un numero adeguato di osservatori viene cel·locato all'inizio di ciascuna governa per contare il numero di animali che vi si alimentano. Le osservazioni vengono ripetute due volte sia per la zona nord della Tenuta che nella zona sud, per un totale di quattro giorni di censimento. Le governe vengono inoltre utilizzate anche per la cattura, dirigendo progressivamente la linea di mais verso l'entrata dei chiusini di cattura. Le catture vengono condotte in estate, in alcuni anni per un solo mese, in altri casi per più tempo in relazione alla dimensione del piano di prelievo.

Habitat	n.	Numero governe	% altane	% habitat
Aree aperte	1	10	14.28	12.33
Boschi misti	2	47	67.14	62.43
Macchia e sempreverde	3	13	18.57	25.56

Tab. 7. Distribuzione delle governe nei vari habitat. n. riporta il numero di habitat utilizzato in Tab. 8.

anno	habitat	striati	rossi	scrofe	verri	adulti nd	totali
1995	1	20	14	5	2	6	46.16
	2	19	6	5	2	2	34.97
	3	15	8	5	2	4	34.14
1996	1	8	3	5	2	1	19.75
	2	6	4	6	3	1	21.09
	3	4	6	6	4	2	21.43
1997	1	17	5	6	2	0	30.27
	2	17	4	6	3	1	30.97
	3	25	4	6	3	0	39.50
1998	1	29	9	9	4	2	52.30
	2	26	12	7	3	2	50.80
	3	27	12	8	5	3	55.08

Tab. 8. Numero medio di individui per transetto e per habitat (cfr. Tabella 7) (per le classi di età: striati = piccoli dell'anno, rossi = da 6 fino a 18 mesi).

RADIOTRACKING

L'analisi dei dati di radiotracking può essere utile per comparare l'uso dello spazio tra stagioni e il comportamento a breve termine del cinghiale. Per ciascun fix è stato annotato il periodo del giorno, (pienamente diurno, pienamente notturno e crepuscolare). Ogni fix sarà quindi attribuito ad un habitat specifico per valutare come nelle diverse stagioni varia il comportamento del cinghiale.

L'analisi dei dati ha riguardato inoltre lo studio dell'uso dello spazio e dell'habitat del cinghiale e del suo modello di movimento. Queste analisi saranno l'oggetto di due tesi sperimentali svolte da studenti dell'Università di Roma. Al momento sono state condotte ricerche per determinare le dimensioni degli home range sia con il metodo del Minimo Poligono Convesso (figura 1) sia con il metodo del Kernel. Nei prossimi mesi oltre ad approfondire lo studio delle modalità di spostamento del cinghiale analizzeremo come la struttura del paesaggio possa essere messa in relazione con l'uso dello spazio da parte del cinghiale.

I dati essenziali sulla struttura dell'home range sono riportati in Tabella 9. Come si vede la maggior parte degli animali è stata seguita per un anno o più.

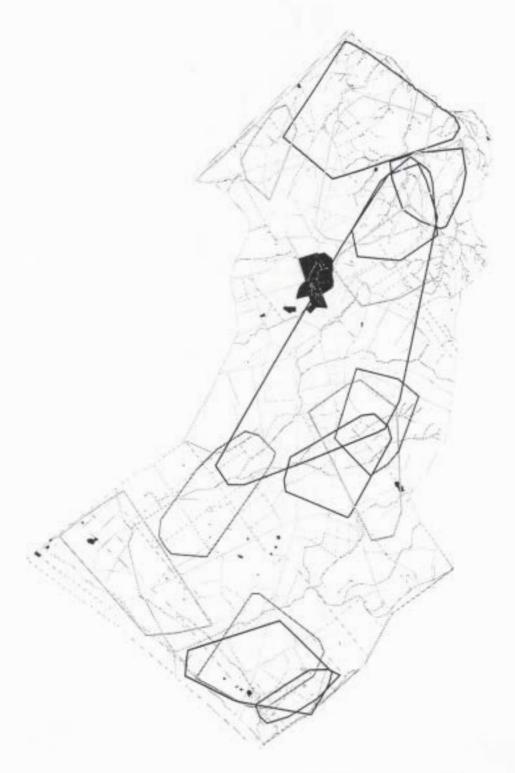


Figura 1 - Home range annuale (MCP al 95%) dei cinghiali della Tenuta.

Anima	le	# fix	Da	ata	Ng	S	uperficie ho	me range (m²	2)	NC
Codice	Sex		Inizio	Fine		MCP 100%	MCP 95%	Kernel 95%	Kernel 50%	
m395	m	28	01/Nov/95	10/Jan/96	70	883394	836040	1573363	246012	3
m315	m	82	05/Nov/95	26/May/96	203	2844326	2661180	3772728	735828	2
m494a	m	77	01/Nov/95	19/Jun/96	231	11900216	2976617	3213059	602914	2
f433	f	98	01/Nov/95	10/Jul/96	252	823059	632863	941020	110506	1
m003	m	139	04/Nov/96	27/Oct/97	357	2284471	2222733	1794045	259124	1
f023	f	142	04/Nov/96	29/Oct/97	359	2970888	1905684	465694	68607	1
f454b	f	144	04/Nov/96	29/Oct/97	359	666058	517797	417569	46384	1
m254b	m	137	04/Nov/96	31/Oct/97	361	3236343	2546118	1295464	154474	1
f354	f	150	01/Nov/95	05/Dec/96	400	4918895	1628106	653786	80261	1
m214	m	146	03/Nov/95	14/Dec/96	407	15865791	3917413	2488831	468199	1
f273	f	159	01/Nov/95	30/Dec/96	425	4230328	3547461	2402492	280012	2
f293	f	187	01/Nov/95	25/Feb/97	482	3379998	2004843	1619934	237741	2
m373	m	208	01/Nov/95	22/May/97	568	10712512	9567576	12340874	1380227	2
m063	m	167	04/Apr/96	29/Oct/97	573	3823893	2515868	2080696	112854	1
m234	m	280	02/Nov/95	29/Oct/97	727	2311025	1260898	580705	101531	2
f474	f	284	01/Nov/95	29/Oct/97	728	3565379	1719412	562942	59477	1

Tab. 9. Risultati principali dell'analisi dell'home range complessivo degli animali studiati. Si riportano nurnero di fix per animale (fix), il numero di giorni durante i quali l'animale è stato studiato (Ng), e la dimensione degli home range con vari metodi. La dimensione dell'home range valutata con il Kernel al 50% (cioè che racchiude il 50% dei fix) rappresenta la core area dell'animale (50%). Il numero di core area (NC) rappresenta il numero di poligoni in cui la core area è suddivisa, cioè la sua frammentazione.

PROSPETTIVE DI LAVORO

Il programma di lavoro per il 1999 può essere riassunto come segue:

- 1 Completamento e validazione dei dati non ancora fatti affluire al Sitac come indicato nell'Appendice II, e loro integrazione con i dati preesistenti.
- 2 Completamento dell'analisi statistica riguardante lo studio dei segni di presenza del cinghiale; tale studio sarà utilizzato per mettere a punto programmi di monitoraggio della specie.
- 3 Proseguimento dell'analisi dei dati di radiotracking allo scopo della preparazione di due tesi sperimentali e di successive comunicazioni scientifiche.

APPENDICE I. ELENCO FILES INVIATI

I files inviati sono normalmente in formato Access 7 (estensione .mdb). Qualora essi siano stati inviati in altro formato, ciò viene specificato nella breve descrizione che accompagna i vari paragrafi.

Abbattimenti

Abbattimenti.mdb

Censimenti

Dati aggiornati fino al 1998.

Capriolo

Censimenti primaverili.mdb

Cervo

Censimenti primaverili.mdb

Cinghiale

Censimenti primaverili.mdb

Censimenti estivi.mdb

Catture.mdb

Daino

Censimenti primaverili.mdb

Censimenti autunnali.mdb

Analisi chimica della vegetazione e dell'effetto del pascolamento

Grazing.mdb

Il Database contiene le seguenti tabelle:

Analisi chimica

Dati sulla digeribilità in vitro di alcune essenze vegetali contenute nella dieta del daino. Esperimento condotto in due periodi (91-92 e 93-94) allo scopo di verificare il bisogno energetico e la scelta alimentare del daino.

Grazing 1988 1992

Effetto del pascolamento degli ungulati lungo alcuni transetti per stimarne l'impatto sulla fitocenosi. Si esamina l'altezza della vegetazione e la presenza di brucature e ricacci per due anni.

Grazing 1994

Dati sulla brucatura degli ungulati per verificare l'effetto dell'asporto sulla vegetazione, per l'anno 1994.

Stima della biomassa

Dati utilizzati per la stima della biomassa vegetale a partire da un metodo non distruttivo. Si dimostra come il conteggio dei punti di contatto di una griglia quadrata sulla vegetazione sia strettamente correlato alla biomassa delle specie studiate.

Transetti 1988 1992

Stessi dati del file Grazing 1988 1992, ma presentati in una forma diversa per permetterne una più semplice elaborazione statistica in SAS.

Censimenti da transetto

Line transect.mdb

Dati di line transect utilizzati per la stima della densità del capriolo stratificati per anno e per habitat.

Tracce su sabbia.mdb

Dati relativi al passaggio di ungulati su piste sabbiose allo scopo di studiare l'importanza dei diversi habitat nel movimento degli animali nel corso dell'anno.

Censimenti annuali.mdb

Dati relativi a censimenti da altane e transetti, ripetuti per tutto il corso di un anno. Si tratta degli unici dati di censimenti continuati mese per mese.

Ecologia del cinghiale

Sono stati inviate alcune tabelle relative all'elaborazione del database sul rooting del cinghiale. Queste tabelle possono essere caricate all'interno del programma ArcView e visualizzate con la carta della vegetazione dell'area di studio per avere una visione immediata della preferenza dell'habitat del cinghiale nell'attività di rooting.

Radiotracking sul cinghiale

Fix.mdb

Dati sulla posizione dei fix condotti sui cinghiali.

Home range cinghiali.

Sono stati inoltre inviati i dati sugli home range dei cinghiali calcolati dal database fix.mdb. Tali dati sono stati inviati come shapefile per la visualizzazione con il programma ArcView.

Sistema di raccolta dati per gli ungulati

Sono stati inviati i dati relativi alla posizione delle altane, dei chiusini e dei transetti lineari utilizzati per i lavori sul campo. Per quanto riguarda i transetti esistono due file differenti: uno per i transetti relativi al database line transect.mdb e l'altro relativo allo studio dei segni di presenza del cinghiale. Queste informazioni sono state inviate come interchange files (estensione .e00) di ArcInfo.

APPENDICE II. DATI ANCORA DA INVIARE

Radiotracking sul cinghiale

Fix.mdb

Questo database va nuovamente inviato in quanto sono state apportate delle modifiche dopo il controllo dei dati

Continuate mdh

Dati sulle osservazioni continue di attività (continuate) del cinghiale.

Ecologia del cinghiale

Feci.mdb

Presenza di feci del cinghiale lungo transetti lineari, allo scopo di determinare la densità delle feci nei vari ambienti nel corso dell'anno.

Degradazione delle feci.mdb

Esperimento effettuato per analizzare il tempo di degradazione delle feci nei diversi ambienti della Tenuta. Questi dati, insieme ai dati del database precedente, servono per conoscere la frequentazione dei diversi habitat nel corso dell'anno. La frequenza di incontro delle feci è proporzionale non solo al numero trovato, ma anche al tempo di degradazione (cioè di scomparsa) che varia al variare delle condizioni edafiche e microambientali tipiche di ogni habitat.

Rooting.mdb

Presenza di segni di scavo (rooting) lungo transetti lineari. Si tratta di un'altra analisi che fornisce indicazioni sull'uso dell'habitat.

Dieta.mdb

Dati sulla dieta del cinghiale. Analisi del contenuto delle feci del cinghiale. Variazione stagionale della disponibilità delle ghiande, pinoli e pere. Copertura percentuale della vegetazione erbacea in aree campione, rappresentative dei vari ambienti della Tenuta. L'insieme di queste tabelle permette di valutare la variazione della disponibilità delle risorse trofiche nell'area di studio.

APPENDICE III. ELENCO DEI TEMATISMI

ALTANE

punti

Posizione delle altane e palchetti utilizzati per i censimenti primaverili

AREE ERBA

poligoni

Aree di campionamento per lo studio degli effetti del grazing

AREE SAGGIO punti

Posizione delle aree di saggio della ricerca condotta sulla dinamica della vegetazione

CAPOCOTTA linee

Rete stradale di Capocotta

CASE

linee

Case dell'area di studio

CHIUSINI

punti

Posizione dei chiusini utilizzati per i trappolamenti dei cinghiali

CING-TRAN

linee

Posizione dei transetti utilizzati per i rilievi sul rooting e sulle feci dei cinghiali

CONFINI

linee

Confini della Tenuta di Castelporziano e Capocotta

FIX

punti

Totale fix cinghiale

FOSSI linee
Rete idrica della sola Castelporziano
GOVERNE linee

Posizione delle governe utilizzate per i censimenti estivi del cinghiale

HABITAT region

Carta semplificata della vegetazione di Castelporziano divisa nei cinque ambienti tipici e raggruppata in

regioni

PORZIANO linee
Rete stradale di Castelporziano
RECINTI poligoni
Aree coltivate recintate di Castelporziano
ROOTING regioni

Carta della vegetazione di Castelporziano divisa in ambienti e categorie di frequenza di rooting (vedere

progetto_rooting)

SABBIA linee

Posizione dei transetti su sabbia utilizzati per lo studio sulle tracce degli ungulati

TRANSCAP linee

Transetti utilizzati per il censimento degli ungulati, con il metodo del line-transect.

TRANSCAP_PT punti
Punti di partenza dei transetti sul capriolo

TUTTO linee

Rete stradale di Castelporziano e Capocotta

TUTTOP linee

Rete stradale di Castelporziano e Capocotta nella proiezione Gauss-Boaga

VEG-PORZIANO poligoni Carta della vegetazione di Castelporziano VEG-REC poligoni

Carta della vegetazione di Castelporziano, con esclusione delle aree recintate

VEGET poligoni

Carta della vegetazione di Castelporziano e Capocotta

DEM grid

Modello digitale del terreno di Castelporziano e Capocotta (proiezione Gauss-Boaga)

PAV poligoni

Piano di assestamento forestale di Castelporziano e Capocotta (proiezione Gauss-Boaga)

MOSA immagine

Carta tecnica regionale dell'area di studio (proiezione Gauss-Boaga)

ZONE poligoni

Zone con cui sono stati classificati i transetti per il rilievo su feci e rooting del cinghiale.

GRUPPO DI LAVORO FAUNA

TITOLO DELLA RICERCA Censimento dell'Ornitofauna nelle principali Piscine

(dal marzo 1997 al settembre 1998)

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA G. Landucci; P.F. Ruda; S. Taddei; A. Tinelli

INTRODUZIONE

Dalle osservazioni effettuate si evince che nella Tenuta di Castelporziano sono presenti numerose specie ornitiche sia nelle piscine sia nelle aree aperte che diventano stagionalmente ambienti umidi e che la presenza dell'avifauna dipende dalle condizioni meteorologiche e dall'andamento delle stagioni.

Poiché le zone umide di Castelporziano risultano di ampiezza ridotta, sia come specchio d'acqua che come capienza naturale del bacino, si evidenzia come le numerose specie ornitiche riescano ad adattarsi a condizioni ambientali così ristrette. Infatti, escludendo alcuni bacini artificiali realizzati appositamente per l'avifauna nell'area di Tor Paterno con superficie d'acqua e profondità più accentuate, le restanti zone umide appaiono piuttosto contenute e limitate soprattutto nelle stagioni con scarse precipitazioni meteoriche.

METODOLOGIA

Per valutare l'importanza faunistica delle piscine di Castelporziano per le specie ornitiche è stato necessario predisporre un censimento mensile nelle principali zone umide.

Sono state prese in considerazione N° 30 piscine perenni di ampia superficie fra le più significative della Tenuta e rappresentative dal punto di vista ambientale, distribuite in modo da essere visitate proseguendo in un unico giro nella stessa giornata.

Le piscine e le zone umide prese in considerazione sono le seguenti:

- ZONA SUD: Canale Palocco, Piscina Figurella, Laghi di Tor Paterno, Piscina Pignocco, Piscina Bassana, Piscina Bassana interna, Piscina Chiara, Piscina Cioccati, Piscina del Camilletto 1 (Dr. Mori), Piscina del Camilletto 2 (Cattura), Piscina del Figurone, Piscina del Frasso, Piscina del Re, Piscina di Vetrica, Piscina di Vetrica bis (Casale Bruciato), Piscina di Via del Telefono, Piscina di Pozzo Napoliello, Piscine della Dogana, Piscina di Ponte dei Materiali, Piscina del Quarticciolo.
- ZONA NORD: Laghetto di Ponte Ruffo, Laghetto di Valle dell'Oro, Laghetto dell'Ortaccio, Piscina del Pino, Piscina del Presidente, Piscina dietro la Villa, Piscina Monti del Pero, Piscina S. Quercio (Sughereta), Piscinali di Ponte Guidone, Piscina Puntoni.

Le osservazioni sono state effettuate dal marzo 1997 al settembre 1998, effettuando il rilievo all'incirca nella terza decade di ogni mese in relazione alle condizioni meteorologiche.

Le piscine sono state individuate in considerazione delle loro caratteristiche ambientali così da comprendere differenti tipologie, come specchi d'acqua aperti e specchi d'acqua chiusi, piscine naturali e piscine artificiali, e infine, le zone umide che si trovano nella fascia litoranea, compresa dalla costa fino a 500 ml. dal mare, e quelle nei coltivati che si trovano nella zona Nord della Tenuta.

RISULTATI

I dati sono stati sintetizzati mediante delle schede redatte per ogni piscina, che riportano i valori numerici delle osservazioni per quel determinato ambiente, evidenziando l'andamento delle presenze avifaunistiche durante le stagioni per ciascuna zona umida e da cui emerge l'importanza di ogni piscina nei riguardi dello svernamento, la sosta e la nidificazione.

Le specie censite nell'ambito dei sopralluoghi mensili, segnalando laddove era possibile il sesso e il numero di immaturi, sono state le seguenti, considerando fra gli anatidi: Alzavola, Cormorano, Fischione, Folaga, Gallinella d'acqua, Germano Reale, Marzaiola, Moretta, Moriglione, Tuffetto; e

considerando fra i trampolieri: Airone Cenerino, Airone Rosso, Beccaccino, Corriere Piccolo, Fratino, Frullino, Garzetta, Pantana, Pavoncella, Piro Piro Piccolo.

Tale suddivisione di carattere puramente generale e schematica, è stata effettuata in relazione all'uso degli ambienti da parte delle varie specie. Sono state pertanto divise le presenze dei trampolieri e degli anatidi indicando le specie più frequenti e i mesi di maggior presenza.

Si evidenzia (Vedi Figura 2) che le specie più frequenti fra i trampolieri sono l'Airone Cenerino (44,4 %) e la Garzetta (31,4 %), risultano infine di una certa consistenza la Pavoncella (10,8 %), il Beccaccino (6,2%) ed il Piro Piro Piccolo (5,6 %). Fra gli anatidi (Vedi Figura 2) la specie più frequente è il Germano Reale (50,9 %), seguito nei valori numerici dall'Alzavola (28,4 %). I valori in percentuale sono indicati considerando la media fra il 1997 ed il 1998.

L'Airone Cenerino risulta frequente anche nel periodo estivo e tardo autunnale per la presenza di numerosi esemplari immaturi che testimoniano aree di nidificazione in ambienti limitrofi alla Tenuta.

Sia il Germano Reale che le Gallinelle d'Acqua risultano frequenti nel periodo primaverile-estivo ed autunnale sottolineando la loro adattabilità a differenti ambienti e la loro nidificazione in numerose zone umide

La popolazione di Cormorani avvistati appare in stretta relazione con quella che è usualmente presente lungo il corso del fiume Tevere e nelle zone umide poco distanti.

Dalla Figura 3 si evince che durante il periodo invernale 1997 e 1998 i trampolieri hanno svernato nell'area della Tenuta con una consistenza numerica massima di 45 esemplari, soprattutto Aironi, Garzette e per il 1998 Pavoncelle. L'entità degli avvistamenti invernali è risultata in media pari a 31 individui, con un minimo nel mese di marzo del 1998 in cui nessun trampoliere è stato rilevato nelle aree umide. Il numero dei trampolieri si è ridotto durante il periodo primaverile per poi accrescersi nuovamente a partire dal mese di luglio, risultando comunque piuttosto variabile e relativo alle condizioni meteoriche mensili.

Per quanto riguarda gli anatidi i picchi di massima frequenza nei due anni di osservazioni si sono verificati nei mesi di settembre, ottobre e febbraio con valori superiori ai 190 avvistamenti, il valore più basso è riferito al mese di marzo del 1998 che coincide con il valore numerico minimo anche per i trampolieri a causa delle avverse condizioni atmosferiche.

Dalla Figura 4 si evince che le presenze di anatidi sono di gran lunga superiori a quelle dei trampolieri, inoltre esse risultano elevate soprattutto durante la migrazione autunnale, evidenziando che oltre il 90% degli anatidi si è fermato per svernare nelle piscine. Nella primavera-estate del 1998 numerose sono state le segnalazioni di anatidi con una media di 269 individui.

In particolare sono stati messi in risalto gli avvistamenti stagionali dell'Airone Cenerino nel 1997 e 1998 (Figura 5) da cui si evince una presenza consistente nella stagione invernale ed in quella estiva.

La presenza della Garzetta è risultata meno variabile di quella dell'Airone Cenerino durante le stagioni dell'anno, con un massimo nell'autunno del 1997 (Figura 6).

Per quanto riguarda gli anatidi, il Germano Reale (Figura 7) ha un andamento non discontinuo con una presenza massima in estate che nei due anni ha assunto un valore medio di 161 esemplari ed un minimo assoluto di 17 esemplari nel periodo invernale del 1997.

L'Alzavola (Figura 8) presenta invece un andamento più discontinuo con un minimo nella primavera 1997 determinato da nessun avvistamento, ed un massimo di 195 esemplari nell'inverno del 1998, che potrebbe dipendere da fluttuazioni numeriche generali della popolazione, riscontrabili anche in altre zone umide protette.

Considerando ora l'influenza sulla presenza dell'ornitofauna delle differenti tipologie ambientali caratterizzanti le piscine, è rilevabile sinteticamente (Figure 9 e 10) come i trampolieri prediligano quelle ubicate in aree aperte piuttosto che quelle presenti in aree boscate o chiuse dalla vegetazione forestale, il numero medio di avvistamenti stagionali eseguiti nelle prime durante i due anni risulta pari a 41 individui, mentre nelle piscine delle aree boscate risulta una media di soli 2 individui.

Dalle medesime figure (9 e 10), si evince un comportamento analogo per quanto riguarda gli anatidi, il cui valore medio delle presenze nelle "piscine aperte" è pari a 166 individui, mentre quello delle presenze nelle "piscine chiuse" pari a 79 esemplari; in questo caso la differenza degli avvistamenti avvenuti a favore delle piscine situate in aree aperte risulta quindi molto meno marcata rispetto a quanto rilevato per i trampolieri e, solamente nell'autunno 1997 e nella primavera 1998, si sono verificati scarti consistenti.

Il comportamento dell'avifauna nei confronti del secondo carattere discriminante, piscine naturali, mai modificate dall'uomo, e piscine artificiali, realizzate quasi totalmente ex novo, è sintetizzato nelle Figure 11 e 12.

I trampolieri hanno mostrato chiaramente una preferenza, in questo caso per le piscine artificiali che spesso coincidono con quelle aperte e che sono quelle di maggiori dimensioni; il valore medio degli

avvistamenti stagionali nei due anni di osservazioni relativo alle piscine di origine artificiale è di 39,8 esemplari, mentre nelle piscine naturali la media degli avvistamenti è di 3,5 esemplari.

Anche il numero di anatidi censiti è risultato superiore nelle piscine artificiali rispetto a quelle di origine naturale, considerando le prime la media è di 149 individui, mentre è pari a 96 individui nelle piscine di origine naturale; le differenze risultano elevate nell'autunno 1997 e nella primavera 1998, mentre nelle restanti stagioni il fenomeno è meno evidente.

È stata inoltre confrontata la presenza dell'avifauna nelle aree umide litoranee, comprese nella fascia costiera di larghezza pari a 500 ml., e nelle piscine delle aree a Nord della Tenuta che risultano all'interno dei pascoli e dei coltivi (Figure 13 e 14).

Le osservazioni sui trampolieri forniscono complessivamente dei risultati che indicano una loro superiorità numerica nelle piscine delle aree coltivate rispetto a quelle litoranee. Tali valori hanno mostrato delle differenze massime in corrispondenza dei mesi invernali per ambedue gli anni; la media degli avvistamenti stagionali dei due anni è risultata nelle piscine delle aree coltivate pari a 33,8 esemplari, mentre la media riferita alle piscine litoranee pari a 9,5 individui.

Lo stesso comportamento di preferenza verso le piscine nelle aree a pascolo risulta evidente anche fra gli anatidi, ma con differenze minori; con riferimento a questa tipologia ambientale la media degli avvistamenti stagionali nei due anni di osservazioni è di 130 esemplari, mentre la media relativa alle piscine litoranee è di 99 individui. Solamente nell'autunno del 1997 si registra un numero leggermente superiore di avvistamenti di anatidi nelle piscine litoranee rispetto a quelle più interne.

Infine nelle figure 15 e 16 si evince la presenza degli anatidi e dei trampolieri suddivisa per le varie piscine e differenziata tra il 1997 e il 1998. Si nota pertanto che nel 1997 l'area più frequentata dagli anatidi è quella dei "Laghi di Tor Paterno" e dai trampolieri quella del "Laghetto di Valle dell'Oro"; mentre per il 1998 gli anatidi hanno frequentato maggiormente il "Canale Palocco" e i trampolieri hanno frequentato maggiormente la piscina "dell'Ortaccio".

CONCLUSIONI

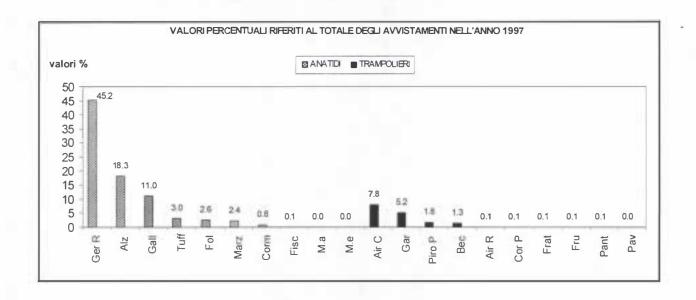
Dal quadro generale presentato si evince che il Germano Reale risulta sempre presente in Tenuta e nidificante, mentre l'Alzavola, abbondante in alcuni mesi dell'anno, non risulta nidificante.

Fra i trampolieri l'Airone Cenerino risulta sempre presente e sono stati segnalati, durante il periodo estivo-autunnale, numerosi esemplari immaturi suggerendo l'ipotesi di alcuni siti di nidificazione nell'area della foce del Tevere.

Si segnala un aumento percentuale della Folaga dal 3,1 % del 1997 al 3,7 % del 1998 (valori relativi al totale annuo degli anatidi censiti), specie prima molto rara in Tenuta, e una diminuzione della Gallinella d'acqua con una variazione percentuale dal 13,2 % del 1997 al 7,8 % del 1998.

In ultimo si vuole segnalare la presenza di alcune specie da considerare rare per Castelporziano che sono state avvistate durante questi due anni, ma le cui osservazioni non sono ricadute nell'ambito dei censimenti previsti:

Cicogna Bianca: 3 esemplari nel febbraio 1998
 Avocetta: 2 esemplari nel settembre del 1997
 Cavalieri d'Italia: 2 esemplari nel settembre del 1997
 Airone Rosso: 3 esemplari nell'aprile del 1998
 Nitticora: 7 esemplari nell'aprile del 1998



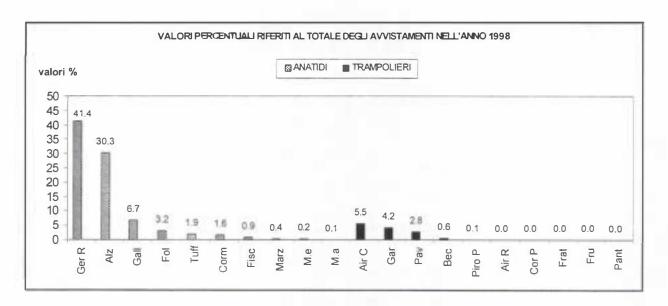
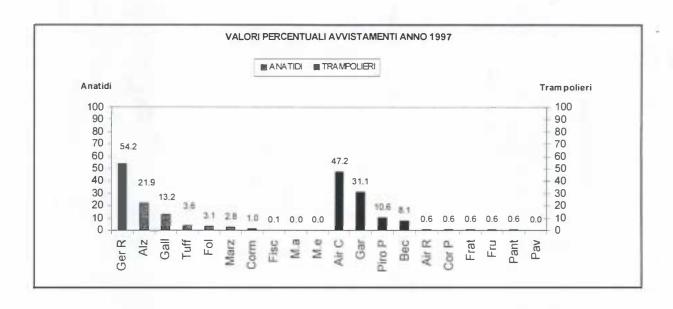


Figura 1



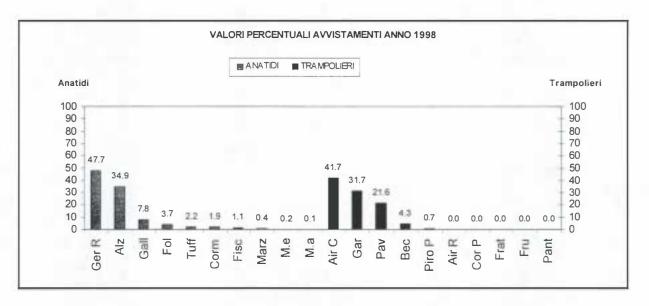
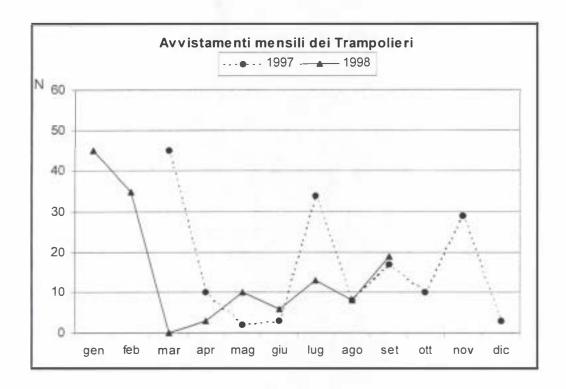


Figura 2



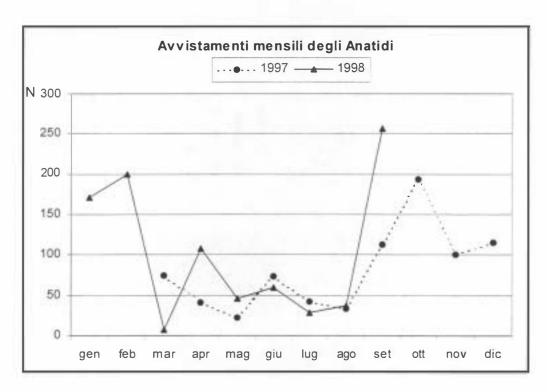
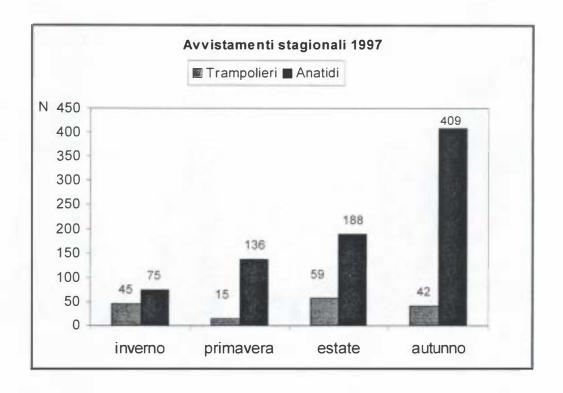


Figura 3



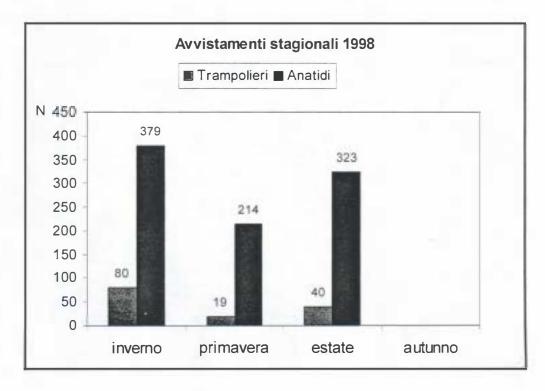


Figura 4

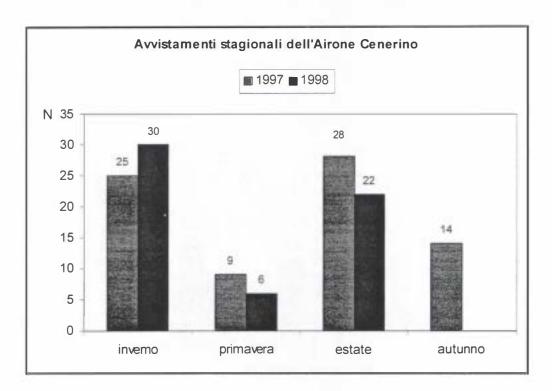


Figura 5

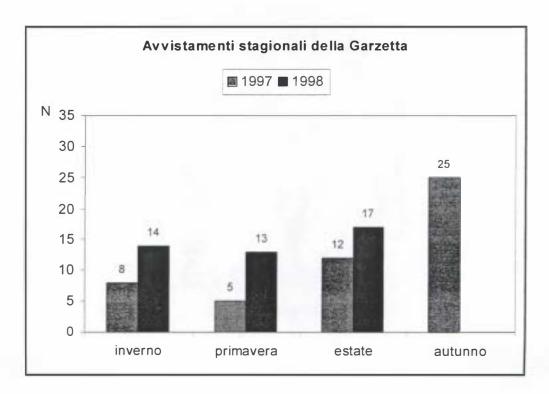


Figura 6

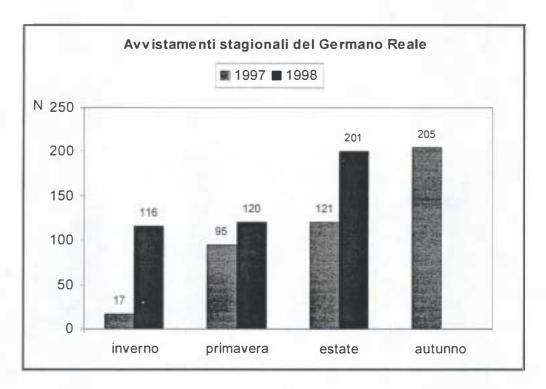


Figura 7

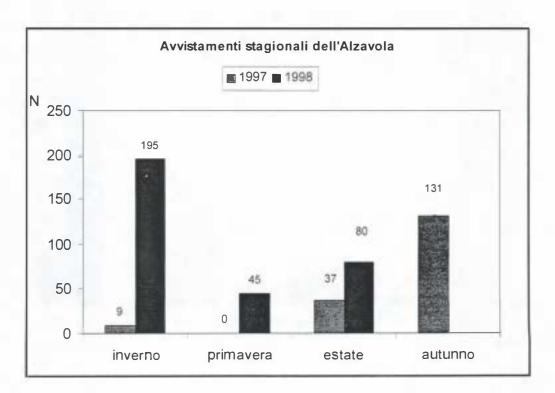
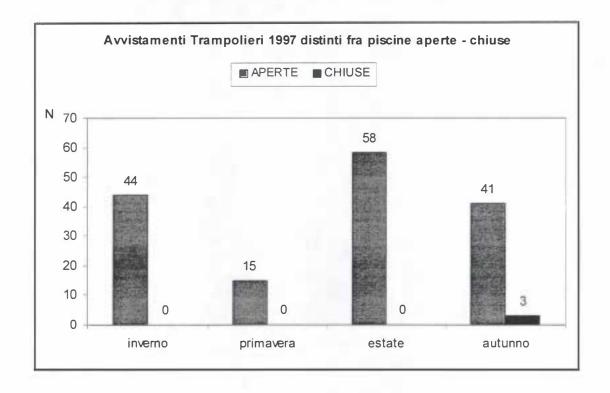


Figura 8



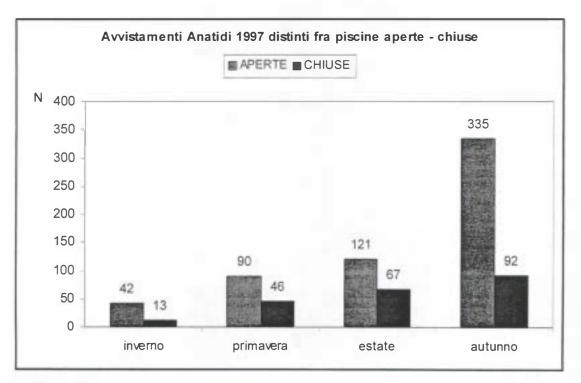
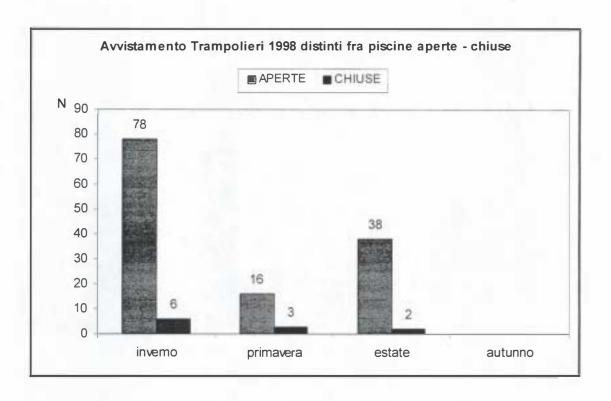


Figura 9



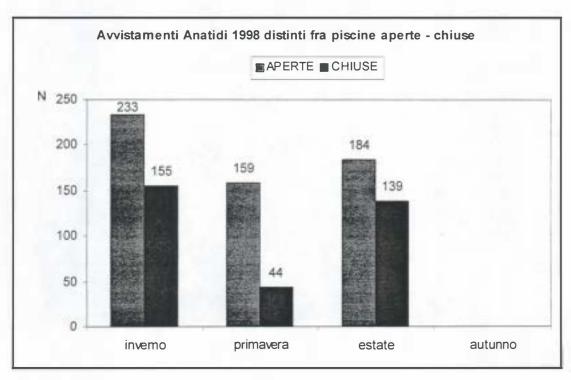
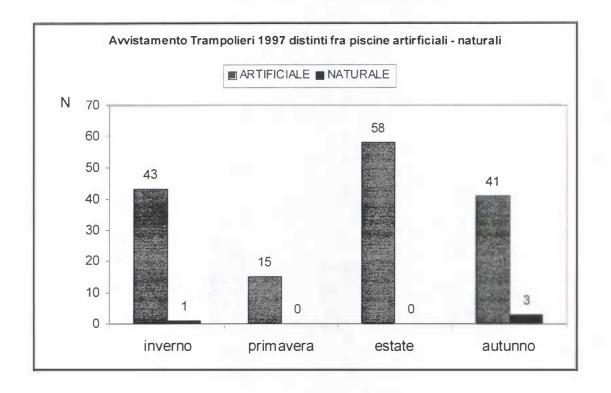


Figura 10



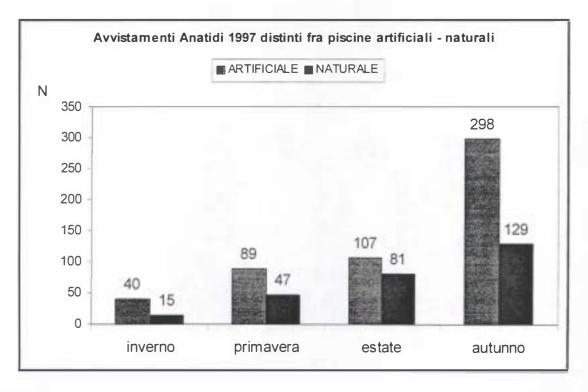
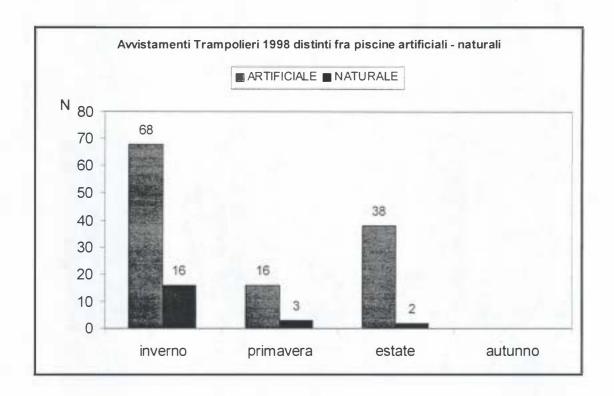


Figura 11



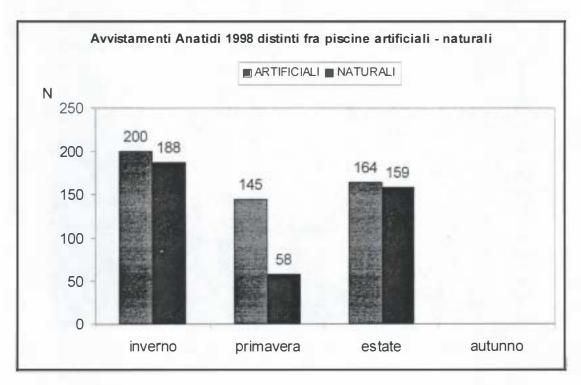
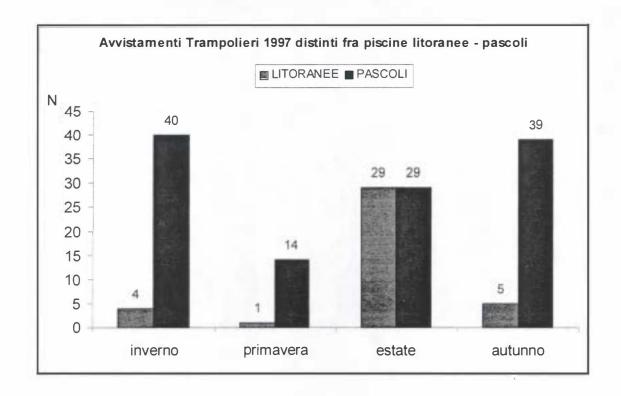


Figura 12



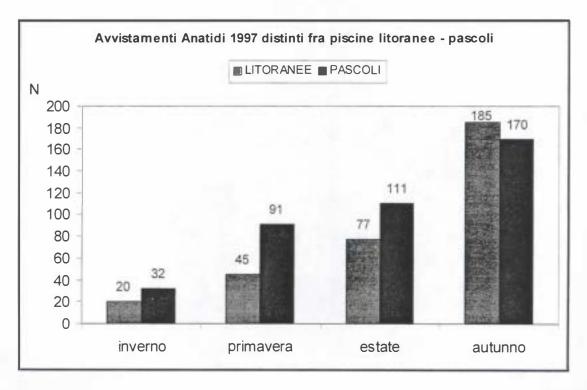
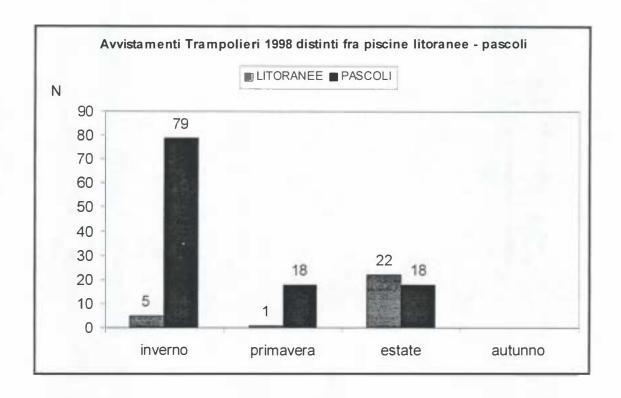


Figura 13



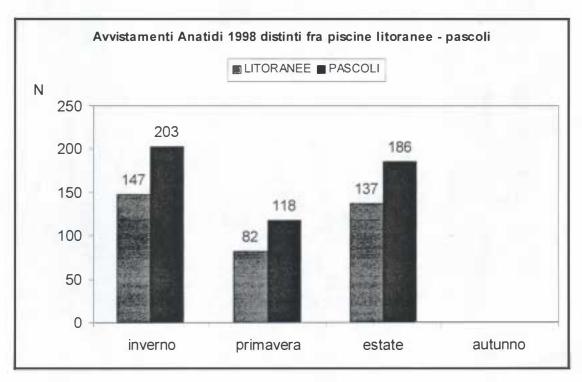
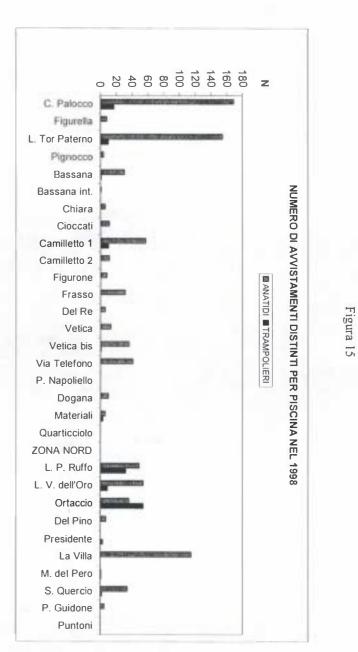


Figura 14



Figurella L. Tor Paterno Pignocco Bassana | Bassana int. NUMERO DI AVVISTAMENTI DISTINTI PER PISCINA NEL 1997 Chiara Cioccati Camilletto 1 Camilletto 2 Figurone Frasso ■ ANATIDI ■ TRAMPOLIERI Del Re Vetica Vetica bis Via Telefono P. Napoliello Dogana P Materiali Quarticciolo ZONA NORD L. P. Ruffo L. V. dell'Oro Ortaccio Del Pino Presidente La Villa M. del Pero

250 200 150

100

50

C. Palocco

S. Quercio

P. Guidone

Puntoni

Z

Figura 16

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

TENUTA DI CASTELPORZIANO RAPPORTO 1998

GRUPPO DI LAVORO

IMPATTO ANTROPICO

Responsabile: Dott. Ing. Aleandro Tinelli

UNITA' OPERATIVE E RICERCATORI

Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma A. Tinelli, F. Di Paolo, S. Federici, A. Grusovin, M.G. Micheli

W.W.F. Fondo Mondiale per la Natura - Delegazione Lazio - Sezione Litorale Romano S. Fratini, E. Mitrovic, D. Procacci, A. Riva, A. Urbani

ENEA - amb-cat-get C.R. Casaccia - Roma M. Bucci, G. Busuoli, M. Milli

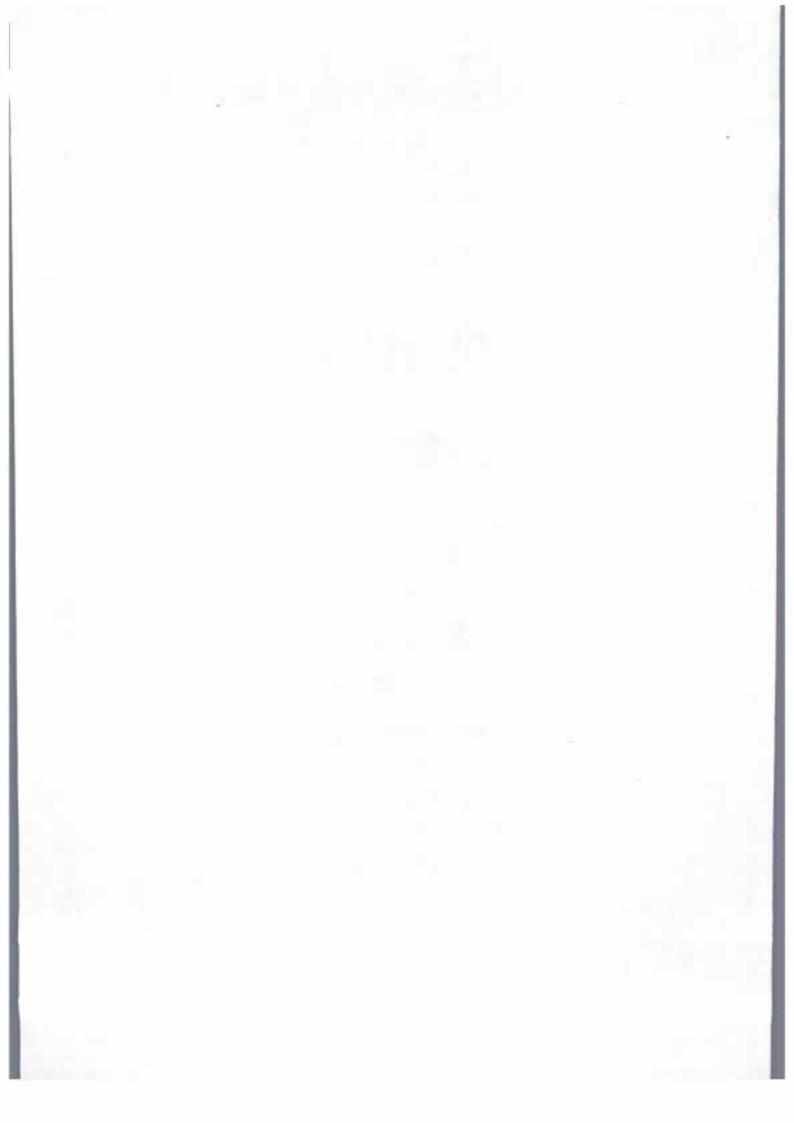
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Roma F.A. Biondi, C. Di Dio, A. Figliolia, A. Menconi

CNR - Roma R. Casacchia, R. Salvatori

Dipartimento di Biologia Vegetale - Università "La Sapienza" - Roma M. De Sanctis, A. Fravolini, G. Massari, A. Sardoni

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo - Firenze M. Castaldini, M.T. Ceccherini, O. Grasselli, N. Miclaus, M. Pagliai, N. Vignozzi

DISAFRI - Università degli Studi della Tuscia - Viterbo E. Giordano, A. Musicanti



GRUPPO DI LAVORO

IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA

Impatto Antropico

RESPONSABILE

Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA

Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

INTRODUZIONE

Le attività del gruppo di lavoro "IMPATTO ANTROPICO" si sono esplicate in diversi settori, sia all'interno che all'esterno della Tenuta con campi di indagine molto diversificati soprattutto approfondendo le interazioni con gli altri gruppi di lavoro.

In particolare interagendo con il gruppo di lavoro "SUOLO" è stato valutato l'impatto antropico sulle qualità fisiche del suolo evidenziando le mutazioni provocate dal rooting dei cinghiali. Sono state inoltre rilevate le comunità microbiche mediante tecniche molecolari che hanno sottolineato una certa diminuzione della ricchezza genetica, evidenziando un eccessivo sfruttamento degli ambienti agrari attraverso una scarsa rappresentabilità delle specie microbiche.

Con una attività di interazione con il gruppo di lavoro "IDROGEOLOGIA" è stata valutata la vulnerabilità dell'acquifero all'interno della Tenuta, mettendo in evidenza il rischio di inquinamento della falda provocato dall'eventuale trasporto di inquinanti provenienti dalla zona edificata dell'Infernetto e dalla zona industriale di Castel Romano, attraverso gli apporti di Canale Palocco ad alta vulnerabilità relativa e dai fossi della Santola, del Figurone e del Quarticciolo che possono introdurre, in Tenuta, sostanze inquinanti provenienti dagli insediamenti industriali della Via Pontina nell'area compresa tra Pratica di Mare e Capocotta.

E' stata inoltre evidenziata l'evoluzione del delta del fiume Tevere e le relative variazioni della linea di costa inquadrando le ipotesi evolutive del delta e l'attuale fase erosiva della costa in prossimità di Ostia, che è retrocessa di circa 150 mt. in 15 anni, a causa dell'impatto antropico provocato a monte.

Un lavoro specifico è stato effettuato per individuare la vulnerabilità agli incendi che dal 1984 hanno colpito la Tenuta, provenienti dalle zone limitrofe, e solo in 4 casi si sono estesi su più vaste aree all'interno.

Dei 50 principi d'incendio rilevati, 18 si sono originati dalla strada Via Pontina - Pratica di Mare, 5 dall'area di Capocotta, 5 dalla strada Litoranea e 22 dalla zona Infernetto - Castelfusano.

Per quanto riguarda l'inquinamento acustico da attività antropiche è stata predisposta una campagna di rilievi con fonometro nel tratto Malpasso - Ortaccio - Grotta Romagnola lungo il confine in prossimità della Via Pontina. Interagendo con il gruppo di lavoro "VEGETAZIONE" sono state individuate le fasce vegetazionali e la loro rispondenza alla mitigazione dell'inquinamento acustico provocato dal traffico veicolare.

E' stato così registrato che il livello più alto di abbattimento si ottiene in prossimità di chiome basse o vegetazione cespugliosa alta.

Un ulteriore linea di ricerca si è occupata degli aspetti paesaggistici delle realtà ambientali all'interno della Tenuta e dei territori limitrofi al confine nord della Tenuta stessa. I parametri rilevati per l'individuazione delle piscine naturali della Tenuta hanno messo in evidenza le relative problematiche gestionali e la necessità di interventi mirati per arricchire la Tenuta di nuove zone umide lasciando incontaminate e senza modificazione gli ambienti naturali esistenti.

Nelle aree a nord della Tenuta che, approssimandosi al confine, sono molto vicine alle aree residenziali periferiche della città è stato effettuato uno studio di carattere urbanistico - territoriale per evidenziare i caratteri del paesaggio e la sua qualità in riferimento agli elementi naturali ed agli elementi antropici arrivando a concrete proposte progettuali di interventi di mitigazione dell'impatto antropico. Specificatamente è stato predisposto un elaborato grafico per la mitigazione del muro di confine in loc. Ortaccio; un progetto per l'impiego di barriere vegetali di chiusura visuale per mitigare gli elementi di degrado degli aspetti paesaggistici di alcuni punti panoramici ed è stato predisposto un elaborato progettuale per la valorizzazione delle aree di sosta e dei punti elevati in quota che permettono affacci panoramici.

Una particolare linea di ricerca dopo aver evidenziato l'evoluzione storica del museo scientifico che ha sempre più approfondito i temi ambientali, ha individuato e messo in evidenza le tematiche relative alla progettazione, metodologia e individuazione dei criteri per la realizzazione del Museo Naturalistico della Tenuta.

Uno studio di carattere storico - archeologico ha messo in risalto l'emergenza di aree con ruderi, rilevando le trasformazioni storiche del territorio. In particolare sono stati individuati i percorsi storici che hanno creato il tessuto territoriale nel corso dei secoli intersecandosi nella vegetazione naturale, per collegare, provenendo da Ostia Antica verso l'antica Lavinium, le aree di Castelfusano, Castelporziano e Capocotta. In particolare sono state predisposte ipotesi di interventi di ripristino e riqualificazione ambientale con l'intento di stabilire dei percorsi ambientali di alto valore storico e di rappresentanza con un adeguato inserimento nell'ambiente naturale per accrescere le suggestioni estetiche e paesaggistiche che abbiamo chiamato "le Passeggiate del Presidente".

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Valutazione dell'Impatto Antropico sulle Comunità

Microbiche del Suolo mediante Tecniche Molecolari

RESPONSABILE Dott. lng. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo -

Firenze

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M.T. Ceccherini, M. Castaldini, N. Miclaus

INTRODUZIONE

I microrganismi del suolo rivestono un ruolo importante nel mantenimento di un ecosistema stabile e sostenibile; è quindi di fondamentale importanza individuare la relazione tra il mantenimento della funzionalità di un ecosistema e la variabilità microbica indotta da mutamenti nei costituenti dell'ecosistema stesso. Le attività antropiche quali le pratiche agricole, gli allevamenti, il traffico veicolare, la progressiva urbanizzazione, gli insediamenti industriali, influenzano la biodiversità, intesa come varietà di specie ma anche come variabilità genetica all'interno di ciascuna specie, e che è considerata una caratteristica positiva dei sistemi naturali (9). Quindi diventa fondamentale definire gli effetti delle attività antropiche sulla microflora in termini di modificazioni della biodiversità al fine di valutarne l'impatto ambientale.

Fra i microrganismi del suolo i batteri rappresentano il gruppo numericamente più rilevante e sicuramente il più importante in termini di attività metabolica, costituendo i principali responsabili delle trasformazioni biochimiche che avvengono nel terreno, e la loro abbondanza è correlata alla ricchezza di sostanza organica. Le tecniche molecolari si prestano sia allo studio dettagliato di singole popolazioni microbiche che ad ampi screening delle popolazioni presenti nei vari tipi di suolo (10; 4) offrendo il vantaggio di estendere lo studio anche ai microrganismi difficilmente coltivabili, che sono la massima parte della microflora totale presente in ogni ambiente (13).

Lo scopo di questa ricerca è stato quello di valutare, mediante tecniche molecolari come l'amplificazione, l'ibridazione e il DNA fingerprinting, le modificazioni sulla comunità eubatterica in relazione alle varie attività antropiche e faunistiche. Lo studio è stato condotto sulla comunità eubatterica globale e a livello della popolazione batterica ammonio ossidante autotrofa per l'estrema sensibilità che essa dimostra nei confronti dell'introduzione di elementi di disturbo nell'ecosistema suolo e al ruolo fondamentale che essi svolgono nel ciclo dell'azoto (8; 6). Inoltre sono state effettuate analisi sulle attività potenziali nitrificante e denitrificante per valutare l'impatto su attività enzimatiche relative alle popolazioni batteriche considerate.

MATERIALI E METODI

Campionamenti

I campioni sono stati prelevati nello strato superficiale (0-15 cm) dei suoli della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) indicati in tabella 1. I campioni sono stati prelevati negli stessi siti studiati dalla U.O. Biondi dell'ISNP di Roma e quindi per la loro descrizione si rimanda alla relazione di detta U.O. Estrazione del DNA dal suolo

Il DNA dai campioni di suolo è stato ottenuto secondo la metodica di Miclaus et al., 1998 (13). *Primer e sonde oligonucleotidiche*

I primer e le sonde utilizzate per le amplificazioni e le ibridazioni sono stati disegnati sul gene per il 16S rRNA. In particolare i primer eubatterici universali p0/p6 e quelli per gli ammonio ossidanti amox f/r sono descritti rispettivamente in Castaldini et al., 1998 (5).

Le sonde per *Nitrosomonas* sp. (Nm 75'), per *Nitrosomonas europaea* (Nlm31-459) e per *Nitrosolobus multiformis* (Nlm 459) sono descritte in Ceccherini et al., 1998 a, b (6,7).

Le sonde per le sottóclassi alfa, beta, gamma e delta dei proteobatteri sono descritte in Manz et al., 1992 (11) e Amann et al., 1995 (1).

Southern blotting, slot-blot e ibridazioni

Gli esperimenti di Southern blotting, marcatura delle sonde, ibridazioni e rivelazioni sono stati effettuati in accordo con la DIG System user's guide for filter hybridization (Boehringer Mannheim).

PCR ed elettroforesi

Le condizioni di amplificazione e di elettroforesi sono descritte in Castaldini et al., 1998 (5).

DNA fingerprinting

I fingerprinting sugli amplificati del 16S rDNA sono stati ottenuti digerendo 400 ng di DNA in 30 μ l di mix con 15U degli enzimi di restrizione TaqI e HaeIII (Boehringer Mannheim). L'incubazione è stata effettuata alle temperature appropriate per 3 ore. Le digestioni sono state separate su gel di agarosio al 2,5% in TAE 1 X con corsa a 8V/cm.

PNA (Potential Nitrification Activity)

La valutazione della PNA è stata effettuata come descritto in Ceccherini et al., 1998a (6).

DEA (Denitrification Enzyme Activity)

L'attività denitrificante è stata condotta secondo la procedura descritta in Smith, Tiedje, 1979 (15).

Tab. 1. Campioni di suoli oggetto di studio.

SITO DI CAMPIONAMENTO	CARATTERISTICHE	SIMBOLI DESCRITTIVI
Ortaccio A1 269	Transito di mezzi meccanici e bestiame	1w
Ortaccio A2 fosso Ortaccio 269	Pascolamento di cavalli	4w
Ortaccio A2 (piscina) 269	Pascolamento e abbeveraggio di cavalli	4w P
Piscina infermeria 264	Prato	8w
Rimessone 263	Prato, stabulazione di animali	9w
Casa Antilopi 262	Prato, pascolo di bovini	11w
Piscina infermeria 3	Pineta	18w
Infernetto naturale	Querceto	19w
Colonnetta 210	Querceto misto	33w
Dogana B1 64	Sentiero di abbeveraggio, querceto misto	34w
Santola C 224	Ex seminativo rimboschito a quercia	35w
Santola D 273	Seminativo	36w

I numeri fanno riferimento alla carta ufficiale della Tenuta.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Analisi della comunità eubatterica mediante finger printing sul 16S rDNA.

La comunità eubatterica analizzata mediante amplificazione del 16S rDNA e successivo fingerprinting con l'endonucleasi di restrizione HaeIII, non rivela variazioni significative nella sua composizione dei campioni presi in esame. Tuttavia, la diversa intensità di alcune bande all'interno dei profili indica che alcune popolazioni sono presenti in proporzioni diverse (Fig. 1).

Analisi della popolazione batterica ammonio ossidante mediante fingerprinting e ibridazioni.

L'indagine condotta mediante fingerprinting sul 16S rDNA effettuati usando due endonucleasi di restrizione, TaqI e HaeIII, sulla popolazione ammonio ossidante nei suoli campionati, non mostra differenze sostanziali nei profili elettroforetici; però è interessante notare che le lievi diversità non risiedono nel numero di bande, non rispecchiano cioè una modificazione nel numero delle specie (richness) bensì nell'intensità delle bande stesse, indicando perciò una distribuzione relativa diversa delle specie ammonio ossidanti. Ciò si può notare comparando i profili dei campioni 4W, 18W, 33W,34W e 4WP (Fig. 2).

Tuttavia, il fingerprinting con l'enzima HaeIII (Fig. 2) rivela l'assenza della banda superiore del doppietto di circa 400 bp nel profilo del sito Santola D 36W, il solo a seminativo. Inoltre, il segnale di ibridazione con la sonda per *Nitrosolobus multiformis* è pressoché assente per questo sito. I risultati dell'ibridazione con la sonda per *Nitrosolobus multiformis* condotta sui fingerprinting con HaeIII (figura non mostrata) e TaqI (Fig. 2b) indicano che i situ 33W e 34W hanno una distribuzione simile di specie ammonio ossidanti, facendo supporre che il tipo di copertura possa influenzarne la composizione.

La ricerca dei due generi batterici ammonio ossidanti più conosciuti, cioè *Nitrosomonas europaea* (Fig. 2a) e *Nitrosolobus multiformis* (Fig. 2b), condotta mediante ibridazione con sonde specifiche sui fingerprinting dei due enzimi di restrizione TaqI e HaeIII, dimostra che la specie più rappresentata è *Nitrosolobus multiformis*, e tale risultato trova conferma in letteratura (12; 8).

Analisi della presenza di Nitrosomonas sp. mediante amplificazione e ibridazione.

L'analisi della presenza del genere *Nitrosomonas* è stata condotta mediante ibridazione con la sonda Nm75' per *Nitrosomonas europaea* sugli amplificati del 16S rDNA eubatterico. Dal momento che *Nitrosomonas* è molto sensibile alle variazioni ambientali (6; 7), può essere considerato come indicatore di alterazione ambientale. Il risultato di questa analisi ha rivelato che le sequenze appartenenti al genere *Nitrosomonas* è scarsa ma uniforme in tutti i campioni con l'eccezione del 4wP prelevato in prossimità di una piscina dove i cavalli sostano per abbeverarsi (Fig. 3).

L'ulteriore apporto di sostanza organica derivata dalle deiezioni, che si riscontra presso il luogo di abbeveraggio 4wP, causa un aumento della microflora ammonio ossidante riferibile al genere *Nitrosomonas*. Questo comportamento, cioè l'aumento di crescita da parte di *Nitrosomonas*, si verifica in condizioni di coltura in laboratorio in eccesso di nutrienti (8). Quindi, ciò che accade nel sito 4WP indica una alterazione delle normali condizioni ambientali e si prefigura come segno di ciò che potrebbe verificarsi in condizioni di forte carico organico. Infatti, l'analisi condotta sul sito 4w dello stesso suolo, ma con una maggiore diluizione delle deiezioni in un più ampio spazio, mostra che la presenza di questo genere batterico è costantemente minore ed è paragonabile a quella degli altri siti appartenenti ai suoli della Duna antica e recente.

Analisi di popolazioni microbiche proteobatteriche appartenenti alle principali suddivisioni.

In generale, il confronto fra le ibridazioni effettuate con le sonde alfa e delta sugli amplificati del 16S rDNA ha rivelato una presenza maggiore di sequenze appartenenti alla sottoclasse alfa dei proteobatteri ma nessuna differenza fra i siti stessi per entrambe le sonde (Fig. 4).

Il confronto fra le sonde beta e gamma sugli amplificati del 23S rDNA ha rivelato un maggior segnale per le sequenze appartenenti alla sottoclasse beta. In particolare, il confronto delle singole parcelle fra loro ha mostrato per la sonda beta, segnali più evidenti nei campioni 34W, 36W e 4W; invece la sonda gamma ha dato segnali più deboli per 4WP, 9W, 11W, 34W, 35W e 36W rispetto alle altre parcelle (Fig. 4).

I risultati condotti con le sonde per le principali suddivisioni sono preliminari e sono stati fatti per fornire una indicazione qualitativa della composizione proteobatterica presente in questi suoli; un segnale di ibridazione minore non indica una diminuzione della diversità microbica, ma solo come sono rappresentate fra loro le varie sottoclassi.

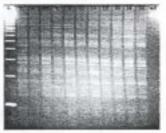
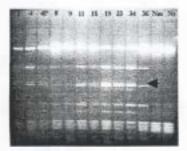


Figura 1 - DNA fingerprimting del 16S rDNA eubatterico con l'enzima HaeIII. I numeri indicano i siti campionati; L: ladder 100bp; ud: non digerito.



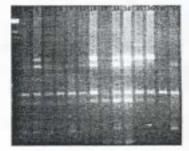


Figura 2 - DNA fingerprimting del 16S rDNA degli ammonio ossidanti con gli enzimi HaeIII (sinistra) e TaqI (destra). I numeri indicano i siti campionati; M: Marker III; Nm: Nitrosomonas europaea; Ns: Nitrosolobus multiformis. La freccia indica l'assenza di una banda nel profilo del sito 36 a seminativo.

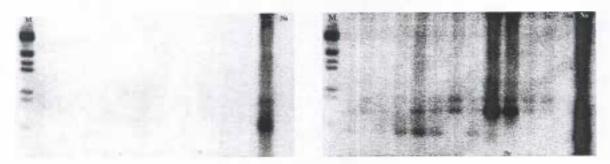


Figura 2a - Ibridazione con la sonda per Nitrosomonas europaea sul fingerprinting con TaqI.

Figura 2b - Ibridazione con la sonda per Nitrosolobus multiformis sul fingerprinting con TaqI.



Figura 3 - Ibridazione di amplificati Po/P6 con sonda Nm75'per *Nitrosomonas*. I numeri indicano i siti campionati; M: Marker III; Nm: *Nitrosomonas europaea*.

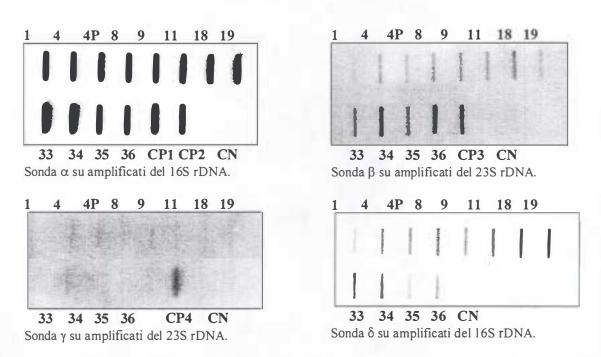


Figura 4 - Ibridazione con sonde per le principali classi di proteobatteri mediante slot-blot dei campioni della Tenuta indicati con a numerazione riportata in Tab. CP1: A. brasilense; CP2: R. hedisarii; CP3: Nm. Europaea; CP4: E. coli; CN: No DNA.

PNA (Potential nitrification activity).

I risultati relativi alla PNA hanno rivelato una più elevata attività enzimatica nel sito 4wP rispetto al suo corrispondente 4W (Ortaccio) e a tutti gli altri campioni (Fig. 5), facendo supporre che il passaggio e la stabulazione degli animali sui siti presi in esame non comporta una grande modificazione dell'attività enzimatica ammonio ossidante presumibilmente perché l'apporto di ammonio con le deiezioni viene "diluito" in un grande spazio. Nel campione 4wP, prelevato in prossimità di una piscina per l'abbeveraggio degli animali in particolare cavalli, l'apporto di ammonio e sostanza organica è concentrato in minor spazio, determinando perciò un aumento notevole dell'ammonio ossidazione.

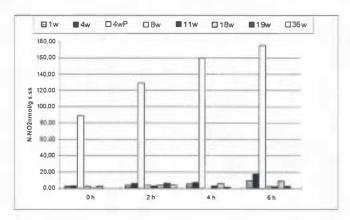


Figura 5 - Attività nitrificante potenziale di otto siti della Tenuta.

DEA (Denitrification enzyme activity).

L'attività denitrificante registra valori generalmente bassi per i siti 1w, 8w, 11w, 18w, 19w, 36w (Fig. 6); e questo è in accordo col fatto che l'attività enzimatica denitrificante non cambia significativamente con l'età del pascolo, e non dipende strettamente con la disponibilità di azoto (16). Fanno eccezione i campioni 4w e 4wP (Ortaccio), dove si verifica un'attività denitrificante maggiore rispetto agli altri siti, correlata anche ad una maggiore attività microbica come rilevato da Benedetti at al., 1996 (3).

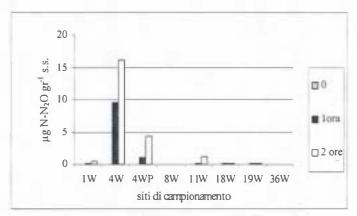


Figura 6 - Attività enzimatica denitrificante.

CONCLUSIONI

Le relazioni tra biodiversità del suolo e funzionalità dell'ecosistema sono complesse e scarsamente comprese. Normalmente si crede che siano i cambiamenti che avvengono a livello di grandi gruppi (Famiglie, Ordini) ad influenzare maggiormente la funzionalità di un ecosistema, sebbene manchino dirette evidenze a supporto di questa considerazione. La maggior parte delle ricerche si è occupata di eventi catastrofici e del loro conseguente effetto sui grandi gruppi batterici e sulla funzionalità degli ecosistemi, ma ancora poco è stato appreso riguardo alle piccole modificazioni nella biodiversità a livello di popolazioni e di specie batteriche e di come queste influenzino la funzionalità del sistema suolo (2).

In questo lavoro, la tecnica del DNA fingerprinting, che si è già dimostrata rapida ed efficace nel registrare fluttuazioni nelle comunità microbiche di suoli sottoposti a diversi tipi di stress (14), è stata applicata congiuntamente alle valutazioni di attività nitrificante e denitrificante. Nei suoli della Tenuta non coltivati, situati ai margini delle zone boschive e quindi non interessate strettamente da fenomeni di rooting, non si è verificata tanto una diminuzione drastica della biodiversità genetica (richness) a livello di comunità eubatterica e di popolazione ammonio ossidante, né una alterazione eccessiva delle attività enzimatiche potenziali più rilevanti connesse al ciclo dell'azoto, quanto invece un effetto sulla *eveness*, cioè sulla rappresentatività delle singole specie all'interno degli eubatteri e della popolazione ammonio ossidante; tale effetto è suggerito dalle variazioni nell'intensità delle bande dei profili ottenuti.

Sembra quindi che la microflora reagisca dinamicamente agli stress presenti su questi suoli, indicando una certa "robustezza" nella capacità di risposta riuscendo a mantenere la propria composizione e attività in costante equilibrio.

Invece, nel sito Santola D, coltivato ed estremamente sabbioso, l'antropizzazione dovuta alle pratiche agricole ha indotto modificazioni nella composizione degli ammonio ossidanti rispetto ai suoli mantenuti allo stato naturale.

Le seppur piccole variazioni messe in evidenza nel presente studio, riguardo ai siti 4w e 4wP rispetto agli altri considerati, vanno interpretate come sintomi iniziali di ciò che potrebbe provocare in futuro un eccessivo sfruttamento degli ambienti della Tenuta. Sarebbe quindi interessante condurre ulteriori analisi con quelle tecniche molecolari più recentemente applicate negli studi di ecologia microbica ambientale come il DGGE (Denaturing Gradient Gel Electrophoresis) capace di evidenziare differenze nella comunità batterica in maniera molto dettagliata, e anche analizzando altre popolazioni indicatrici della qualità di un ecosistema.

Per uno studio più approfondito sarebbe inoltre auspicabile condurre indagini sulla funzionalità genica della microflora per mezzo di studi sull'RNA ribosomiale e messaggero, molecole che solo recentemente è stato possibile estrarre direttamente da suolo per studi di ecologia ambientale e che sono in grado di fornire informazioni sull'espressione genica dei batteri e quindi adatte a valutare l'effetto dell'antropizzazione.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Amann R., Ludwig W., Schleifer K-H., 1995. Phylogentic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. Microbiol. Rev. 59, 143-169.
- 2. Beare M.H., Vikram Reddy M., Tian G., Srivastava S.C., 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosytem function in the tropics: the role of decomposer biota. Applied Soil Ecology 6, 87-108.
- 3. Benedetti A., Alianello F., Trinchera A., 1996. Studio del turnover della sostanza organica del suolo. In Progetto di monitoraggio ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano, seminario monotematico G.D.L suolo, 19 Marzo.
- 4. Castaldini M., Ceccherini M.T., Azzini A., Piovanelli C., Bazzicalupo M., Miclaus N., 1997. Analisi molecolare della microflora eubatterica in diversi tipi di suolo. Atti VIII Congresso Nazionale S.It.E., Parma 10-12 Settembre.
- Castaldini M., Ceccherini M.T., Bazzicalupo M., Micluas N., 1998. Direct molecular fingerprinting
 of soil bacterial communities in different Italian soils. Joint meeting Cost 831, 10-11 dicembre,
 Roma (in stampa).
- Ceccherini M.T, Castaldini M., Piovanelli C., Hastings R.C., McCarthy A.J., Bazzicalupo M., Miclaus N., 1998 a. Effects of swine manure fertilization on autotrophic ammonia oxidizing bacteria in soil. Appl. Soil Ecol. 7, 149-157.
- Ceccherini M.T., Azzini A., Castaldini M., Piovanelli C., Miclaus N., 1998 b. Direct molecular detection of ammonia oxidizers in soil. Proceedings of VII International congress of Ecology, 19-25 luglio, Firenze.

- 8. Hastings R.C., Ceccherini M.T., Miclaus N., Saunders J.R., Bazzicalupo M. and McCarthy A.J., 1997. Direct molecular biological analysis of ammonia oxidising bacteria population in cultivated soil plots treated with swine manure. FEMS Microbiol. Ecol. 23: 45-54.
- 9. Kennedy A C, Smith K. L., 1995. Soil microbial diversity and the sustinability of agricultural soils. Plant and Soil. 170: 75-86.
- 10. Leeflang P. and Smit E., 1997. Use of the Expand TM PCR system to amplify the 16S ribosomal genes for the characterisation of bacterial communities in soil. Biochemica 1, 16-18.
- Manz W., Amann R., Ludwig W., Wagner M., Schleifer K-H., 1992. Phylogenetic oligodeoxynucleotide probes for the major subclasses of proteobacteria: problems and solutions. System. Appl. Microbiol. 15, 593-600.
- Miclaus N., Castaldini M., Ceccherini M.T., Piovanelli C., Fani R., Bazzicalupo M., 1995.
 Caratterizzazione molecolare della flora microbica presente in suoli trattati con reflui zootecnici. Atti Convegno Panda 10-11 Aprile, Roma.
- Miclaus N., Castaldini M., Ceccherini M.T., Piovanelli C., Bazzicalupo M., 1998. Effetti della fertilizzazione con reflui zootecnici suini sulle popolazioni microbiche del suolo. Agricoltura Ricerca 173, 23-36.
- 14. Smit E., Leeflang P., Wenars K., 1997. Detection of shifts in microbial community structure and diversity in soil caused by copper contamination using amplified ribosomal DNA restriction analysis. FEMS Mcrobiology Ecology 23, 249-261.
- 15. Smith M.S., Tiedje J.M., 1979. Phase of denitrification following oxygen depletion in soil. Soil Biol. Biochem. 11, 261-267.
- Weldkamp E., Davidson E., Ericson H., Keller M., Weiz A., 1999. Soil nitrogen cycling and nitrogen oxyde emission along a pasture cronosequence in the humid tropics of Costa Rica. Soil Biol. Biochem. 31, 387-394.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Valutazione dell'Impatto Antropico sulle Qualità Fisiche

del Suolo mediante l'Analisi di Immagine

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo -

MiPA - Firenze

PARTECIPANTI ALLA RICERCA O. Grasselli, N. Vignozzi, M. Pagliai

INTRODUZIONE

L'eccessiva intensificazione del processo produttivo in molti ambienti rurali ha provocato una minore disponibilità delle risorse "suolo" e "acqua" con crescente degradazione ambientale ed incremento dei costi di produzione. In base alle conoscenze acquisite, l'agricoltura, in futuro, dovrà cercare un diverso "modello di sviluppo" in modo da garantire la rinnovabilità delle risorse suolo ed acqua, la riduzione dell'impatto ambientale dell'attività agricola e silvo-pastorale, e offrire sufficienti garanzie di profitto. A tal fine è auspicabile l'adozione di sistemi di gestione del territorio atti a prevenire fenomeni di degradazione del suolo quali il compattamento, la formazione di croste superficiali, la suola d'aratura, la perdita di struttura, e a mantenere la biodiversità microbica e quindi la funzionalità dell'ecosistema suolo.

La degradazione dei suoli, ampiamente riscontrata nelle aree sottoposte ad attività agricole intensive (monocolture, pascolamento con carico di bestiame eccessivo, ecc.) trae origine:

- dal compattamento, dovuto al passaggio delle macchine agricole, ove le problematiche inerenti la messa a punto di pneumatici atti a ridurre tale effetto sono tutt'altro che risolte (Pagliai et al., 1992; Marsili et al., 1996), ma anche al pascolamento del bestiame sia domestico sia selvatico (Pagliai et al., 1997):
- dalla suola d'aratura (Pagliai et al., 1995a), sicuramente responsabile di molti fenomeni di sommersione nei casi di forti precipitazioni concentrate in breve tempo;
- dalle croste superficiali che riducono l'infiltrazione dell'acqua con aumento quindi dei rischi erosivi;
- dalla perdita di stabilità strutturale (Vignozzi et al., 1997) legata alla progressiva diminuzione del contenuto di sostanza organica.

Lo scopo di questa ricerca è quello di caratterizzare le qualità fisiche di differenti tipi di suoli in relazione ai diversi sistemi di gestione attraverso la quantificazione, mediante analisi di immagine su sezioni sottili di campioni indisturbati di terreno, del sistema dei pori, il quale rappresenta l'indicatore principale delle qualità del suolo, le relazioni con i movimenti dell'acqua e la stabilità strutturale al fine di valutare l'adattabilità dei suoli stessi all'adozione di modelli di gestione alternativi più compatibili con la protezione e conservazione della risorsa suolo.

MATERIALI E METODI

Impatto antropico

Campioni indisturbati di terreno sono stati prelevati nello strato superficiale (0-10 cm) dei terreni oggetto di studio della Tenuta Presidenziale di Castelporziano (Roma) in aree compattate dal transito ("Strada Romagnola") o dal pascolo ("Strada n. 9 Infernetto") del bestiame domestico e, come confronto, in aree adiacenti non disturbate.

"Rooting" dei cinghiali

In questo settore lo scopo dell'U.O. di questo Istituto è quello di caratterizzare le modificazioni strutturali indotte dal "rooting" e dal calpestamento dei cinghiali, attraverso la quantificazione, mediante analisi di immagine su sezioni sottili di campioni indisturbati di terreno, del sistema dei pori e della porosità. Per questo sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno nello strato superficiale (0-10 cm) dei "transetti" oggetto di studio e precisamente nei segmenti interessati dal "rooting" massimo e dal

"rooting" minimo. I campioni sono stati prelevati negli stessi siti studiati dalle U.U.O.O. Benedetti e Biondi dell'ISNP di Roma e quindi per la descrizione e localizzazione dei "transetti" si rimanda alle relazioni di dette U.U.O.O.

I campioni inerenti sia l'impatto antropico sia il "rooting" dei cinghiali sono stati essiccati seguendo il metodo che prevede la sostituzione dell'acqua con l'acetone (Miedema et al., 1974; Murphy, 1986), impregnati sotto vuoto con una resina poliestere; una volta induriti, da ognuno di questi campioni è stata preparata, con apposite attrezzature, una sezione sottile, verticalmente orientata, delle dimensioni di 6x7 cm e dello spessore di 20-25 μm (Murphy, 1986).

Le sezioni sottili sono state poi analizzate mediante l'analisi di immagine, la quale si basa sull'individuazione di vari livelli di grigio su una scala di 256 intervalli. La parte analizzata ricopriva un'area di 4,5x5,5 cm² sulla sezione onde evitare possibili alterazioni sui bordi e l'analizzatore di immagine è stato settato sul livello di grigio corrispondente a quello dei pori in luce trasmessa per le misure di porosità. L'applicazione di questo metodo micromorfometrico consente di quantificare non solo la porosità totale, come percentuale di area della sezione sottile occupata dai pori, ma anche di caratterizzare i pori stessi secondo la loro morfologia, grado di interconnessione, dimensione, arrangiamento ecc., insomma consente di definire e quantificare il sistema dei pori che poi determina le qualità strutturali dei suoli. Infatti, i pori sono stati caratterizzati secondo la loro forma (espressa dal seguente fattore di forma: perimetro²/(4π·area), e divisi in tre gruppi morfologici: pori più o meno regolari (fattore di forma 1-2); pori irregolari (fattore di forma 2-5); pori allungati (fattore di forma >5). I pori di ciascun gruppo sono stati poi ulteriormente suddivisi in classi dimensionali secondo il loro diametro equivalente per i regolari e gli irregolari e secondo la loro larghezza per quelli allungati (Pagliai et al., 1983, 1984). Le sezioni sono state anche esaminate al microscopio polarizzatore Zeiss R POL a 25 ingrandimenti per le osservazioni micromorfologiche.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Impatto antropico

La porosità, espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di 50 µm per sezione sottile, non solo diminuisce nelle aree interessate dal transito e/o dal pascolo degli animali domestici rispetto alle aree di confronto non disturbate, ma ne risulta completamente modificato il sistema dei pori (Tab. 1). Nelle aree interessate dal transito del bestiame (Strada Romagnola) e in quelle interessate dal pascolo (Strada n. 9 Infernetto) la porosità si riduce di circa la metà rispetto alle aree non disturbate. Tale diminuzione di porosità è dovuta principalmente alla drastica riduzione dei pori allungati, cioè di quei pori che determinano il tipo di struttura, di cui si riduce anche la dimensione e la continuità. In sostanza scompaiono i pori allungati maggiori di 500 µm e diminuiscono notevolmente i pori allungati compresi fra 50 e 500 µm, detti di "trasmissione" (Greenland, 1977) proprio perché consentono i movimenti dell'acqua e dell'aria e la crescita delle radici, e soprattutto ne viene ridotta la loro continuità. Nelle aree compattate infatti la struttura si trasforma da poliedrica subangolare, tipica delle aree non disturbate, a massiva molto compatta in cui i sottili pori allungati presenti non appaiono continui in senso verticale. L'azione compattante del calpestio del bestiame non interessa solo lo strato più superficiale ma arriva anche intorno ai 10 cm (strato esaminato) ove, sebbene aumenti di poco la porosità rispetto allo strato soprastante, la struttura appare di tipo lamellare, cioè i pori allungati sono orientati parallelamente alla superficie e non continui in senso verticale, quindi praticamente nulli ai fini dell'infiltrazione e dei movimenti dell'acqua, con conseguente aumento del ruscellamento superficiale e, a seconda della giacitura, dei rischi erosivi o di sommersione. Tale struttura, tipica dei terreni compatti (Pagliai et al., 1992), conferisce al terreno stesso anche una maggiore durezza durante i processi di essiccamento e questo compromette l'emergenza dei semi o comunque la crescita delle piante.

Tab. 1. Porosità espressa come percentuale di area occupata da ciascun tipo morfologico di pori maggiori di 50 μm (macropori) per sezione sottile, riferita ad unità di superficie (% cm⁻²). I dati rappresentano la media di sei ripetizioni e si riferiscono allo strato superficiale del suolo (0-10 cm) dei due siti indagati.

Strada Romagnola

ZONA	Sito	Pori Regolari	Pori Irregolari	Pori Allungati	Porosità Totale
CONFR.	12W	4,5	5,5	12,4	22,4
TRANS.	1 W	4,0	5,8	3,8	13,6

Infernetto

ZONA	Sito	Pori Regolari	Pori Irregolari	Pori Allungati	Porosità Totale
CONFR.	19W	4,2	6,4	12,4	23,0
EXPASC.	9W	4,0	4,2	2,3	10,5

Questi risultati indicano che, per una corretta gestione delle attività antropiche compatibili anche con la protezione della risorsa suolo, alla definizione del carico del bestiame deve essere rivolta priorità assoluta. In terreni particolarmente vulnerabili oltre al carico del bestiame deve essere valutato anche il modo di pascolamento: la creazione di zone di transito, ad esempio, può ingenerare processi di degradazione del suolo o di erosione spinta.

Per questo tipo di studi la combinazione delle tecniche micromorfologiche e dell'analisi di immagine si è rivelata di grande aiuto per la valutazione e quantificazione della porosità e della struttura le quali, come precedentemente sottolineato, sono gli indicatori principali delle qualità fisiche del suolo che sono determinanti sia per lo sviluppo delle colture sia per l'insorgere di eventuali processi di degradazione. Rooting dei cinghiali

La porosità, espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di $50~\mu m$ per sezione sottile, è riportata nella Tabella 2.

Tab. 2. Porosità espressa come percentuale di area occupata dai pori maggiori di 50 μm (macropori) per sezione sottile, riferita ad unità di superficie (% cm⁻²). I dati rappresentano la media di quattro ripetizioni e si riferiscono allo strato superficiale del suolo (0-10 cm).

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. Root.	Porosità totale	Commento
21W	20	1	MAX	27	Terreno molto smosso, presenza di larghi spazi vani, assenza pressoché totale di accumuli di sostanza organica. Identificabili aree compatte al limite del rooting.
22W		4	MIN	18	Maggiore presenza di sostanza organica (resti vegetali in via di decomposizione).
23W	14	2	MAX	29	Molto evidente l'interfaccia terreno smosso/compattato (limite del rooting).
24W		4	MIN	18	Identificabili alcuni pori allungati che delimitano aggregati. presenza di accumuli di sostanza organica.
26W	32	5	MAX	28	Presenza di larghi spazi vani, granuli di quarzo completamente sciolti, in alcune aree ben "impacchettati".
25W		1	MIN	20	Maggior presenza di accumuli di sostanza organica e tendenza alla formazione di aggregati; identificabili alcuni pori allungati.
28W	13	5	MAX	31	Si identificano zone più smosse con granuli di quarzo liberi e pochi resti vegetali ed altre più compatte (al limite del rooting) con addirittura formazione di struttura lamellare.
27W		2	MIN	25	Porosità distribuita più omogeneamente e accenno a formazione di aggregati. Maggior presenza di accumuli di sostanza organica.
29W	28	1	MAX	22	Assenza di struttura e accumuli di sostanza organica, nonostante la porosità relativamente elevata si nota una forte tendenza all'impacchettamento dei granuli di quarzo liberi.

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. Root.	Porosità totale	Commento
30W		3	MIN	10	Terreno molto compatto con formazione di struttura lamellare. Anche i residui vegetali in decomposizione appaiono orientati parallelamente alla superficie.
31W	27	1	MAX	28	Si nota la presenza di larghi pori allungati paralleli alla superficie; questo fa pensare ad un assestamento del terreno in seguito al rooting e siccome non sono presenti accumuli di sostanza organica il terreno tende a compattarsi originando la struttura lamellare.
32W		4	MIN	20	Maggior presenza di materiali organici e completa assenza di aggregazione.

Nella Tabella 3 è riportata in dettaglio la porosità totale di ogni campione (sezione sottile) formata dai due gruppi morfologici di pori individuati in queste aree disturbate e rimescolate in cui non sono praticamente riconoscibili pori regolari: gli spazi vani rappresentano i pori irregolari formati dall'impacchettamento dei granuli di quarzo mentre i pori interconnessi (pori allungati) rappresentano i pori irregolari interconnessi fra loro.

Tab. 3. Porosità espressa come percentuale di area occupata dai due tipi di pori per ogni sezione sottile.

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. root.	Spazi vani	Pori interconnessi	Porosità totale
21W	20	1	MAX	21	9	30
				20	8	28
				20	7	27
				17	6	23
22W		4	MIN	8	12	20
				8	11	19
				7	10	17
				6	10	16
23W	14	2	MAX	23	8	31
				21	9	30
				21	8	29
				22	4	26
24W		4	MIN	7	14	21
				6	12	18
				5	12	17
				5	11	16
26W	32	5	MAX	22	7	29
				23	7	30
				22	6	28
				20	5	25
25W		1	MIN	9	14	23
				10	11	21
				7	12	19
				7	10	17
28W	13	5	MAX	21	12	33
				20	12	32
				19	11	31
				16	12	28

SITO	Transetto	N° Seg.	Seg. root.	Spazi vani	Pori interconnessi	Porosità totale
27W		2	MIN	12	15	27
				9	16	25
				10	14	24
				11	13	24
29W 28	1	MAX	20	5	25	
			19	4	23	
				18	6	24
				11	5	16
30W		3	MIN	4	8	12
				2	9	11
				3	6	9
				3	5	8
31W	27	1	MAX	21	11	32
				19	10	29
				18	9	27
				17	7	24
32W		4	MIN	10	11	21
				10	12	22
				9	10	19
				7	11	18

In sintesi queste prime indagini indicano che il rooting dei cinghiali distrugge totalmente la struttura del terreno e favorisce la rapida decomposizione dei materiali organici. La Figura 1 mostra, appunto, una sezione sottile rappresentativa di un sito di controllo (non disturbato dall'attività della fauna selvatica) in cui è ben visibile un sistema di pori interconnessi, che origina una buona areazione del terreno, e accumuli di sostanza organica che ingloba e cementa i granuli di quarzo (sabbia).

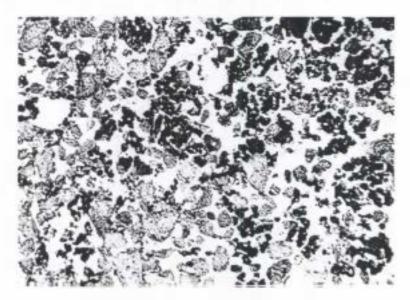


Figura 1 - Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata, preparata dallo strato superficiale (0-5 cm) di un terreno indisturbato forestale sabbioso, rappresentativo della Tenuta di Castelporziano. Le parti bianco-trasparenti rappresentano i pori, i granuli di quarzo sono di colore grigio, mentre le parti di colore scuro rappresentano i materiali organici.

La Figura 2 mostra invece un'area rappresentativa di un sito interessato dal transito della fauna selvatica in cui si può notare la drastica riduzione della porosità del terreno, che può causare ostacolo alla crescita delle radici e ridurre l'infiltrazione dell'acqua, soprattutto in casi di piogge intense concentrate in un breve periodo, considerando anche l'azione idrorepellente che può esercitare la sostanza organica nello strato superficiale.

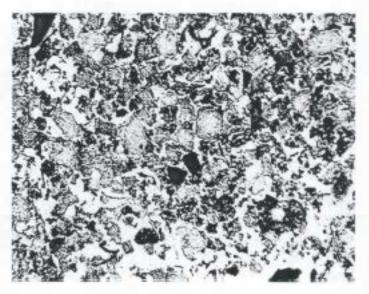


Figura 2 - Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata, preparata dallo strato superficiale (0-5 cm) di un terreno forestale sabbioso, rappresentativo della Tenuta di Castelporziano, interessato dal transito di fauna selvatica (in particolare cinghiali). E' visivamente apprezzabile la diminuzione di porosità in seguito al compattamento. Si restringono, infatti, gli spazi intergranulari e i materiali organici appaiono più compressi.

Infine la Figura 3 mostra un'area rappresentativa di un sito interessato dal "rooting" dei cinghiali. Specialmente nella parte superficiale la degradazione del suolo è evidente in quanto il terreno appare disaggregato, i granuli di quarzo sono totalmente sciolti, c'è una presenza di larghi spazi vani e assenza pressoché totale di accumuli di sostanza organica.

Dove il rooting si attenua appaiono evidenti gli accumuli di sostanza organica, derivati essenzialmente da residui vegetali in decomposizione, e in molti casi si nota la tendenza alla formazione di aggregati. Inoltre, le sezioni sottili permettono di evidenziare la formazione di strati compatti al limite del rooting, originati dall'azione degli animali, e che interrompono drasticamente la continuità del sistema dei pori con possibili riflessi negativi sui movimenti dell'acqua. Nonostante la necessità di una verifica nel tempo di questi dati, appare evidente che una corretta gestione del territorio deve tenere in considerazione anche il carico della fauna selvatica (cinghiali). Un carico eccessivo innesca fenomeni di degradazione del suolo con possibili riflessi negativi anche sulla rinnovazione del bosco.

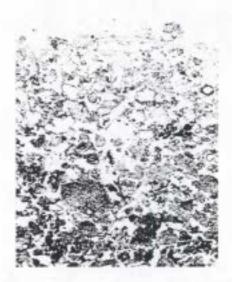


Figura 3 - Microfotografia di una sezione sottile verticalmente orientata, preparata dallo strato superficiale (0-5 cm) di un terreno forestale sabbioso, rappresentativo della Tenuta di Castelporziano, interessato dal "rooting" dei cinghiali. E' visivamente apprezzabile la struttura a granulo singolo nello strato più superficiale e la scomparsa, in questo strato, della sostanza organica evidenziando così condizioni strutturali degradate.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Greenland, D.J. 1977. Soil damage by intensive arable cultivation: temporary or permanent? Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 281: 193-208.
- 2. Marsili A., Servadio P., Pagliai M. e Vignozzi N., 1996. Variazioni di alcune proprietà fisicomeccaniche del terreno agrario sottoposto al passaggio di trattrici cingolate di elevata potenza. Rivista di Ingegneria Agraria.
- 3. Miedema, R., Pape, Th. and Van de Wall, G.J. 1974. A method to impregnate wet soil samples, producing high quality thin sections. Netherlands Journal of Agricultural Science, 22: 37-39.
- 4. Murphy, C.P. 1986. Thin section preparation of soils and sediments. A B Academic Publishers, Herts. pp. 149.
- 5. Pagliai, M., Febo, P., La Marca, M. and Lucamante G. 1992. Effetti del compattamento provocato da differenti tipi di pneumatici su porosità e struttura del terreno. Rivista di Ingegneria Agraria, 3: 168-176.
- 6. Pagliai, M., La Marca, M. and Lucamante, G. 1983. Micromorphometric and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. Journal of Soil Science, 34: 391-403.
- 7. Pagliai, M., La Marca, M., Lucamante, G. and Genovese, L. 1984. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in a clay loam soil under viticulture. Soil and Tillage Research, 4: 433-444.
- 8. Pagliai M., Piovanelli C., e D'Egidio G., 1995a. L'incidenza del compattamento nei processi di degradazione del suolo. Atti del Convegno SISS, Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio (a cura di Angelo Aru e Daniele Tomasi), Cagliari 6-10 Giugno 1995, pp. 187-194.
- 9. Pagliai M., Raglione M., Panini T., Maletta M. e La Marca M., 1995b. The soil structure after ten years of conventional and minimum tillage of two Italian soils. Soil and Tillage Research, 34: 209-223.
- 10. Pagliai M., Raglione M., De Simone C., D'Egidio G. e Morandi M., 1997. Effects of continuous pasturing and tillage on soil structure and erosion. Agricoltura Mediterranea, 127: 70-81.
- 11. Vignozzi N., Pellegrini S. e Pagliai M., 1997. Impatto di diverse modalità di gestione del vigneto sulle qualità fisiche di due tipi di suolo. Atti Convegno Annuale S.I.S.S. "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile" Roma Giugno 1997. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 2: 63-72.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Valutazione dell'entità dell'Erosione nell'area della

Tenuta Presidenziale di Castelporziano

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica

- Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante -

Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA F.A. Biondi, A. Menconi, A. Tinelli, A. Figliolia

INTRODUZIONE

Al fine di valutare il grado di erosione cui è attualmente soggetto il suolo della tenuta e di individuare le aree a maggior rischio, sono stati utilizzati il metodo dell'Analisi Geomorfica Quantitativa e il metodo Universal Soil Loss Evalutation (USLE).

L'applicazione del primo metodo, che considera l'erosione come funzione del deflusso torbido unitario medio annuo dei bacini fluviali, ha permesso di ottenere la <u>carta dell'indice di erosione dei bacini idrografici</u>.

Il metodo USLE consente di valutare l'erosione per singole aree indipendentemente dalla presenza di linee di drenaggio. I valori di erosione così calcolati, opportunamente integrati con la morfologia e la copertura vegetale, sono stati sintetizzati nella <u>carta dell'erosione idrica</u>.

Il confronto tra le due carte di erosione, ottenute con i diversi metodi, ha permesso di valutare la congruenza dei dati nell'individuare le porzioni della tenuta a diverso grado di perdita di suolo.

BREVI CENNI SULL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'area della tenuta di Castelporziano è divisa in due settori (nord orientale e sud occidentale) a differente direzione di drenaggio delle acque superficiali, ciascuno con caratteristiche nettamente diverse, da uno spartiacque principale ad andamento circa NW-SE. La zona situata nel settore nord orientale della tenuta, meno estesa arealmente (superficie pari a circa 10,5 Km²), più acclive e con un maggior numero di corsi d'acqua, possiede una direzione principale di drenaggio verso NE; quella situata a sud ovest, arealmente più estesa (superficie pari a circa 35 Km²), meno acclive e con un numero inferiore di corsi d'acqua, possiede una direzione principale di drenaggio verso SW.

Inoltre, in entrambi i settori, si rileva la presenza delle cosiddette "piscine", aree depresse in cui affiora la falda, alcune perenni, altre a carattere stagionale.

Settore nord orientale

In questo settore le acque superficiali convogliano nel fosso di Malafede, ad andamento circa NW-SE, affluente in sinistra del fiume Tevere, al quale si raccorda poco a NNW della tenuta, tra Vitinia e Casal Bernocchi

All'interno dell'area della tenuta sono presenti i seguenti affluenti in sinistra del Fosso di Malafede: il fosso Trafusina, il fosso della Valle dell'Oro, il fosso Grotta Romagnola e il fosso dell'Ortaccio; tutti ad andamento variabile tra NE-SW e circa N-S, ad eccezione del fosso dell'Ortaccio orientato NW-SE. La densità di drenaggio di questo settore è pari a 3,06.

I bacini idrografici che ricadono in questo settore della tenuta sono impostati su litotipi vulcanici, afferenti all'attività dei Colli Albani, fortemente erosi che localmente danno luogo a fenomeni di instabilità dei versanti dovuti principalmente a crolli. I crolli sono da imputarsi prevalentemente a fenomeni di scalzamento al piede, legati all'erosione differenziale dell'unità di Ponte Galeria che induce tensioni ai tufi sovrastanti e conseguenti fratturazioni.

Settore sud occidentale

In questo settore le acque superficiali drenano direttamente al mare tramite il canale artificiale di Pantanello, ad andamento circa NNW-SSE, e il fosso delle Rogare, ad andamento circa NE-SW. Sono inoltre presenti due affluenti in sinistra del canale di Pantanello: il fosso della Santola o del Figurone e il fosso di Valle Carbonara o del Camilletto, entrambi ad andamento circa NE-SW. Solo il bacino di quest'ultimo rientra completamente nell'area della tenuta. I bacini idrografici, caratterizzati da corsi d'acqua quasi lineari, sono impostati sui depositi di duna rossa antica e, in piccola parte, su depositi dunali e interdunali recenti.

La densità di drenaggio di questo settore è pari a 0,8.

In questa porzione della tenuta, caratterizzata da lievi pendenze e da bassi valori della densità di drenaggio, l'erosione è prevalentemente di tipo areale, dovuta all'asportazione delle particelle a granulometria più fine da parte delle acque non incanalate di ruscellamento superficiale.

L'entità dell'erosione rimane comunque contenuta, come evidenziato dal valore di Tu, anche in funzione dell'elevata permeabilità dei terreni presenti nell'area (prevalentemente sabbie) e della notevole copertura vegetale.

IL METODO DELL'ANALISI GEOMORFICA QUANTITATIVA

Il metodo utilizzato per il calcolo dell'indice di erosione è quello dell'analisi geomorfica quantitativa proposto da CICCACCI *et alii* in Bollettino della Società Geologica Italiana n. 99 del 1980.

Gli Autori assumono il trasporto torbido fluviale quale indice dell'intensità dei processi erosivi. In particolare viene preso in considerazione il *deflusso torbido unitario medio annuo* (*Tu*), espresso in tonn/ha, che rappresenta la quantità di materiale trasportato in sospensione per unità di superficie del bacino. Tale parametro fornisce indicazioni sul grado di erodibilità delle rocce affioranti, in quanto espressione della degradazione specifica; inoltre, essendo un valore riferito all'unità di superficie, quindi indipendente dall'ampiezza totale del bacino di drenaggio, permette di operare confronti anche tra aree a diversa estensione.

I parametri geomorfici presi in esame sono: i gradienti medi di pendio dei segmenti fluviali e la densità di drenaggio.

Si definisce $gradiente di pendio (\theta)$ di un canale fluviale il rapporto tra il dislivello dei punti estremi e la lunghezza lineare di ogni segmento fluviale; il suo valore medio per ogni reticolo idrografico viene assunto in luogo dell'acclività media dei bacini esaminati. Tale parametro esprime la velocità, e quindi l'energia, delle acque fluviali in funzione dei dislivelli e delle lunghezze dei canali in cui scorrono, influenzando direttamente la capacità di trasporto dei corsi d'acqua.

La densità di drenaggio (D) è definita come il rapporto tra la lunghezza delle aste fluviali di un bacino e l'area di quest'ultimo. Il suo valore è funzione della permeabilità e dell'erodibilità dei terreni affioranti, del regime e dell'intensità delle precipitazioni nonché alle altre condizioni climatiche. Più precisamente la densità di drenaggio è tanto maggiore quanto minore è la permeabilità e quanto maggiore è l'erodibilità delle rocce su cui è impostato il reticolo idrografico, può quindi essere considerata come espressione delle caratteristiche litologiche e del grado di tettonizzazione dell'area in esame. Inoltre la densità di drenaggio è chiaramente legata alla copertura vegetale; il suo valore, infine, può modificarsi, anche se con un certo ritardo ed in maniera generalmente limitata, per effetto di interventi antropici.

Qualora si vogliano ottenere informazioni su zone ristrette non identificabili con interi bacini di drenaggio, o qualora si voglia valutare il contributo potenziale di singole aree unitarie al trasporto torbido in un determinato bacino fluviale, gli Autori individuano le seguenti equazioni che legano il trasporto torbido alla densità di drenaggio e al gradiente medio di pendio dei segmenti fluviali:

a) nel caso di bacini con valori della densità di drenaggio non troppo elevati (D<6):

 $log Tu = 0,32474 D + 0,00794 \theta + 1,43206$

b) nel caso di bacini con valori della densità di drenaggio D>6:

 $\log Tu = 2,74540 \log D + 0.00639 \theta + 1,15548$

Il calcolo di tali parametri viene quindi sintetizzato in alcune carte che visualizzano l'andamento dei due parametri geomorfici esaminati (densità di drenaggio e gradienti medi di pendio dei segmenti fluviali) e il contributo potenziale dei singoli bacini parziali al trasporto torbido nell'intero bacino; quest'ultima carta può essere considerata come rappresentativa dell'entità dell'erosione.

APPLICAZIONE ALLA TENUTA DI CASTELPORZIANO

Sono stati valutati gli elementi morfometrici e i relativi parametri (densità di drenaggio e gradiente medio di pendio) ai quali appaiono maggiormente legati i fenomeni erosivi.

Le determinazioni morfometriche sono state eseguite dopo aver identificato e cartografato, in scala 1: 10.000, tutti i bacini dell'area in esame e quindi, per ogni singolo bacino, tutte le possibili linee di drenaggio superficiale (v. carta dal reticolo idrografico). Quest'operazione preliminare si è basata sull'esame dei fogli della Carta Tecnica Regionale all'interno dei quali ricade l'area della tenuta (Acilia n. 387010, Spinaceto n. 387020, Castelporziano n. 8387050, Trigoria n. 387060, Lido di Castelporziano n. 387090 e Pomezia Ovest n. 387100) opportunamente integrato da controlli diretti in campagna.

Per meglio esaminare le variazioni della densità di drenaggio e del gradiente medio di pendio dei segmenti fluviali nelle diverse parti dell'area in esame, i bacini principali sono stati suddivisi in sottobacini e bacini parziali, per ciascuno dei quali sono stati calcolati i valori della densità di drenaggio (D) e del gradiente di pendio (θ) .

Carta della densità di drenaggio

Per realizzare la carta, in scala 1: 10.000, che raffigura lo sviluppo del reticolo idrografico della tenuta di Castelporziano i valori di densità di drenaggio sono stati ripartiti in tre classi definite dopo un attento esame della variabilità del suddetto parametro nell'intera area considerata. Tale esame ha permesso di individuare significativi valori-limite tra le varie classi, tenendo conto anche delle necessità cartografiche di chiarezza e di sintesi. In particolare nella prima classe ricadono quei bacini in cui la densità di drenaggio assume valori bassi (0<D≤3), nella seconda la densità di drenaggio diviene significativa (3<D≤6) ed infine alla terza classe appartengono quei bacini caratterizzati da valori piuttosto elevati di densità di drenaggio (D>6).

Carta delle pendenze

Per ogni sottobacino considerato sono stati calcolati i gradienti di pendio dei segmenti fluviali (θ) ed inoltre si è proceduto anche alla determinazione delle pendenze nell'intera area della Tenuta. Ciò al fine di rendere per tale parametro, non strettamente connesso all'esistenza di linee di drenaggio superficiale, una rappresentazione cartografica più completa da un punto di vista areale.

Lo studio delle pendenze, infatti, costituisce uno degli elementi morfometrici più significativi per la definizione delle caratteristiche idrologiche di un'area, essendo, come è noto, il tempo di corrivazione, la velocità di scorrimento, il potere erosivo delle acque di ruscellamento strettamente correlati con la pendenza dell'area stessa.

Per realizzare la carta, in scala I: 10.000, che raffigura lo sviluppo delle pendenze nell'area della tenuta di Castelporziano, i valori sono stati ripartiti in quattro classi così definite: I classe valori di pendenza compresi tra 0% e 3%; II classe valori compresi tra 3% e 8%; III classe valori compresi tra 8% e 20%; IV classe valori superiori a 20%.

Nella scelta delle classi è stato dato maggiore rilievo alle pendenze minori, e ciò in virtù del fatto che una variazione unitaria di pendenza incide tanto più sulla velocità dell'acqua quanto più le pendenze sono lievi

Carta dell'indice di erosione dei bacini idrografici

Per quanto precedentemente esposto, i parametri che influenzano in maniera più significativa le variazioni della quantità dei materiali portati in sospensione dai corsi d'acqua sono la densità di drenaggio e i gradienti medi di pendio dei segmenti fluviali. La relazione che lega i suddetti parametri ai valori del deflusso torbido medio annuo (Tu), permette di evidenziare le variazioni di entità del trasporto torbido fluviale e quindi, approssimativamente, dell'erosione nelle diverse parti di un bacino di drenaggio.

Attribuendo alla densità dei suoli superficiali un valore medio pari a 1,2 tonn/m³, dal deflusso torbido unitario medio annuo è stata inoltre calcolata la quantità media annua di suolo asportata dai processi erosivi ed espressa in millimetri (H).

Nel sintetizzare i dati ottenuti nella suddetta carta, i valori della quantità di suolo asportata mediamente in un anno sono stati suddivisi in quattro classi, fissando i limiti tra le classi anche in modo da evitare eccessive dispersioni o concentrazioni del parametro (I classe $H \le 0.5$ mm; II classe 0.5mm $H \le 1.0$ mm; III classe 1.0mm $H \le 1.0$ mm; IV classe 1.0mm $H \le 1.0$ mm). Le aree non drenate e le aree attraversate da canali artificiali non sono state classificate perché rispettivamente con valori nulli e trascurabili del trasporto torbido.

BACINO N°	
1	Fosso di Trafusina
2	Fosso della Cassa
3	Fosso della Valle dell'Oro
4	Fosso di Grotta Romagnola
5	Fosso delle Rogare
6	Fosso della Santola o del Figurone
7	Fosso di Valle Carbonara
8	Località Tenuta del Cannucceto

Bacino	Area (km²)	Densità di drenaggio	Gradiente di pendio (%)	Tu (tonn/ha)	H (mm)
1	2,110	2,014	3,00	1,288	0,11
la	0,308	7,962	4,96	41,780	3,48
lb	0,190	6,326	8,02	23,236	1,94
lc	0,046	7,205	12,45	35,456	2,95
ld	0,061	4,770	10,83	11,667	0,97
2	0,340	4,118	4,20	6,347	0,53
2a	0,140	5,350	9,21	17,474	1,46
3	3,360	3,304	2,30	3,335	0,28
3a	0,038	7,916	13,00	46,271	3,86
3b	0,034	7,038	14,58	34,302	2,86
3c	0,075	5,319	8,75	16,939	1,41
3d	0,085	5,282	8,00	16,246	1,35
3e	0,072	5,175	9,46	15,404	1,28
3f	0,551	4,722	4,67	10,061	0,84
3g	0,166	7,539	7,30	37,222	3,10
3h	0,224	4,592	4,12	9,036	0,75
3i	0,719	3,130	3,91	3,016	0,25
4	3,250	3,754	1,54	4,606	0,38
4a	0,120	7,531	7,55	37,253	3,10
4b	0,182	7,675	6,67	38,738	3,23
4c	0,069	7,504	12,67	39,763	3,31
4d	0,200	6,138	5,71	20,674	1,72

Bacino	Area (km²)	Densità di drenaggio	Gradiente di pendio (%)	Tu (tonn/ha)	H (mm)
4e	0,390	4,485	3,33	8,221	0,69
4f	0,218	3,676	4,17	4,561	0,38
4g	0,360	4,365	3,33	7,515	0,63
5	1,624	2,802	0,78	2,229	0,19
6	5,441	1,617	0,64	0,917	0,08
7	6,237	1,924	0,92	1,159	0,10
7a	0,615	3,984	2,16	5,532	0,46
7b	0,304	5,724	3,57	20,850	1,74
7c	0,134	4,471	3,50	8,161	0,68
7d	0,646	2,478	1,41	1,770	0,15
8a	0,242	3,512	3,20	3,964	0,33
8b	0,272	4,236	2,86	6,765	0,56
8c	0,602	3,654	2,48	4,350	0,36

Dall'analisi dei dati in tabella si nota che qualora si considerino i valori del Tu, e quindi della quantità media annua di suolo erosa, dei bacini principali nella loro interezza, questi ricadono tutti nella prima classe escluso il bacino del fosso della Cassa che ricade nella seconda. Valori così bassi sono da attribuirsi al fatto che all'interno di tutti i bacini della tenuta sono presenti porzioni rilevanti di aree subpianeggianti non drenate. Il calcolo del Tu per bacini parziali e sottobacini, dai quali sono escluse le aree non drenate e/o subpianeggianti, porta a valori significativamente più elevati.

IL METODO "UNIVERSAL SOIL LOSS EVALUTATION" (USLE)

Si è ritenuto opportuno, per maggior completezza del dato, confrontare l'entità dell'erosione calcolata con il metodo precedentemente esposto con quella ottenuta applicando il procedimento dell'Universal Soil Loss Equation (USLE), che utilizza l'equazione di Wischmeier e Smith (1965-1978). Il limite del metodo USLE risiede nel fatto che tale equazione è applicabile soltanto per il calcolo dell'erosione idrometrica del singolo versante e pertanto necessita, per un'analisi corretta, di un numero elevato di punti di osservazione.

Da detto studio sono state escluse le zone di duna recente e di spiaggia attuale, la prima perché soggetta anche ad erosione eolica, la seconda perché interessata dall'erosione del moto ondoso e delle correnti marine.

PROCEDIMENTO DI CALCOLO

Per calcolare la quantità media di suolo erosa annualmente per unità di superficie (A) è stata utilizzata la seguente equazione:

$$A_{(t/ha/anno)} = R K L S C P$$

In tale equazione R, il fattore principale, rappresenta la capacità erosiva della pioggia espressa come il prodotto dell'energia cinetica per l'intensità massima nella mezz'ora. Per avere un valore maggiormente significativo di R, questo è stato calcolato mediando i dati pluviometrici relativi a tre anni.

I fattori K, LS, C e P sono dei coefficienti correttivi funzione rispettivamente delle caratteristiche intrinseche del terreno quali granulometria, struttura, permeabilità e contenuto di sostanza organica (K); della pendenza e della lunghezza del terreno (LS); del tipo di copertura vegetale (C); della presenza di eventuali tecniche sistematorie del suolo (P).

Carta delle pendenze

Per determinare il valore del fattore LS che compare nell'equazione di Wischmeier e Smith (1965-1978) sono state calcolate le pendenze dell'intera area della Tenuta.

I valori suddetti sono stati sintetizzati in un'ulteriore carta delle pendenze per la quale è stata utilizzata come base una carta topografica sempre a scala 1:10.000, ma con equidistanza tra le isoipse pari a 5 metri.

Per realizzare tale carta i valori di pendenza sono stati ripartiti in quattro classi così definite: I classe valori di pendenza inferiori a 3%; II classe valori compresi tra 3% e 6%; III classe valori compresi tra 6% e 10%; IV classe valori superiori a 10%.

Carta di erosione idrica (USLE)

Partendo dai valori dell'indice di erosione A (t/ha/anno) ed utilizzando un valore di densità del terreno pari a γ = 1,2 t/m³, ottenuto dalla media dai valori delle densità dei singoli campioni, sono stati ricavati i valori dell'erosione per unità di superficie espressi in millimetri.

La carta di erosione idrica è stata redatta sovrapponendo ai dati di erosione puntuali, ottenuti come indicato, la carta delle pendenze precedentemente descritta, opportunamente integrata da evidenze di scarpate subverticali soggette a crolli rilevate da foto aeree, e la carta della vegetazione in cui sono state distinte zone a macchia e bosco, rimboschimenti, praterie e coltivazioni.

L'interpretazione critica dei dati a disposizione ha permesso di definire l'entità di erosione cui sono soggette le varie aree della tenuta. A tal fine sono state utilizzate le stesse classi usate nelle carta omologa ricavata dall'analisi geomorfica quantitativa, aggiungendo un'ulteriore classe (h > 4 mm) che non compare nell'altra carta in quanto non si hanno valori corrispondenti.

CONCLUSIONI

L'applicazione del metodo della geomorfologia quantitativa ha permesso di individuare le porzioni della tenuta di Castelporziano maggiormente soggette ad erosione, fornendo anche i valori numerici della quantità media annua di suolo asportata dai processi erosivi.

Dall'osservazione della <u>Carta della Densità di Drenaggio</u> si può notare che i sottobacini appartenenti alla terza classe (D>6) ricadono interamente nell'area nord orientale della tenuta e che, più in generale, i valori più elevati di densità di drenaggio si rinvengono in corrispondenza dei litotipi vulcanici.

L'area sud occidentale è invece caratterizzata da una zona con valori di densità di drenaggio che ricadono nella seconda classe (3<D≤6) e da una zona, prospiciente al mare, con valori di densità di drenaggio piuttosto bassi (0<D<3).

Dalla <u>Carta delle Pendenze</u> si deduce che le pendenze maggiori ricadono nella porzione nord orientale della tenuta in corrispondenza dei bacini idrografici impostati sulle piroclastiti, mentre gran parte della porzione sud occidentale si presenta subpianeggiante.

Per quanto concerne la <u>Carta dell'Indice di Erosione dei Bacini Idrografici</u>, si ritiene opportuno precisare quanto segue. Poiché le equazioni che legano il deflusso torbido medio annuo alla densità di drenaggio e al gradiente medio di pendio dei segmenti fluviali sono state ottenute in base a dati relativi ad unità geomorfiche ben definite, quali sono i bacini di drenaggio, la loro applicazione a singole aree può fornire soltanto i valori del Tu che spetterebbero a bacini di uguale superficie aventi D e θ pari a quelli misurati per ciascun'area. Ammettere che i valori del Tu calcolati per singole aree esprimano la reale quantità di materiale trasportato nelle aree stesse, significa ammettere che queste ultime si comportino come unità autonome, tali da non risentire delle influenze delle zone limitrofe. Nella maggior parte dei casi ciò non si verifica, infatti le condizioni del deflusso torbido all'interno di un'area non dipendono esclusivamente dai valori di D e di θ dell'area stessa, ma risentono anche di ciò che avviene nelle aree a monte e a valle.

Da tutto ciò si deduce che i valori del trasporto torbido calcolabili per singole aree, in base alle relazioni citate, potrebbero rappresentare solo approssimativamente il contributo teorico di ciascuna area parziale al Tu totale del bacino.

Per superare le difficoltà e i limiti suesposti, si è ritenuto opportuno, partendo dai valori del trasporto torbido, costruire una carta dell'entità dell'erosione, espressa dai millimetri di suolo asportati mediamente in un anno, per bacini parziali o sottobacini piuttosto che per singole aree.

Tale carta permette di evidenziare, almeno in via preliminare, le differenti zone sottoposte a processi erosivi idrici più o meno intensi.

Se si esamina la carta procedendo da sud ovest verso nord est, si può notare come nella porzione prospiciente alla linea di costa i valori calcolati della quantità media annua di suolo asportata appartengono alla prima classe (bacini parziali 5 e 6). Questa osservazione insieme alla presenza di ampie zone a drenaggio scarso o nullo, mette in evidenza che in questa parte della tenuta i processi erosivi hanno entità assai ridotta. Nella porzione centrale dell'area in esame i valori dell'erosione si mantengono da bassi (sottobacini 8a, 8c e 7a) a moderati (sottobacini 8b e 7c) ad esclusione del sottobacino 7b dove diviene rilevante. L'aumento medio dell'entità dell'erosione in questo settore è da attribuirsi al fatto che i sottobacini considerati si allontanano dalla zona prossima al punto di chiusura del bacino idrografico a cui appartengono, caratterizzata principalmente da processi di deposizione, con conseguente aumento dei valori medi di pendenza e di densità di drenaggio.

Infine nel settore nord orientale della tenuta si rileva un notevole incremento dell'entità dell'erosione, che nella maggior parte dei sottobacini assume valori elevati (III e IV classe).

Pertanto le variazioni dell'entità dell'erosione, proporzionali ai parametri geomorfici di pendenza e di densità di drenaggio, risultano strettamente legate alle diverse caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei litotipi presenti nell'area di drenaggio del bacino considerato.

Da quanto precedentemente esposto si deduce che la validità dei dati ottenuti con il metodo della geomorfologia quantitativa non risiede tanto nel loro valore assoluto quanto nell'avere l'ordine di grandezza dell'evento e quindi la possibilità di confronto dei risultati, attraverso i quali è stato possibile individuare le porzioni della tenuta maggiormente soggette a rischio di erosione.

La <u>Carta di Erosione Idrica</u> <u>(USLE)</u> ottenuta dalla sovrapposizione di carte tematiche (carta delle pendenze, carta delle unità morfologiche e carta della vegetazione) e dai dati puntuali ricavati applicando il procedimento dell'Universal Soil Loss Equation (USLE), che utilizza l'equazione di Wischmeier e Smith (1965-1978), evidenzia la presenza nella porzione nord orientale della tenuta di aree soggette ad intensa erosione con valori delle pendenze elevati e scarsa vegetazione, mentre la porzione sud occidentale è caratterizzata da valori dell'entità di erosione trascurabili. La porzione centrale infine è sede di processi erosivi da bassi ad elevati.

Alla luce di quanto esposto, confrontando i due diversi metodi si evince, in linea generale, una congruenza dei dati nell'individuare le porzioni della tenuta a diverso grado di erosione.

Il presente lavoro dovrebbe fornire lo spunto per l'esecuzione di ulteriori indagini ed approfondimenti volti a testare con altri metodi di calcolo, ed eventualmente con sperimentazioni dirette sul campo (utilizzo di trappole di sedimentazione, che necessitano di tempi lunghi e di strumentazione adeguata), la validità del dato numerico.

Sulle aree particolarmente a rischio di erosione si rendono quindi necessari ulteriori studi e approfondimenti che rendano possibile un adeguato programma di interventi di ripristino.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori desiderano ringraziare Claudia Di Dio per aver gentilmente messo a disposizione i dati in suo possesso e Geminiano Montecchi per l'aiuto nelle fasi di elaborazione dati.

BIBLIOGRAFIA

- 1. BADALI' M., BIONDI F.A., GORGA R. & SOCCIARELLI S. (1997) Tenuta presidenziale di Castelporziano: la fertilità del suolo in ambienti costieri mediterranei. Caratteristiche geologiche. Convegno Annuale S.I.S.S. "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile". Escursione pedologica nella tenuta presidenziale di Castelporziano: i suoli di Castelporziano.
- 2. BENEDINI M. & GISOTTI G. (1985) Il dissesto idrogeologico. Cause, effetti e interventi a difesa del suolo. Ed. NIS La Nuova Italia Scientifica.
- 3. BIONDI F.A., DOWGIALLO G. & DI DIO C. (1997) Tenuta presidenziale di Castelporziano: la fertilità del suolo in ambienti costieri mediterranei. Caratteristiche pedologiche. Convegno Annuale S.I.S.S. "La qualità del suolo per un ambiente sostenibile". Escursione pedologica nella tenuta presidenziale di Castelporziano: i suoli di Castelporziano.

- 4. CALO' G., SPIZZICO M. & TINELLI R. (1992) Lineamenti geologici, idrogeologici e climatologici del bacino del torrente "La Canala". Geologia Tecnica e Ambientale, 1, pp. 33-64.
- 5. CICCACCI S., FREDI P., E.L. PALMIERI & PUGLIESE F. (1980) Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali. Boll. Soc. Geol. It., 99, pp. 455-516.
- 6. CHISCI G., GIORDANO A., INDELICATO S., LI DESTRI NICOSIA O., SFALANGA M. & TORRI D. (1982) *Acquisizioni per la previsione dell'erosione idrica sui versanti*. C.N.R., Progetto finalizzato Conservazione del suolo, Atti del Convegno Conclusivo, Roma.
- 7. DEL MONTE M. (1996) Rapporti tra caratteristiche morfometriche e processi di denudazione nel bacino idrografico del torrente Salandrella (Basilicata). Geologica Romana, 32, pp. 151-165.
- 8. WISCHMEIER W.H. & SMITH D.D. (1965) Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. Agriculture Handbook No. 282, Agriculture Research Service US.

GRUPPO DI LÁVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Evoluzione del Delta del F. Tevere e relative variazioni

della Linea di Costa

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

ENEA - Casaccia - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M. Milli, A. Tinelli, M. Bucci

INTRODUZIONE

Qualunque costa deve essere considerata come un sistema in equilibrio instabile, essendo sottoposta all'azione dei moti ondosi, delle correnti, dei venti e dei corsi d'acqua che giungono al mare, che possono causare sia fenomeni erosivi che di sedimentazione, per cui, data l'antiteticità di tali fenomeni, l'equilibrio che si instaura non può che essere di tipo dinamico.

Variazioni a volta anche rapide della linea di costa sono quindi una conseguenza logica di questa dinamicità i cui effetti possono interessare strutture antropiche anche di notevole interesse economico, basti pensare all'interramento di porti dislocati lungo coste in avanzamento o alla distruzione di manufatti costruiti su coste in erosione.

Il litorale a sud della foce del Tevere si trova appunto in una situazione di erosione con notevoli problematiche, essendo divenuto negli ultimi cinquant'anni, un importante centro di attività economica legata soprattutto al turismo.

LINEAMENTI GEOGRAFICI E GEOLOGICI

Oltre Ponte Galeria e Acilia, la valle del Tevere si apre nell'ampia pianura di Ostia e Maccarese che si estende parallelamente alla costa per 30 km (Fig. 1). Questa pianura che ad un primo esame sembra svilupparsi senza variazioni altimetriche, presenta in realtà tre gradini, dei quali il più basso che è anche il più esteso arriva ad una quota massima di 2-3 m s.l.m, quello intermedio è sviluppato tra 6-8 m, mentre il più elevato è ben rappresentato alle quote di 11-12 m; quest'ultima quota segna anche in pratica il limite dei terreni recenti che si sono depositati in quest'area.

In prossimità della costa e paralleli ad essa per una larghezza di 2-4 km si estendono alcuni allineamenti dunari; più all'interno invece alcune zone sono caratterizzate da quote negative o molto prossime al livello marino attuale: esse sono distribuite secondo una fascia mediana allungata in senso NO-SE e larga da 1 a 2 km. Si tratta di zone umide temporanee o permanenti che nella maggior parte sono state prosciugate con le opere di bonifica iniziate tra il 1884 e il 1890 e completate tra il 1925 e il 1930.

A ridosso della pianura di Ostia e Maccarese si elevano colline che raggiungono la quota di circa 70 m s.l.m e che rappresentano i resti di una piattaforma pretirreniana. Lungo il Fosso Galeria sulla destra del Tevere è stato osservato il tetto della "formazione delle argille azzurre" plio-pleistoceniche che ha invece la quota di 7 m s.l.m lungo il Fosso di Malafede, sulla sinistra del Tevere. Dopo una fase erosiva sulle argille azzurre si è deposta la "formazione di Ponte Galeria" caratterizzata da alternanze di sabbie e ghiaie; in concordanza su questa troviamo una serie di tufiti, a loro volta coperte, solo in destra idrografica, da una formazione di deposizione lagunare o lacustre detta "formazione Aurelia".

Nell'ala sinistra del Tevere la morfologia è più dolce rispetto all'ala destra: le tufiti, nelle aree più interne, sono sovrastate da sabbie di origine marina, costiera ed eolica note in letteratura come "Duna Antica". Queste a valle dei terrazzi morfologici e per tutta l'area della piana costiera poggiano direttamente sulle argille di base.

NOTIZIE STORICHE: FORMAZIONE DEL DELTA E VARIAZIONI DELLA LINEA DI COSTA

La formazione del delta del Tevere e le variazioni della linea di costa possono essere ricostruite con l'aiuto delle testimonianze storiche ed archeologiche.

Tali variazioni hanno interessato il delta in tempi diversi e la Fig. 2, che riproduce una carta dell'area in esame datata 1845, mette in evidenza l'avanzamento del litorale dal XIV° secolo a. C. al III° secolo d. C. a testimonianza di un'evoluzione continua della zona deltizia.

L'antica città di Ostia che oggi si trova a quasi 3 km dal mare ma a circa 5 km se si scende lungo il Tevere era stata fondata in prossimità della costa nel 633 a.C. Anche il porto dell'imperatore Claudio iniziato nel 42 d. C. e terminato nel 64 d. C., è stato creato in un'area oggi arretrata di 3 km rispetto al mare. L'imperatore Claudio aveva quasi sicuramente fatto scavare anche un canale, che metteva in comunicazione il Tevere con il porto, munito di chiuse per impedire che il trasporto solido del fiume interrasse l'area portuale.

Nel 110 l'imperatore Traiano fece costruire un bacino di forma esagonale che collegò al canale precedente a valle delle chiuse tramite un canale noto in letteratura come "Fossa Traiana".

Nel 15° secolo la linea di riva doveva essere ancora coincidente con quella che si aveva ai tempi di Claudio e Traiano. L'antica linea di costa infatti è stata individuata attraverso la localizzazione delle torri di avvistamento fatte costruire l'una nel 1420 sulla sponda sinistra del Tevere subito a valle di Ostia nota come torre Boacciana, l'altra fatta costruire nel 1450 sulla sponda destra. Inoltre, poiché sino al 1483 venne presa in considerazione la possibilità di ripristinare l'antico porto di Claudio, la linea di costa non doveva essersi sostanzialmente modificata rispetto a quando fu costruito il porto.

Nel 16° secolo il mare arretrò di molte centinaia di metri tanto che furono costruite due nuove torri di avvistamento: Torre S. Michele ubicata 2250 metri più a valle della Torre Boacciana e la Torraccia, posta 1500 m più a valle della precedente torre, presso la sponda sinistra del canale che costituiva la naturale continuazione della Fossa Traiana.

Nella carta della campagna romana del 1547 il mare risulta distante dal porto di Claudio circa 2 km mentre già dal 1875 non sono presenti grandi differenze rispetto alla situazione odierna.

Nel 1871 *Moro* affermava che la configurazione della zona del delta si fosse raggiunta in seguito ad un abbassamento del livello del mare di 11 m che avrebbe fatto emergere un cordone litorale lasciando una baia interposta tra il cordone e l'entroterra. Il Tevere avrebbe successivamente scelto le due vie di uscita che ancora oggi troviamo, dopo aver colmato la baia ad eccezione delle zone dove sono rimasti gli stagni. Al canale costruito per collegare il porto di Claudio con il Tevere, su cui si imposta successivamente il canale di Fiumicino, viene attribuito nel 1875 un processo di ampliamento del delta, che prima del 1600 avrebbe avuto una velocità di 0.6-1.5 m/anno e dopo il 1600 di 6-7 m/anno.

Ponzi, autore di una carta geologica del 1876 afferma che il delta del Tevere si è ampliato per un processo di insabbiamento favorito da un innalzamento dell'area che dopo il 1569 ha portato ad una velocità di avanzamento del delta di circa 5 m/anno.

Nel 1933 *Coari* evidenzia un comportamento diverso dei due sbocchi a mare: a Fiumicino nel periodo 1905-1930 si è continuato ad avere un accrescimento della terra ferma fino a 200 m circa, mentre alla foce principale l'accrescimento è avvenuto con certezza solo sino al 1905 poiché in seguito lo sbocco si sposta verso nord di circa 0.5 km e questo non consente di valutare se il delta si è ampliato o no.

L'inizio dell'avanzamento del delta stimato intorno all'anno 1510 non può avere una causa naturale e deve essere imputato a qualche modificazione avvenuta in uno dei due rami del Tevere, molto probabilmente alla definitiva apertura della Fossa Traiana che, come detto, in epoca imperiale era regolata da chiuse.

I dati forniti da queste testimonianze sono stati riportati nei due diagrammi di Fig. 3: essi si riferiscono al corso naturale passante per Ostia antica e quello in parte artificiale che è il canale di Fiumicino. In particolare per la Fiumara Grande sono stati utilizzati i dati relativi alle distanze tra la Torre S. Michele e la riva del mare riportati di seguito: 1554 m nel 1744; 1739 m nel 1827; 1870 m nel 1850; 1670 m nel 1874; 1820 m nel 1905; 1620 m nel 1930; 1560 m nel 1950; 1590 m nel 1961; 1510 m nel 1984. L'andamento irregolare dei dati più recenti può dipendere dal fatto che la sponda sinistra della foce è soggetta a spostamenti trasversali rispetto al fiume. Tuttavia i punti relativi alla Fiumara Grande indicano che l'avanzamento del delta si è interrotto circa al momento dell'unificazione d'Italia e dell'inizio dei grandi lavori pubblici connessi allo spostamento della capitale del regno a Roma. A questo si sono successivamente aggiunti gli effetti degli sbarramenti fluviali che hanno ulteriormente inciso sulla diminuzione dell'entità del trasporto solido del Tevere.

IPOTESI EVOLUTIVE DEL DELTA DEL TEVERE

Secondo *Bellotti et Alii* (1986) l'assetto del delta deriva dalla progradazione (processo sedimentario che produce il graduale spostamento verso il largo dei sedimenti) avvenuta in gran parte nel corso dell'attuale stabilizzazione del livello marino. Le sequenze deltizie poggiano per lo più su di una superficie di discontinuità riferibile agli eventi erosivi avvenuti sulla piattaforma continentale emersa durante l'ultimo periodo glaciale. Gli autori ipotizzano la seguente evoluzione deltizia: all'inizio della progradazione del delta (circa 6000 anni fa) la foce doveva trovarsi tra Ponte Galeria e Ostia Antica. Il fiume depositava i suoi sedimenti in un mare protetto, dando luogo a sequenze lagunari, fluvio-palustri e fluviali che poggiavano sui sedimenti lagunari deposti durante la risalita del livello marino.

Terminata questa fase i sedimenti fluviali arrivarono direttamente in mare aperto, dando luogo a sequenze verticali tipiche di un delta a dominio ondoso. Questa ultima fase prosegue attualmente, in quanto i sedimenti fluviali vengono oggi ridistribuiti alle foci prevalentemente dal moto ondoso e subordinatamente dalla corrente costiera con direzione SE-NW.

Indagini di carattere stratigrafico, morfologico, sedimentologico, paleontologico e datazioni assolute condotte da *Belluomini et Alii* (1986) hanno consentito di ricostruire le tappe fondamentali dell'evoluzione paleogeografica dell'area deltizia.

Sono stati riconosciuti due cicli sedimentari caratterizzati da depositi lagunari precedenti l'ultima glaciazione e da depositi più giovani di questa. I terreni più antichi occupano prevalentemente le aree a quote superiori a 2-3 m s.1.m., mentre i più giovani non si spingono mai al disopra di questi valori.

Contrariamente all'ipotesi evolutiva proposta da *Bellotti et Alii*, questi autori affermano che l'evoluzione postglaciale del delta del Tevere non è avvenuta con una progradazione iniziata 5000-6000 anni fa dal punto in cui la valle alluvionale, all'altezza di Ponte Galeria, si allarga inprovvisamente. Il delta postglaciale deve aver iniziato a formarsi, invece, già in corrispondenza della foce del fiume quando il livello marino si trovava 100-120 m al di sotto della posizione odierna (12 km più al largo di oggi). Il ciclo più recente si fa cominciare pertanto con l'inizio della risalita del livello marino ed è caratterizzato dalla formazione di una barriera litorale e di alcune lagune comunicanti ampiamente con il mare.

Circa 12000 anni fa le zone lagunari hanno avuto la loro massima ampiezza in seguito ad uno stazionamento del mare a -33 m che ha permesso una forte erosione dei depositi lagunari del ciclo sedimentario precedente. Tali depositi nell'ala destra del Tevere sono stati completamente smantellati permettendo così che venissero intaccati anche i terreni retrostanti (formazione delle argille azzurre e formazione di Ponte Galeria). In questa occasione si è formata un'ampia piattaforma che sembra costituire la base di quasi tutta la serie lagunare e la linea di costa si trovava circa 6 km più lontano dall'attuale (Fig. 4a).

Quando il livello marino era vicino all'attuale quota -5 m (circa 9000 anni fa) la barriera caratterizzata dai depositi postglaciali si è spostata molto rapidamente verso terra, all'interno dell'attuale linea di costa (Fig. 4b). Con questo arretramento è iniziata una seconda fase di sedimentazione dell'area in quanto la laguna, oltre ad essere diventata più ristretta, aveva un minor scambio con il mare aperto. Questo ambiente veniva solo sporadicamente alimentato dal Tevere: il materiale sedimentato doveva provenire per la massima parte dal mare, portato in sospensione dalle correnti di marea.

La situazione rimane stazionaria sino a quasi 500 anni fa quando la barriera comincia ad allargarsi per un avanzamento della linea di riva che inizialmente si sposta con una velocità di circa 50 m/anno. La causa va molto probabilmente ricercata nella definitiva apertura della cosiddetta Fossa Traiana, il canale navigabile che, regolato da chiuse nel periodo imperiale, collegava i porti di Claudio e di Traiano con il Tevere.

La modifica più recente avvenuta in questa zona è costituita dalla marcata inversione di tendenza negli spostamenti della linea di costa per cui le spiagge del delta sono in continua erosione. Non vi sono dubbi che la causa di questo fenomeno sia dovuta all'azione dell'uomo che ha agito sull'ambiente senza mai effettuare una seria pianificazione volta alla previsione e alla prevenzione delle modificazioni che l'ambiente stesso può subire a causa della spesso insensata opera antropica.

L'ATTUALE FASE EROSIVA

Lavori più recenti hanno affrontato le cause e le modalità di un evidente fenomeno di arretramento della battigia che ha colpito particolarmente il Lido di Ostia.

Secondo Bellotti e De Luca (1979) le variazioni degli apporti torbidi del Tevere, che hanno causato le fasi di arretramento del complessivo avanzamento del delta, dall'epoca romana sino alla prima metà del

XX° secolo possono essere messe in relazione quasi esclusivamente con le diverse vicende atmosferiche che di volta in volta hanno interessato il bacino del Tevere e la zona antistante la foce.

La causa dell'attuale fase di erosione che così intensamente interessa il litorale crea allarme in quanto, la riduzione degli apporti torbidi, non rappresenta un minimo di un'oscillazione naturale, ma trae origine dalla costruzione di sbarramenti, effettuati a fini idroelettrici in vari punti del corso del Tevere e dei suoi affluenti. (Fig. 5).

Il grafico di Fig. 6 mostra che nel periodo in cui non esistevano nel Tevere grandi sbarramenti i valori dei deflussi si aggiravano, in media, intorno ai 7.000.000 di tonnellate annue per diminuire del 40 % circa dopo l'entrata in funzione dello sbarramento di castel Giubileo nel 1952. L'effetto degli sbarramenti non si limita inoltre ad una riduzione dei deflussi torbidi ma influenza anche la granulometria del materiale trasportato dal fiume. Il Tevere pertanto in seguito all'azione esercitata dagli sbarramenti giunge oggi al mare con sedimenti ridotti non solo per quantità, ma anche per dimensione e per questo più facilmente soggetti ad essere dispersi dalle correnti marine in zone lontane dalla foce. La risultante dei vari effetti prodotti dagli imbrigliamenti delle acque del Tevere è evidenziata dal progressivo arretramento della linea di costa del delta tiberino la cui tendenza evolutiva è riportata in Fig. 7.

In particolare, tra Castel Fusano e Fiumara Grande (Fig. 7), nella zona più prossima alla foce del Tevere la linea di costa è retrocessa di circa 150 m in 25 anni a causa dell'impatto antropico provocato a monte.

La situazione appare meno allarmante nel tratto compreso tra Ostia Nuova ed il Pontile della Vittoria; qui la spiaggia si è ridotta solo di qualche metro, grazie alla protezione esercitata dalla presenza di opere di protezione longitudinali. L'azione erosiva riprende in modo marcato tra il pontile della Vittoria ed il Canale dei Pescatori dove i pennelli costruiti normalmente alla linea di riva, nel tentativo di preservare l'arenile dalla incalzante aggressione marina, si sono dimostrati del tutto inadeguati allo scopo.

A sud del Canale dei Pescatori la costa non sembra più risentire del fenomeno erosivo che in questa zona tende a diminuire e al di là del Lido Cristoforo Colombo cessa del tutto.

Procedendo verso sud il tratto di costa facente parte della Tenuta di Castelporziano e la spiaggia di Tor Vaianica mostrano un evidente contrasto: la spiaggia in corrispondenza della Tenuta è piuttosto larga e stabile con una serie di dune coperte da vegetazione; per contro la costa di Tor Vaianica è in erosione. Questo è da mettere in relazione con l'intensa urbanizzazione e le conseguenti trasformazioni territoriali, con l'eliminazione della vegetazione naturale e con le molteplici attività dell'uomo che hanno caratterizzato l'area negli ultimi trenta anni causando la distruzione della barriera di dune.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Atlante delle spiagge Italiane CNR 1985: Foglio 149 Cerveteri.
- 2. Bellotti P., De Luca G. (1979): Erosione del litorale del lido di Roma: cause ed effetti. Universo, 59.
- Bellotti P., Tortora P., Valeri P (1986): Il delta del Tevere: facies deposizionali ed ipotesi evolutiva. Mem. Soc. Geol. It, 35.
- 4. Belluomini G. et Alii (1986): Evoluzione recente del delta del Tevere. Geologica Romana, 25.
- 5. Biasini A., M.C. Salvatore (1995): Fotorestituzione digitale della linea di riva: area campione del delta tiberino. Il Quaternario, 8.
- 6. Caputo C., D'Alessandro L., La Monica G.B., Landini B., Lupia Palmieri E., Pugliese F. (1983): Erosion problems along the coast of Lazio, Italy. In: Coastal problems in the Mediterranean Sea. Proceedings of a Symposium held in Venice.
- 7. Comune di Roma Italia Nostra (1985): Capocotta ultima spiaggia: proposta per il parco naturalistico-archeologico del litorale romano.
- 8. Dragone F., Maino A., Malatesta A., Segre A.G. (1967): Note illustrative del foglio 149 "Cerveteri" della carta geologica d'Italia alla scala 1:100000. Serv. Geol. d'It.
- 9. Moro G.(1871): Lo stagno di Ostia. Monografia geologica ed idraulica.
- 10. Ponzi G. (1876): Il Tevere ed il suo delta. In: Riv. Marittima.

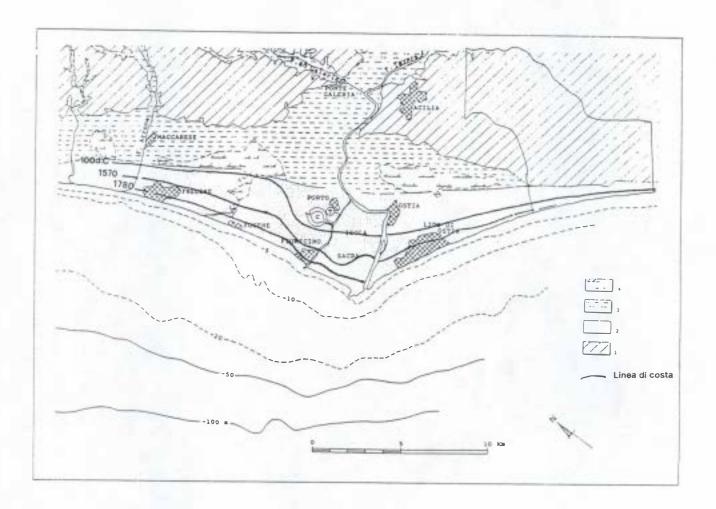


Figura 1 - Area del delta del Tevere nel 1950. 1) Formazioni continentali del Pleistocene medio ed in parte minore del Pleistocene superiore; 2) Sedimenti recenti di natura prevalentemente sabbiosa; 3) Sedimenti recenti a grana fine; 4) Zone paludose, ora prosciugate: bonifiche di Maccarese e di Ostia. Delle due foci quella settentrionale è attiva da non più di 500 anni; prima di allora vi era un canale, il quale doveva essere regolato da chiuse e collegare direttamente con il Tevere il porto di Claudio (C) ed in seguito anche quello di Traiano (T). Contrariamente a quella che è l'opinione corrente, l'evoluzione del delta del 16° secolo non è avvenuta con una progradazione, ma con una recessione iniziata molto probabilmente fin da quando il mare ha iniziato la sua ingressione dopo il recente culmine glaciale (Da Belluomini et Alii, 1986).

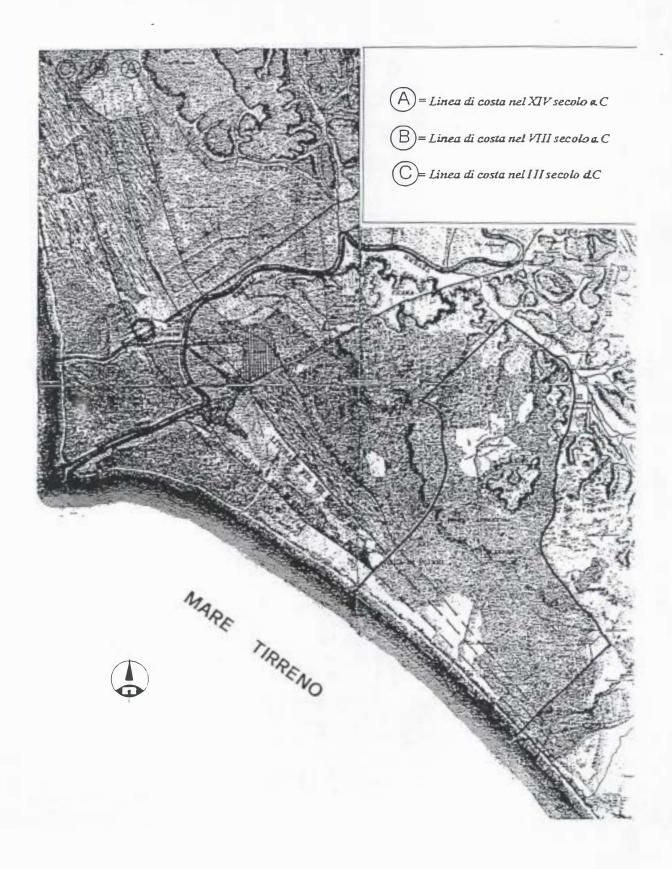


Figura 2 - Carta della campagna romana antica e moderna (Luigi Canina, 1845).

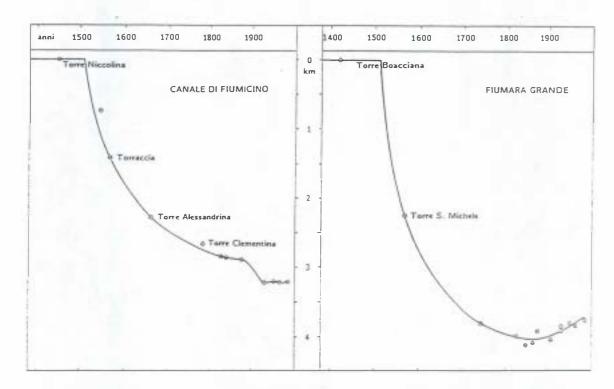


Figura 3 - Spostamento della linea di riva in corrispondenza della cosiddetta "fossa traiana" e del corso naturale del Tevere, ricostruiti sulla base delle testimonianze archeologiche e storiche. Da 9000 anni fa e fino all'inizio del 16° secolo, la linea di riva è rimasta probabilmente stazionaria e lembiva sia il porto di Claudio che Ostia Antica. Intorno al 1510 si è avuto un improvviso avanzamento del delta, che viene attribuito alla definitiva apertura della "fossa traiana" (Da Belluomini et Alii, 1986).

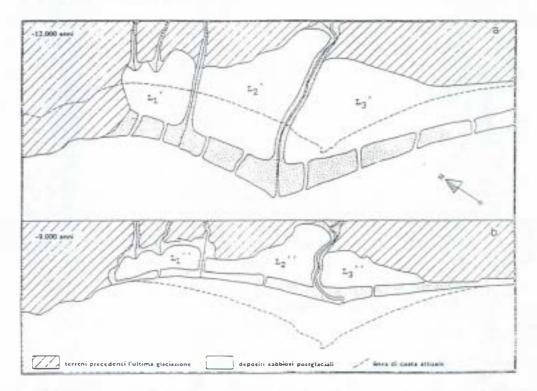


Figura 4 - Evoluzione del delta del Tevere e variazioni della linea di costa (Da Belluomini et Alii, 1986).

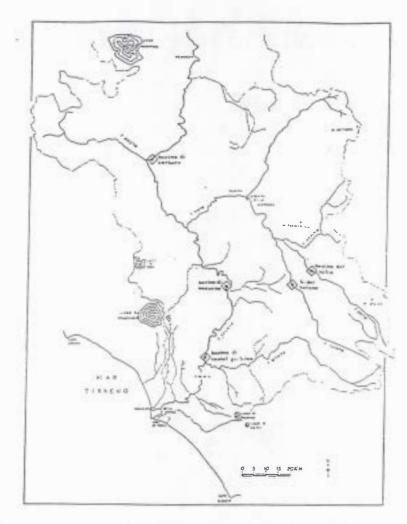


Figura 5 – Ubicazione dei principali bacini artificiali (Da Bellotti e De Luca, 1979).

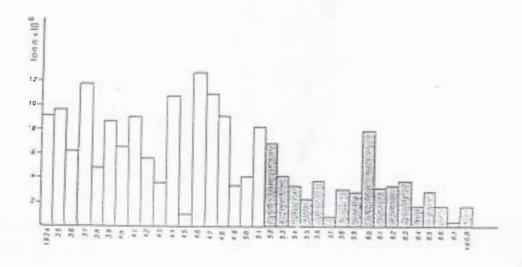


Figura 6 - Grafico delle portate torbide del Tevere misurate a Roma. Si noti come queste siano maggiori allorché non esistevano sbarramenti (parte chiara) e come tendano costantemente a diminuire in seguito alla costruzione degli sbarramenti stessi (parte scura) (Da Bellotti e De Luca, 1979).

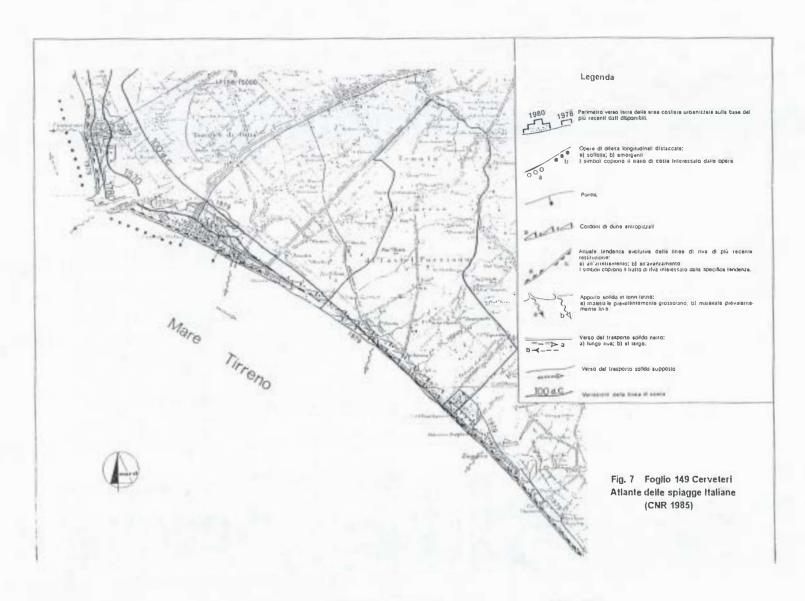


Figura 7 - Foglio 149 Cerveteri. Atlante delle spiagge Italiane (CNR 1985).

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Valutazione della Vulnerabilità dell'Acquifero all'Interno

della Tenuta di Castelporziano

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

ENEA - Casaccia - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA M. Milli, A. Tinelli, M. Bucci

1. INTRODUZIONE

Al fine di valutare la vulnerabilità dell'acquifero all'interno della Tenuta di Castelporziano sono stati analizzati i principali fattori che determinano la facilità con cui un'eventuale sostanza inquinante proveniente dalla superficie del suolo potrebbe raggiungere la falda acquifera sottostante. Utilizzando i dati relativi al valore medio della soggiacenza della falda nell'anno 1997 e le stratigrafie corrispondenti a ciascuna delle perforazioni eseguite dal Gruppo di Lavoro Idrogeologia - U.O ENEA è stata realizzata una carta della vulnerabilità dell'acquifero che consente di distinguere le diverse aree in cui la falda risulta essere protetta in misura maggiore o minore da infiltrazioni verticali di inquinanti.

2. METODOLOGIA UTILIZZATA

La vulnerabilità dell'acquifero all'interno della Tenuta di Castelporziano è stata definita quantitativamente al fine di ottenere risultati oggettivi tra loro confrontabili. A tale scopo sono stati utilizzati degli indici adimensionali in grado di "misurare" le caratteristiche dell'area in esame per quanto riguarda i due fattori considerati: *Litostratigrafia della zona vadosa* e *Soggiacenza della falda*.

L'indice adimensionale associato a ciascuno dei suddetti fattori si ricava dall'applicazione di opportune funzioni rappresentative di una legge che simula gli effetti protettivi di ciascun fattore sull'acquifero.

Per ogni fattore sono stati individuati i valori estremi che corrispondono ai casi di massima e minima vulnerabilità dell'acquifero. L'indice adimensionale corrispondente a ciascun fattore varia tra 0 e 1; il valore 0 corrisponde al valore di riferimento superiore e quindi ad un valore nullo di vulnerabilità; il valore 1 corrisponde al valore di riferimento inferiore e quindi ad un valore massimo di vulnerabilità. Ad ogni intervallo in cui è suddiviso il range di variazione dell'indice adimensionale è stato inoltre associato un punteggio variabile tra 1 e 10 (Fig. 2 - Fig. 3).

Il metodo di valutazione della vulnerabilità è stato successivamente sviluppato seguendo una logica "raster", la quale prevede la discretizzazione dell'area di studio in una serie di celle quadrate di 0,5 km di lato. Per ciascun fattore ogni cella è stata a sua volta divisa in micro-zone (variabili in numero, forma ed estensione da cella a cella a seconda della reale situazione locale): a ciascuna di esse, per il fattore preso in esame, corrispondono diversi valori dell'indice adimensionale rappresentativo e pertanto un differente punteggio. All'interno di ciascuna cella si calcola quindi per ogni fattore considerato la media di questi punteggi, pesata in funzione dell'estensione relativa di ciascuna delle micro-zone che costituiscono la cella stessa.

La vulnerabilità dell'acquifero all'interno dell'area in esame (Fig. 1) è stata quindi ricavata cella per cella sommando i punteggi medi attribuiti a ciascuno dei due fattori considerati.

2.1 Litostratigrafia della zona vadosa

Il terreno superficiale insaturo costituisce l'elemento di protezione passiva dell'acquifero da eventuali percolati o sostanze inquinanti provenienti dalla superficie.

Una zona vadosa costituita prevalentemente da materiale a bassa permeabilità può limitare l'infiltrazione di un inquinante e quindi consente di attribuire alla falda sotterranea modesti valori di vulnerabilità. Al

contrario, una zóna vadosa costituita da materiale grossolano ad alta permeabilità non è in grado di ostacolare l'infiltrazione e contribuisce pertanto ad attribuire alla falda valori di vulnerabilità più elevati. Utilizzando le stratigrafie esistenti è stata calcolata la percentuale di terreno coesivo (limo e argilla) sullo spessore totale dello strato soprafalda.

Ipotizzando che la protezione della falda dall'infiltrazione di eventuali inquinanti aumenti linearmente all'aumentare della percentuale di terreno a bassa permeabilità la funzione di normalizzazione della litostratigrafia della zona vadosa sarà la seguente:

$$(Ic-Ic1)/(Ic2-Ic1) = (C-C1)/(C2-C1)$$
 (1)

dove:

Ic = indice litostratigrafico della zona vadosa

Icl (Ic2) = indice litostratigrafico corrispondente al valore di riferimento minimo (massimo) dello spessore percentuale di terreno coesivo

C1 (C2) = valore di riferimento minimo (massimo) dello spessore percentuale di terreno coesivo.

C = spessore percentuale di terreno coesivo.

L'equazione (1) rappresenta una retta passante attraverso due punti noti che in questo caso hanno le seguenti coordinate:

$$C1 = 0$$
 $C2 = 47,8$ $Ic1 = 1$ $Ic2 = 0$

A C l pari a zero corrispondono zone in cui il terreno insaturo è totalmente costituito da materiale permeabile (prevalentemente sabbia). L'indice adimensionale Ic1 relativo alla litostratigrafia della zona vadosa in questo caso è posto uguale ad 1 poiché la falda sottostante risulta priva di "protezione" e pertanto molto vulnerabile.

Al contrario, ad uno spessore percentuale di terreno impermeabile pari a 47,8 (C2) - valore massimo rilevato nelle stratigrafie esaminate - si è fatto corrispondere un indice litostratigrafico nullo (Ic2). Questi valori sono rappresentativi di aree in cui il terreno insaturo sovrastante la falda è piuttosto argilloso e quindi in grado di limitare, se non impedire, l'infiltrazione di un inquinante.

In Fig. 2 è riportata la funzione di normalizzazione della litostratigrafia della zona vadosa calcolata per tutti i valori di "C" ricavati dalle stratigrafie note.

2.2 Soggiacenza della falda

Corrisponde allo spessore di materiale sovrastante la zona satura che un potenziale inquinante, veicolato dall'acqua di infiltrazione, deve attraversare per raggiungere la falda sotterranea. Maggiore è la potenza di tale strato insaturo e a parità di composizione, maggiore è la protezione idrogeologica nei confronti di sostanze inquinanti. Lo spessore dello strato di terreno insaturo influisce infatti sul tempo che l'inquinante impiega per raggiungere la falda durante il quale può essere coinvolto in processi quali scambio ionico, adsorbimento etc... ed è pertanto determinante nella valutazione della vulnerabilità.

Anche in questo caso, la funzione di normalizzazione è stata scelta ipotizzando che l'efficacia protettiva della zona insatura aumenti linearmente all'aumentare dello spessore. La funzione di normalizzazione assume la forma seguente:

$$(Is-Is1)/(Is2-Is1) = (S-S1)/(S2-S1)$$
 (2)

dove:

Is = indice di soggiacenza della falda

Is1 (Is2) = indice di soggiacenza della falda in corrispondenza del minimo (massimo) valore riscontrato.

S1 (S2) = valore di riferimento minimo (massimo) dello spessore del terreno insaturo.

S = soggiacenza della falda.

Anche in questo caso, la (2) rappresenta l'equazione di una retta passante attraverso due punti noti che hanno le seguenti coordinate:

$$S1 = 2,34$$
 $S2 = 46,60$
 $Is1 = 1$ $Is2 = 0$

I valori di soggiacenza S1 e S2 corrispondono alla minima e massima profondità della falda all'interno della Tenuta.

Ipotizzando una relazione lineare tra l'indice di soggiacenza della falda (adimensionale) e lo spessore del terreno che la sovrasta si avrà una vulnerabilità massima in corrispondenza del più basso valore di soggiacenza misurato ed una vulnerabilità decrescente con l'aumento dello spessore del terreno insaturo, sino a raggiungere valore nullo per S = 46,60 m.

In Fig. 3 è riportata la funzione di normalizzazione della soggiacenza calcolata per tutti i valori di "S" presi in esame.

3. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

La carta di sintesi della vulnerabilità è stata ottenuta sommando in ogni cella del grigliato il punteggio relativo rispettivamente all'indice litostratigrafico della zona vadosa e all'indice di soggiacenza della falda.

La distribuzione areale dell'indice di vulnerabilità è stata ricavata differenziando tramite una scala colorimetrica i seguenti intervalli numerici:

Indice di vul	nerabilità	Grado di vulnerabilità
1ª classe	4-7	▲ - Minimo
2ª classe	7-10	
3ª classe	10-13	
4ª classe	13-16	
5 ^a classe	16-18	
6 ^a classe	18-20	+ Massimo

Le zone in cui i valori dell'indice di vulnerabilità sono compresi tra 4 e 7 rappresentano il 6,4% dell'area oggetto di studio. Si tratta del lembo nord occidentale della Tenuta e di un'area di modesta estensione situata a sud del Cancello di Malpasso. I fattori considerati concorrono in questi punti a determinare una maggiore protezione della falda evidenziata da un indice di soggiacenza inferiore a 0,1 e da un indice litostratigrafico della zona vadosa inferiore a 0,4. Il primo è da attribuire a valori di soggiacenza maggiori di 40 m mentre il secondo deriva dalla situazione stratigrafica che caratterizza quest'area. La falda acquifera infatti pur trovandosi all'interno di depositi grossolani ghiaiosi eterometrici è fortemente protetta da spessori notevoli di alternanze limoso- argillose.

Valori di vulnerabilità compresi tra 7 e 10 coprono circa il 10% del territorio in esame. Tali zone, per lo più limitrofe alle precedenti presentano probabilmente una situazione litostratigrafica ad esse correlabile ma si differenziano per una maggior variabilità dei valori di soggiacenza che in particolare nei pressi del cancello di Malpasso raggiunge circa 20 m.

Le aree caratterizzate da un indice di vulnerabilità compreso tra 10 e 13 coprono il 9,4% dell'area della Tenuta. Si tratta di aree caratterizzate da valori di soggiacenza variabili e che soprattutto nella zona nord orientale della Tenuta, facendo riferimento alla stratigrafia del pozzo C5, non sembrano mostrare sequenze a bassa permeabilità di potenza tale da proteggere efficacemente la falda da eventuali sostanze provenienti dalla superficie.

La quarta classe caratterizzata da un indice di vulnerabilità compreso tra 13 e 16 si estende arealmente per il 7,7% della superficie della Tenuta. A tale classe appartiene una stretta fascia che si sviluppa con direzione nordovest-sudest in corrispondenza del gradino morfologico posto a quota 40 m s.l.m. e un'area di modesta estensione posta in prossimità del limite occidentale della Tenuta, a sud del Cancello dell'Infernetto. Quest'ultima deve tale valore dell'indice di vulnerabilità alla presenza di materiale fine nella zona vadosa forse attribuibile alle ultime propaggini dei depositi alluvionali deltizi del F. Tevere.

Le rimanenti clasi di vulnerabilità coprono l'area che dalla quota 40 m s.l.m. si estende sino alla costa. Tutta la piana è caratterizzata dal punto di vista litologico da sedimenti sabbiosi di varia origine depositatisi in ambienti marini, costieri, deltizi, palustri e dunari nel loro insieme piuttosto omogenei. In questa zona pertanto l'indice di vulnerabilità, a parità di composizione litologica risulta determinato dal fattore soggiacenza. Questa consente di differenziare due aree caratterizzate rispettivamente da valori di soggiacenza pari a 12 m circa nell'area più a monte (Indice di vulnerabilità variabile tra 16-18) e valori di

soggiacenza inferiori a 9 m e tendenti a diminuire progressivamente verso la linea di costa (Indice di vulnerabilità compreso tra 18-20). Nella zona di Capocotta ed in prossimità del limite sud orientale della Tenuta un aumento della componente argillosa nella litostratigrafia della zona vadosa determina anche in prossimità della costa una lieve diminuzione dell'indice di vulnerabilità che rientra in quest'area in valori compresi tra 16-18.

4. RISCHIO DI INQUINAMENTO

Il rischio di inquinamento della falda all'interno della Tenuta di Castelporziano deriva dall'eventuale trasporto di inquinanti provenienti dalla zona edificata dell'Infernetto e dalle industrie di Castel Romano. Il veicolo principale di apporti inquinanti nella Tenuta è il Canale Palocco che convoglia, nella zona interdunale, ad alta vulnerabilità relativa, gli scarichi provenienti dagli insediamenti abitativi sviluppatisi in maniera frenetica, in questi ultimi decenni, sulla sponda sinistra del canale, a partire dalla Via del mare. All'inquinamento delle acque del Palocco contribuiscono in modo particolare:

- gli scarichi dei canali di scolo dei nuclei di urbanizzazione spontanea che, sprovvisti delle infrastrutture primarie (impianto di depurazione) provocano, soprattutto nei periodi estivi, elevate concentrazioni di sostanze organiche e di detersivi;
- gli scarichi relativi alle attività agricole che ancora prosperano nei terreni lasciati liberi dagli insediamenti urbani e che si avvalgono, per l'irrigazione, delle acque prelevate dal Tevere. Tale tipo di inquinamento è di natura prevalentemente chimica per gli apporti di sostanze azotate, di fosforo, di pesticidi e di disinfestanti.

Un altro veicolo di apporti inquinanti, sia pure in misura ridotta e saltuaria, è il sistema costituito dal fosso della Santola, dal Fosso del Figurone e del Quarticciolo. Detto sistema può apportare all'interno della Tenuta sostanze inquinanti provenienti dagli insediamenti industriali della via Pontina, in quanto anche se gli stabilimenti sono dotati di impianti di depurazione, possono effettuare scarichi incontrollati, nel caso in cui i suddetti impianti non funzionino correttamente e a sufficienza. La zona più esposta a detti inquinamenti è quella compresa tra la Via di Pratica di Mare e la Strada Dogana-Capocotta, poiché i fossi presenti spesso determinano esondazioni in prossimità di quest'ultima, il cui rilevato rallenta il deflusso delle acque esondate. Si generano così estesi ristagni di acque che con il loro eventuale contenuto di sostanze inquinanti potrebbero infiltrarsi in profondità sino a raggiungere la falda sotterranea.

BIBLIOGRAFIA

- 1. ALLER L. ET AL. (1985): "DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potenzial using hidrogeologic settings". EPA,600,2-85,018.(PP 1-30).
- BARATELLI C., DE LUCA D.A., MASCIOCCO L., ZUPPI G.M. (1990): "Applicazione al settore settentrionale della pianura cuneese del metodo DRASTIC per la valutazione quantitativa della vulnerabilità degli acquiferi". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 75-95).
- BARELLI G.,GELMINI R.,MARINO L.,PALTRINIERI N. (1990): "Modalità di costruzione delle carte di Vulnerabilità e del Rischio di inquinamento delle acque sotterranee nel comune di Modena". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 99-111).
- 4. BERETTA G.P. (1988): "Generalità sulle fasce di rispetto". Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.(C.N.R n° 75, pp. 7-43).
- 5. BERETTA G.P. (1992): Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee.(Pitagora Editrice Bologna).
- CAVALLIN A., CERUTTI P., LAUZI S., MANCUSO M. (1987): "Valutazione quantitativa della vulnerabilità degli acquiferi mediante sistema automatizzato". Atti della riunione dei ricercatori di Geologia.

- 7. CAVALLIN A., CERUTTI P., MANCUSO M. (1990): "Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi (Hinterland orientale milanese)". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 113-129).
- 8. CIVITA M. (1988): "Le carte di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento". Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee.(C.N.R n° 75, pp. 47-55).
- CIVITA M. (1989): "Problemi connessi con il corretto sfruttamento e la protezione delle risorse idriche sotterranee in Italia". Suolosottosuolo: congresso internazionale di Geoingegneria (pp. 1287-1306).
- 10. CIVITA M. (1991): "La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee.
- 11. DE LUCA D., VERGA G. (1991): "Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi". Acque sotterranee, VIII, 29 (pp. 30-33).
- GABBANI G., GARGINI A., PRANZINI G. (1990): "Un nuovo metodo di valutazione della vulnerabilità all'inquinamento di un acquifero". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 187-206).
- GARZONIO C.A., NANNI T., VIVALDA P. (1990): "Le pianure alluvionali dei fiumi Esino, Musone e Potenza: idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 207-246).
- 14. GASPARINI G., VANDINI R. (1990): "La metodologia di costruzione delle Mappe di rischio ambientale applicata ad un progetto di piano urbanistico: il caso di Campogalliano". Atti del primo convegno nazionale sulla protezione e gestione delle acque sotterranee (pp. 247-277).
- 15. MURATORI A. (1988): "Vincoli territoriali da imporre per la tutela delle opere di captazione e proposta di normativa". Proposta di normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione di acque sotterranee (C.N.R n° 75, pp. 179-190).

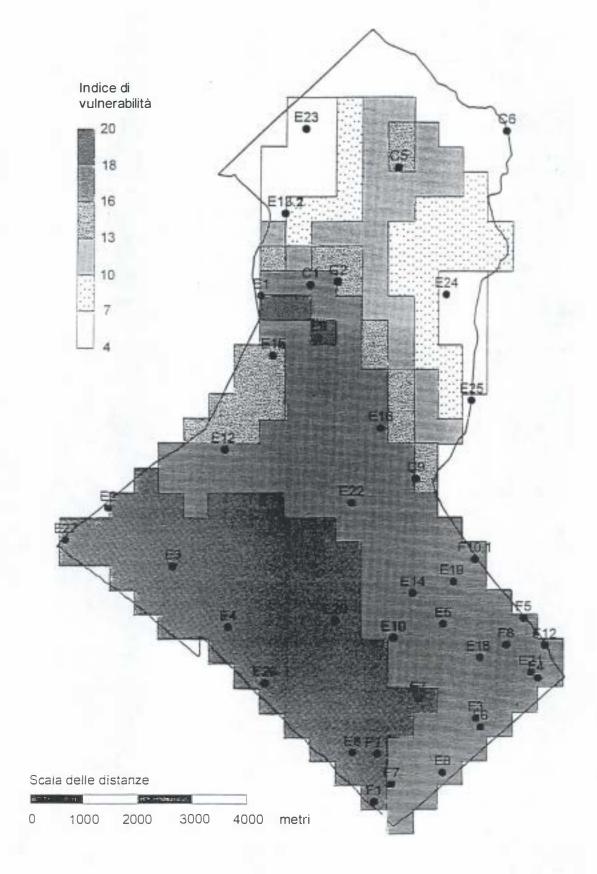


Figura 1 - Carta della vulnerabilità dell'acquifero.

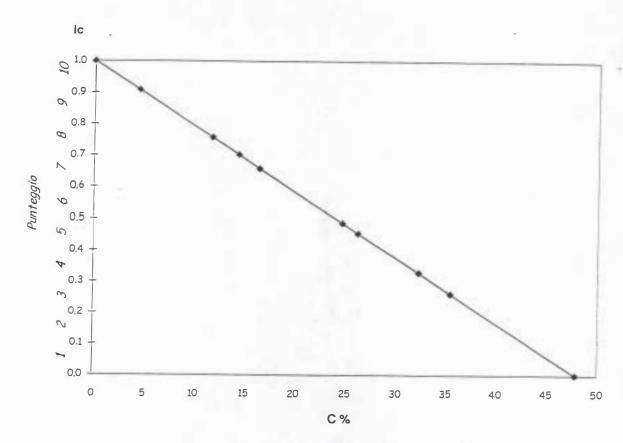


Figura 2 - Funzione di normalizzazione della litostratigrafia della zona vadosa.

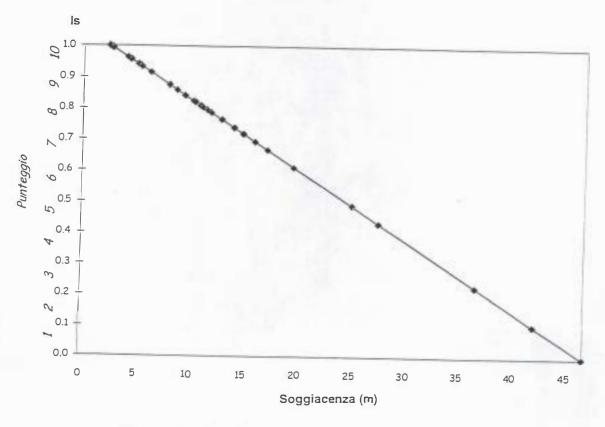


Figura 3 - Funzione di normalizzazione della soggiacenza.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Situazione degli Incendi nella Tenuta di Castelporziano

ed Analisi Vegetazionale delle superfici interessate

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

DISAFRI - Università degli Studi della Tuscia - Viterbo

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Musicanti, E. Giordano, A. Tinelli

INTRODUZIONE

La Tenuta Presidenziale di Castelporziano, interamente situata nel comune di Roma, si estende su una superficie di 6100 ha (Castelporziano:4780 ha, Capocotta:1320 ha) facenti parte dell'Agro Pontino, territorio prevalentemente pianeggiante che da Cerveteri, limite nord-occidentale, si estende verso sudest fino a Terracina parallelamente alla linea di costa del Mare Tirreno. Quest'area quasi incontaminata, posizionata a soli 15 km dal centro di Roma, insieme all'adiacente Pineta di Ostia costituisce un importante patrimonio forestale per la sopravvivenza di numerose specie animali e vegetali che differentemente sarebbero ormai da tempo scomparse in un territorio così fortemente urbanizzato.

L'85 % della superficie della Tenuta è rivestito da formazioni boschive, precisamente: 48% da querceto e da bosco misto di latifoglie con prevalenza sempre di querce, 14% da pineta, 13% da macchia mediterranea e 10% da sughereta. La restante superficie è occupata principalmente da pascoli ed in minima parte da aree destinate a pioppeti, eucalitteti e seminativo.

L'elevato grado di biodiversità esistente è reso possibile dalla peculiare disposizione geografica che caratterizza la Tenuta; prendono parte alla fitocenosi sia elementi caratteristici della Macchia Mediterranea, numerosi soprattutto lungo la fascia costiera, sia specie caducifogli appartenenti all'orizzonte sub-montano. Questa compenetrazione è resa possibile dalla disponibilità idrica ipogea che nella pianura costiera lenisce lo stress siccitoso durante i mesi estivi dell'anno; l'entità del rifornimento si è comunque fortemente ridotta dopo la realizzazione di numerosi canali di drenaggio all'interno della Tenuta ed anche a causa del sempre maggiore approvvigionamento idrico da parte delle aree urbane circostanti.

Le problematiche della gestione sono numerose ed impegnative poiché il territorio si presenta come un'isola a sé stante, in cui gli animali, ad eccezione dei volatili, sono impossibilitati ad irradiarsi nell'ambiente circostante: più della metà del perimetro della Tenuta è infatti delimitato da un muro di cinta dell'altezza di 3 m e la restante porzione è cinta da rete metallica. Bisogna poi considerare le difficoltà che insorgono quando ad un patrimonio forestale gestito secondo principi naturalistici si contrappone un territorio circostante caratterizzato da un'elevata attività antropica."

In relazione a questo secondo aspetto gli sforzi maggiori che il personale della Tenuta deve compiere sono rivolti contro le azioni di bracconaggio e contro i numerosi incendi che annualmente si verificano nelle vicinanze del confine della Tenuta.

ORGANIZZAZIONE DELLA PREVENZIONE DEGLI INCENDI

Numerosi sono stati i provvedimenti adottati nella Tenuta per contenere il rischio di incendio.

Tra gli investimenti permanenti che a questo scopo sono stati fatti, una posizione di rilievo assume la capillare rete viaria interna che permette al personale antincendio di poter intervenire prontamente in tutti i settori della Tenuta. Di grande utilità risulta essere anche la strada perimetrale interna, poiché una caratteristica ricorrente degli incendi verificatisi è di essersi originati in massima parte esternamente al confine della Tenuta. Infine sono state opportunamente dislocate sul territorio tre telecamere per il monitoraggio dell'intera area della Tenuta.

Altre misure di prevenzione vengono invece adottate con il sopraggiungere della stagione estiva: il numero del personale (Vigili del Fuoco e Corpo Forestale) ed i mezzi antincendio vengono potenziati a partire dal mese di giugno; nei punti in cui la situazione appare particolarmente rischiosa, ad esempio dove il bosco risulta prossimo al confine, si effettuano delle operazioni di sarchiatura del terreno così da creare fasce frangifuoco.

Il personale antincendio permanentemente dislocato nella Tenuta effettua un'azione coordinata di controllo del territorio insieme ai nuclei dei Vigili del Fuoco delle aree urbane circostanti.

Altro elemento che contribuisce, come difesa passiva, alla protezione della superficie boscata è la presenza, lungo più di metà del confine, di un muro di recinzione in pietra dell'altezza di 3 metri; a ridosso del suo lato interno corre la strada perimetrale che rappresenta un'ulteriore barriera all'avanzare delle fiamme.

Ricapitolando, i fattori che salvaguardano maggiormente l'integrità del bosco nella Tenuta di Castelporziano sono: il personale ed i mezzi antincendio disponibili, la rete viaria esistente, l'orografia del territorio prevalentemente pianeggiante.

CRONOLOGIA DEGLI INCENDI

Le informazioni relative agli incendi, contenute nell'archivio del "Settore Tutela e Gestione Ambientale" e del Corpo Forestale di stanza permanente nella Tenuta, coprono un arco temporale compreso tra il 1984 e il 1998, risultano però mancanti gli anni 1985 (di cui si dispone di una singola osservazione), 1987 e 1988.

Nel presente studio sono stati presi in considerazione gli incendi che hanno raggiunto una distanza inferiore ai 50 metri dal confine della Tenuta; complessivamente il loro numero risulta essere pari a 48, praticamente una media di 4 incendi / anno.

Il fenomeno nel corso degli anni predetti è stato molto variabile (vedi tabella 1 e figura 1) raggiungendo dei massimi negli anni 1984, 1989, 1994, 1997, 1998 in cui sono verificati rispettivamente 8, 5, 7, 8 e 5 incendi; nel 1991 e nel 1993 se ne contano 4, nel 1990 e 1992 due, e infine nel 1986, 1995 e 1996 si raggiunge il valore minimo con un solo evento di rilievo all'anno.

Tab. 1. Cronologia degli incendi che hanno raggiunto una distanza ≤ a 50m dal confine.

N. incendi	Valore %	Anno	N. incendi	valore %			
8	16.6	1993	4	8.3			
1	2.0	1994	7	14.5			
5	10.4	1995	1	2.0			
2	4.1	1996	1	2.0			
4	8.3	1997	8	16.6			
2	4.1	1998	5	10.4			
	N. incendi 8 1 5 2 4 2	8 16.6 1 2.0 5 10.4 2 4.1 4 8.3	8 16.6 1993 1 2.0 1994 5 10.4 1995 2 4.1 1996 4 8.3 1997	8 16.6 1993 4 1 2.0 1994 7 5 10.4 1995 1 2 4.1 1996 1 4 8.3 1997 8			

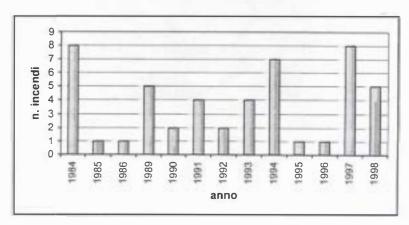


Figura 1 - Cronologia degli incendi.

Facendo riferimento ai mesi di ogni singolo anno, il fenomeno risulta logicamente concentrato nei mesi più secchi: in luglio ed agosto il numero complessivo di incendi verificatosi è stato rispettivamente di 20 e 17 eventi; nei mesi di giugno e settembre ne sono stati contati invece 4 e 7. Osservando questi dati bisogna tenere conto che in realtà il numero di interventi da parte delle squadre antincendio è stato di gran lunga superiore, spesso la tempestività degli stessi ha permesso il controllo degli incendi durante le prime fasi della combustione impedendo il propagarsi delle fiamme verso la Tenuta.

Grazie alle operazioni di prevenzione e di lotta attiva, il fuoco, originatosi esternamente, è riuscito negli ultimi 13 anni a raggiungere l'interno della Tenuta di fatto solamente 4 volte: 1983, 1990, 1991 e 1997. Nel 1983 sono andati distrutti circa 28 ha di macchia mediterranea bassa nella zona costiera retrodunale; nel 1990 il fuoco ha interessato una piccola area localizzata nella porzione collinare della Tenuta, in questa circostanza sono bruciati 0,5 ha di macchia foresta mista con alcuni elementi dell'orizzonte delle latifoglie eliofile (cerro, roverella, sughera); l'incendio del 1991 ha invece distrutto 1,2 ha di pineta coetanea di *Pinus pinea* dell'età approssimativa di 25-30 anni ed, infine, nel 1997 il fuoco ha percorso una vasta radura (20 ha) in prossimità del confine sud-orientale, lambendo una porzione della pineta di *Pinus pinea* circostante (5 ha).

Solo nel 1985 è stato registrato un incendio interno alla Tenuta in località la Focetta, particella n. 114, ad una distanza dalla linea di costa e dalla strada litoranea rispettivamente di circa 750 e 550 mt. Il fuoco ha interessato una superficie di ha 0,7 già rimboschita con fitocelle di pino domestico che è stata successivamente risarcita.

La superficie complessiva percorsa dal fuoco negli anni considerati ammonta a 55,4 ha, di cui, circa il 95 %, è andata distrutta durante i 2 incendi di maggiori proporzioni.

CARATTERISTICHE DEGLI INCENDI

L'incendio, prima che la pressione antropica divenisse il fattore di primaria importanza come lo è oggi, poteva essere considerato tra i fattori ecologici naturali con cui le formazioni vegetali, caratteristiche delle regioni calde e secche, sono state fin da tempi remoti costrette a coesistere. Questa situazione ha indotto un graduale adattamento specifico di carattere morfologico e /o fisiologico nelle essenze vegetali caratteristiche di questi territori, fenomeno riscontrabile ad esempio in numerose specie caratteristiche della macchia mediterranea (*Pinus pinaster, Quercus suber, Erica arborea, Arbutus unedo, Cistus*).

Il fattore ricorrente che accomuna tutti gli eventi verificatisi riguarda le cause scatenanti l'incendio. Durante la storia recente della Tenuta si è verificato un solo caso in cui il fuoco ha avuto origine entro i confini della stessa, in tutti gli altri casi si è sempre sviluppato all'esterno, originandosi o in corrispondenza di una delle strade ad alta percorrenza posizionate in prossimità dei confini della Tenuta (ss n.106 Litoranea, Via di Pratica di Mare, Via di Campo Ascolano, Via Cristoforo Colombo), o nei terreni limitrofi a modesto grado di urbanizzazione.

La scintilla di innesco non può quindi che aver avuto, nella stragrande maggioranza dei casi, origine quantomeno dolosa.

Il perimetro della Tenuta misura circa 44 km. Facendo riferimento al numero complessivo degli incendi che hanno raggiunto una distanza ≤ 50 m dal confine, ipoteticamente il numero di incendi verificatosi per km di perimetro sarebbe pari a 1.09; le zone che sono risultate essere più a rischio sono quella a ridosso della strada di Pratica di Mare (confine orientale della Tenuta) in cui si sono verificati complessivamente 14 incendi, e il confine occidentale, in corrispondenza della località Infernetto, lungo il quale si contano 21 incendi. (Vedi: Mappa degli Incendi in figura 2).

Per quanto concerne il tempo occorso alle squadre antincendio per lo spegnimento del fuoco, è risultato un valore medio pari a 1h 36', con minimo di 25' e massimo di 3h 40'. Considerando gli incendi che hanno interessato il territorio interno della Tenuta, si possiedono informazioni al riguardo dell'incendio del 1990 in località Spagnoletta (Area n. 3), in cui il tempo impiegato allo spegnimento è stato di 1h 45'.

METODOLOGIA DEL RILEVAMENTO VEGETAZIONALE

Sono state scelte 3 aree percorse da incendio (località: Chalet, Spagnoletta e Grotta di Piastra) nelle quali sono stati effettuati dei transects per il rilevamento vegetazionale. La larghezza del transect è stata sempre di 2 metri, mentre la lunghezza è stata variata sia in funzione dell'eterogeneità riscontrata nella copertura vegetale sia dell'ampiezza della superficie percorsa dal fuoco. Nelle località Spagnoletta e Grotta di Piastra è stato eseguito un solo transect; in località "Chalet", allo scopo di individuare eventuali differenze nella ripresa vegetativa, determinate dai diversi trattamenti selvicolturali applicati dopo il passaggio dell'incendio, sono stati eseguiti 3 transects. In una parte della superficie si è infatti

Nella zona circostante, rimasta illesa, è possibile osservare la presenza anche delle *Quercus cerris*, *Quercus pubescens e Quercus suber*. Sembrerebbe quindi che nell'area bruciata nessun'altra quercia oltre al leccio sia riuscita a superare lo stress termico subito. Il bosco si presenta sempre molto denso e con altezza dell'ordine di 5-6 metri; in esso, anche se prevalgono nettamente le querce, e tra esse il leccio, il grado di biodiversità non si è ancora attenuato; gli arbusti della macchia mediterranea si presentarono con un portamento fortemente filato nel tentativo di ricevere un sufficiente quantitativo di luce solare.

Tra le querce il leccio risulta essere il più rappresentato e nella maggior parte dei casi si presenta come ceppaia provvista ancora di numerosi polloni (il numero medio rinvenuto è di 8 polloni per ceppaia con diametro medio di 13 cm ad 1,30 metri dal suolo). Per quanto riguarda le *Quercus cerris, Quercus pubescens, Quercus suber* e i loro ibridi quercini è invece più facile trovare individui monocormici che non hanno subito ceduazioni; le loro dimensioni raggiungono anche i 20-25 cm di diametro ad 1,30 m dal suolo. Tra le querce *la Quercus suber* risulta essere la meno rappresentata, per contro raggiunge le dimensioni maggiori con individui monocormici di diametro medio superiore ai 50 cm che risultano disseminati sul territorio e costituiscono probabilmente il residuo di antiche forme di gestione legate sia al pascolo brado in bosco di allevamenti bovini ed equini sia alla riserva di caccia, quando le grandi querce venivano mantenute per la produzione di ghianda quale alimento per gli animali selvatici.

Area n.3: località "Grotta di Piastra" (Particella n. 182)

Quest'area, ubicata a ridosso del confine ovest della tenuta, è stata raggiunta da un incendio nell'Agosto del 1991; il fuoco si è originato in prossimità del confine in zona Infernetto ed è poi riuscito ad entrare nella Tenuta superando il muro di recinzione.

La superficie andata distrutta (tavole allegate figura Area n.3) misura circa 1,2 ha e faceva parte di una particella coetanea di *Pinus pinea* dell'età approssimativa di 25 anni.

Lungo la strada perimetrale è presente, in ottimo stato, un filare di pini adulti che non porta alcun segno dell'incendio: questo fatto potrebbe indicare che il fuoco ha raggiunto la pineta con un'intensità modesta, per poi divenire distruttivo probabilmente alimentato dagli arbusti del piano dominato, particolarmente sviluppati proprio in prossimità del limite della pineta. Anche nella zona bruciata sono presenti due pini adulti in ottimo stato vegetativo, sui loro tronchi l'impronta lasciata dalle fiamme raggiunge un'altezza di 2,5 metri.

Il grosso del fronte di fuoco è stato fermato dall'intervento delle squadre antincendio in corrispondenza di una carrareccia che corre parallelamente alla strada perimetrale e distante da essa poco più di un centinaio di metri. Ancora una volta le strade di comunicazione interne sono risultate di notevole efficacia sia per raggiungere velocemente l'incendio, sia come avamposto per poterlo contrastare.

Nell'area, dopo il passaggio del fuoco, si è provveduto ad abbattere ed allontanare i residui delle piante andate bruciate; dopodiché è stato effettuato un impianto di giovani pini domestici allevati nel vivaio forestale della Tenuta. A 6 anni dall'impianto, i pini risultano ancora piuttosto stentati raggiungendo altezze massime sull'ordine dei 0,5 m, probabilmente a causa dello stress idrico che debbono sopportare durante il periodo estivo. Attualmente in base ai conteggi effettuati in aree di saggio di forma quadrata con lato di 10 m, il numero di giovani pini è in media di 650 piante / Ha. Sono presenti anche alcuni giovani pini di dimensioni maggiori rispetto ai precedenti, che raggiungono in alcuni casi anche 2 metri d'altezza e potrebbero rappresentare la rinnovazione naturale della precedente pineta, anche se difficilmente è ipotizzabile che delle giovani piante siano riuscite a sopravvivere al passaggio del fuoco nelle loro vicinanze.

La superficie bruciata (scheda rilevamento Area n.3) si presenta disseminata da numerosi cespugli di Cistus spp. dalle modeste dimensioni (H = 0,4-0,5 metri; D cespuglio = 0,5) inframmezzati da grossi cespugli di Pistacia lentiscus (H = 2-3 m; D = 4 m) e di Cytisus scoparius (H = 2 m; D = 1 m).

Il numero di ceppaie di *Quercus ilex* è risultato pari a 1070 ceppaie / Ha, la cui media delle altezze massime si attesta a 2,23 m ed il numero medio di polloni è uguale a 6,6. I semenzali di leccio sono pressoché assenti sulla superficie percorsa dall'incendio e la loro densità è di 0,016 semenzali / mq, nella pineta circostante la loro densità è invece di 0.1 semenzali / mq.

Anche il *Myrtus communis*, con individui di modeste dimensioni, prende parte alla fitocenosi mentre del tutto assente risulta essere la *Phillyrea latifolia*, ciò al contrario di quanto accade nella porzione di particella non raggiunta dalle fiamme, in cui è possibile vedere grosse piante policormiche di fillirea dell'altezza di anche 5 m. Il cotico erboso, formato in prevalenza da essenze graminoidi, risulta essere alquanto discontinuo lasciando spesso scoperto il suolo per ampi tratti.

La porzione di pineta non distrutta si presenta con piante di buono sviluppo e con una densità dell'ordine delle 140 piante / Ha con alberi distribuiti piuttosto uniformemente sulla superficie; le loro dimensioni

raggiungono i 15 metri di altezza e il diametro a petto d'uomo è di 35-40 cm. Le chiome dei pini sono ben formate e creano una copertura arborea pressoché continua; ciononostante il piano dominato risulta essere particolarmente sviluppato con grossi arbusti di fillirea, numerosi lecci (originati sia da ceppaia sia da seme e che in alcuni casi fanno ormai parte del piano dominante), lentisco e infine, anche se in minor numero, mirto e cisto.

Al piano dominante dei pini prende parte oltre al leccio anche la farnia con alcuni esemplari di buono sviluppo, probabilmente risparmiati durante le passate utilizzazioni.

Nei punti depressi dove è maggiore la disponibilità d'acqua troviamo il pioppo bianco, il tremolo, i loro ibridi ed anche l'olmo.

Area n. 4: località "Casalaccio-Capocotta"

L'incendio, verificatosi a fine giugno del 1997, è iniziato in corrispondenza di Via Arno (tavole allegate figura Area n.4), lungo il confine sud-orientale della Tenuta, si è poi propagato interessando una vasta radura (20 ha) e, parzialmente, una pineta di *Pinus pinea* ad essa circostante (5 ha). Durante le operazioni di spegnimento è stato necessario l'intervento di due aerei Canadair.

Dal sopralluogo effettuato nel novembre dello stesso anno, è risultato che le tracce lasciate dal passaggio del fuoco sono ancora ben visibili sui tronchi di numerosi pini e lungo il limite occidentale della radura, dove è localizzato un canale di drenaggio; nella restante radura tali segni sono invece praticamente scomparsi. Durante il decorso dell'incendio la fase più pericolosa si è verificata in corrispondenza del fosso di drenaggio che corre parallelamente al limite della pineta, dove la folta vegetazione spontanea che normalmente tende a svilupparsi in questi punti ha alimentato il fronte dell'incendio determinando un aumento dell'intensità delle fiamme.

Si tratta di una pineta coetanea che ha raggiunto la fase di maturità, il sottobosco è formato da radi e giovani esemplari monocormici di *Quercus ilex, Quercus suber* e *Phillyrea* spp. L'altezza dei pini si attesta intorno ai 18 m, mentre il palco inferiore di rami, attualmente disseccato a causa dello stress termico subito, si inserisce sul fusto ad 8-10 m dal suolo; proprio questa circostanza ha probabilmente scongiurato il rischio che il fuoco interessasse anche le chiome dei pini adulti.

La copertura erbacea della radura si è ricostituita completamente, si può osservare una massiccia presenza di essenze appartenenti ai generi *Borrago* spp, *Asphodelus* spp, come abbondanti risultano anche le graminacee.

Lungo il fosso di drenaggio sono sopravvissuti alcuni grossi esemplari di *Quercus suber*, protetti dallo spessore e dalle proprietà ignifughe della loro corteccia, ed anche qualche gruppo di *Ulmus* spp. che appare in ottimo stato vegetativo raggiungendo altezze di 12 m e diametri anche di 40 cm a petto d'uomo. Attualmente in questa zona soprattutto il *Rubus fruticosus, il Sambucus nigra* e numerosi polloni di *Quercus ilex* stanno ricostituendo il soprassuolo.

Per quanto riguarda i pini, le perdite sono state modeste; si tratta di circa una dozzina di piante disseccate, posizionate in prossimità del fosso di drenaggio. Nella fascia più interna della pineta le piante mostrano invece solamente i segni della carbonizzazione sui loro fusti, segni che raggiungono un'altezza molto differente sul medesimo tronco: sulla semi-circonferenza rivolta a sud arrivano a soli 20 cm, mentre sulla semi-circonferenza opposta la loro altezza supera anche i 2 m; questo fatto testimonia quanto il vento di scirocco abbia alimentato pericolosamente le fiamme.

CONCLUSIONI

Dai rilievi eseguiti si è potuto constatare come diverse tipologie vegetazionali rivelino delle differenze anche molto marcate nella capacità di rigenerarsi dopo il passaggio di un incendio. Questo fenomeno appare evidente se si considerano gli incendi verificatisi nel 1990 (Area n.2: località Spagnoletta) e nel 1991 (Area n.3: località Grotta di Piastra) in cui sono andate distrutte, nel primo caso, una porzione di macchia mediterranea e, nel secondo caso, una porzione di pineta adulta di *Pinus pinea*. La situazione odierna è ben diversa: le specie della macchia mediterranea hanno reagito prontamente ed, a distanza di 7 anni, il soprassuolo appare ben ricostituito; la superficie della pineta andata distrutta appare invece ancora in molti punti priva di copertura vegetale, la rinnovazione del pino non si è verificata e si osserva una presenza consistente soprattutto di cisto, specie altamente frugale.

Anche quando l'incendio ha colpito la macchia mediterranea in corrispondenza della fascia costiera (Area n.1: località Chalet, 1983), dove le condizioni stazionali risultano particolarmente ingrate, la struttura vegetale è riuscita a ricostituirsi; in questa circostanza il lasso di tempo trascorso è però molto maggiore. Sulla base dei dati ricavati dai transects eseguiti nell'Area n.1 è risultato che il taglio dei residui vegetali semi combusti, effettuato solo su una porzione della superficie andata bruciata, abbia

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Barriere Vegetali contro l'Inquinamento Acustico

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

Università di Roma "La Sapienza"

PARTECIPANTI ALLA RICERCA G. Massari, M. De Sanctis, A. Fravolini, A. Sardoni

INTRODUZIONE

È stato avviato un programma di indagini sull'inquinamento acustico della Tenuta presidenziale di Castelporziano, con lo scopo di individuare i settori più esposti al rumore e le forme di vegetazione in grado di attenuarlo. La conoscenza di questi elementi costituisce il punto di partenza per gli interventi di risanamento.

Il rumore che interessa la Tenuta deriva soprattutto dal traffico automobilistico: per questo l'indagine è stata concentrata sulla parte perimetrale, cominciando dalla via Pontina che rappresenta la maggiore sorgente di inquinamento acustico.

In seguito saranno analizzati i settori circostanti la strada Litoranea e la via Cristoforo Colombo.

AREA DI STUDIO

Il punto più distante fra la via Pontina e la Tenuta si trova dopo l'ingresso denominato di Malpasso, oltre il quale il tracciato stradale converge e decorre parallelamente con il confine della Tenuta fino al bivio con Pratica di Mare.

Il confine fra la via Pontina e la Tenuta è delimitato da un muro di altezza variabile (in media circa 4 m), all'interno del quale si trova uno spazio privo di vegetazione destinato a cesa antincendio, percorso da una strada brecciata per l'attività di vigilanza; poi inizia la vegetazione forestale. Lo spazio situato fra il muro e la vegetazione, che per comodità definiamo "sterrato", varia sia come ampiezza che come morfologia.

Questo sterrato è interessante per l'analisi del rumore, poiché in prima approssimazione è qui che si valuta: a) l'effetto della "zona d'ombra" prodotta dal muro; b) l'attenuazione indotta dalla sua diversa morfologia (in certi punti pianeggiante, in altri in leggera pendenza, in qualche caso con dosso) e dalla distanza più o meno ravvicinata con la vegetazione forestale che provoca l'effetto riflettente, detto di "schermo". Per queste ragioni si è cercato di rappresentare tale spazio con una certa accuratezza, anche grafica (Figg. 1, 2, 3).

In seconda approssimazione, l'attenuazione dipende dalla composizione floristica e dai caratteri strutturali della vegetazione circostante che, data la finalità dell'indagine, si considera equivalente ad una barriera vegetale.

In questa parte della Tenuta confinante con la via Pontina, si avvicendano tipi diversi di vegetazione da quella umida prativa dell'Ortaccio, agli ericeti, alla macchia alta di leccio e fillirea, ai querceti caducifogli di cerro e farnetto, fino alle pinete a *Pinus pinea* con ingressioni di *Eucalyptus* all'altezza del bivio di Pratica di Mare.

Queste fasce di vegetazione sono ampie e continue, e pertanto non inducono effetti di schermo o riflettenti, per cui non vi sono state difficoltà tecniche di campionamento.

MATERIALI E METODI

La scelta delle stazioni è stata guidata dal criterio della rappresentatività dell'inquinamento acustico nelle varie parti della Tenuta e della conseguente attenuazione in funzione di questi parametri:

 tipologia del rumore (traffico stradale nelle diverse ore del giorno e in base alle caratteristiche del tracciato stradale);

- 2) distanza dalla strada;
- 3) elementi caratteristici *in situ* (altezza del muro perimetrale, distanza dal muro della vegetazione, morfologia del tratto sterrato compreso fra il muro e la vegetazione);
- 4) tipologia della vegetazione (caratteristiche strutturali, composizione floristica).

Descrizione delle stazioni

Le stazioni, in numero di 12, sono state distribuite lungo un percorso di oltre 4 km dalla zona dei coltivi, indicata come Ortaccio nella Carta della Tenuta in scala 1:10.000, fino al bivio con la strada per Pratica di Mare.

Le principali caratteristiche delle stazioni, ad ognuna delle quali è stato attribuito un nome convenzionale, si possono così riassumere:

Stazione n. 1. Coltivi (particella 269)

Situata dopo l'ingresso di "Malpasso". Considerata il punto 0, a cui sono riferite le distanze delle altre stazioni.

Morfologia pianeggiante.

Tipo di vegetazione: prati umidi, periodicamente inondati a causa di una falda superficiale e del ristagno d'acqua su suoli impermeabili.

Specie principali: Holoschoenus romanus, Juncus inflexus, Cyperus longus, oltre a foraggiere seminate. L'utilizzo dell'area come pascolo e il disturbo sono documentati dalla presenza di Raphanus raphanistrum, Potentilla sp., Hordeum leporinum, Ranunculus repens, Fumaria sp. e altre.

Stazione n. 2. Alberi isolati (particella 178)

Distanza: circa 500 m.

Morfologia ondulata, in leggera pendenza che aumenta fra 40 e 50 m per ridiscendere a 60 m, con formazione di un dosso. Tratto sterrato fra il muro e la vegetazione, ampio circa 40 m.

Tipo di vegetazione: bosco umido in prossimità degli ex-coltivi dell'Ortaccio. Alberi radi di Quercus pubescens s.l., Quercus ilex, Acer campestre, Ostrya carpinifolia e Phillyrea sp. arborescente (7-8 m di altezza). Sottobosco povero, con Rubus sp., Ruscus aculeatus, Rubia peregrina, Hedera helix, Rosa sp., Cistus sp., Calamintha nepeta, Cyclamen hederifolium.

Stazione n.3. Marruca (particella 178)

Distanza: 1200 m.

Morfologia pianeggiante. Sterrato con *Inula* dominante, di 15 m di ampiezza, fra il muro e la vegetazione forestale.

Tipo di vegetazione: ceduo di leccio (Quercus ilex) con cerro (Q. cerris) e farnia (Q. robur), con elevato valore di copertura. Strato arbustivo molto denso, con Phillyrea sp., Crataegus monogyna, Pistacia lentiscus, Erica arborea, Smilax aspera, Rosa sp., Rubia peregrina. Il mantello è ricco di Palyurus spina-christi, con Myrtus communis, Asparagus acutifolius, Clematis flammula e Pistacia lentiscus.

Stazione n. 4. Cancello chiuso (particella 189)

Distanza 1.700 m.

Morfologia pianeggiante. Sterrato di 15 m di ampiezza, fra il muro e la vegetazione.

Tipo di vegetazione: macchia alta di leccio e fillirea (anche qui individui di 7-8 m). Una prima zona è ampia circa 20 m con leccio dominante, oltre la quale si forma il bosco con cerro e farnetto (Quercus frainetto) sporadici e poi, di nuovo, fisionomia di macchia con prevalenza di fillirea. Sottobosco (nella zona più interna della fillirea) stratificato di 1-2 m di altezza, con Pistacia lentiscus, Erica arborea, Crataegus monogyna, Rosa sp., Rubus sp. nello strato di 2 m con le liane Smilax aspera, Clematis flammula, Rubia peregrina, e Ruscus aculeatus in quello più basso. Nello strato erbaceo, con bassi valori di copertura, sono presenti Cyclamen hederifolium, Ranunculus sp., Asplenium onopteris. Sul bordo, esposto in pieno sole, si sviluppano Palyurus spina-christi, Myrtus communis, Asparagus acutifolius e Calamintha nepeta.

Stazione n. 5. Bosco di leccio, cerro e farnetto (particella 189)

Distanza 1900 m.

Morfologia pianeggiante fino a 25 m dal muro, poi leggera depressione che risale all'altezza di 40 metri. Sterrato ampio 11.5 m.

Tipo di vegetazione: bosco sempreverde. Oltre al leccio sono presenti querce caducifoglie (cerri, farnetti) e rari omielli (*Fraxinus ornus*). Sottobosco con le stesse specie della stazione 4.

Stazione n. 6. Torretta (particella 189)

Distanza 2.000 m.

Morfologia pianeggiante. Sterrato ampio 17 m.

Tipo di vegetazione: macchia alta. La vegetazione del primo strato è costituita da una macchia di leccio (*Quercus ilex*) e fillirea (*Phillyrea* sp.) con rari cerri (*Quercus cerris*), con alti valori di copertura. Gli strati arbustivo ed erbaceo sono praticamente simili a quelli della stazione n.4.

Stazione n. 7. Dosso (particella 133)

Distanza 2.200 m.

Fra 10 e 20 m dal muro è presente un dosso alto circa 1.5 m. A partire da 30 m si rileva una leggera depressione del suolo. L'ampiezza dello spazio sterrato è di 17.5 m.

Tipo di vegetazione: bosco ceduo di leccio e farnetto, con individui di dimensione arborea al margine e aspetto di macchia nella parte più interna. Il sottobosco è simile a quello della stazione n. 4.

Stazione n. 8. Vegetazione presso muro (particella 133)

Distanza 2.500 m.

Morfologia pianeggiante. Lo spazio sterrato è molto ristretto, la vegetazione inizia appena a 6 m dal muro, questo spiega il nome della stazione.

Tipo di vegetazione: macchia alta di *Phillyrea* sp. con *Quercus frainetto* e sporadici individui di leccio. Negli strati inferiori sono presenti le stesse specie indicate nella stazione n. 4.

Stazione n. 9. Vegetazione distante (particella 133)

Distanza 2.650 m.

Questa stazione ha una caratteristica opposta alla precedente, nel senso che è stata scelta in un punto dove la vegetazione è piuttosto distante dal muro.

Lo spazio sterrato è ampio 25 m e la morfologia è debolmente ondulata, nel senso che a partire dal muro il profilo discende di circa 1 m fino ad una distanza di 20 m, per poi risalire alla quota iniziale.

Tipo di vegetazione: macchia alta ceduata di *Phillyrea* sp., con associati leccio, cerro e farnetto. Sul margine per ristagno di umidità, alcuni alberi di *Fraxinus oxycarpa*. Lo strato arbustivo ed erbaceo è simile a quello delle stazioni precedenti, ma con valori di copertura inferiori soprattutto nella parte iniziale del bosco.

Stazione n. 10. Grandi alberi (particella 133)

Distanza 3.450 m.

Morfologia pianeggiante. Anche in questa stazione il tratto sterrato è ampio circa 30 m.

Tipo di vegetazione: bosco umido con cerri, farnetti, olmi (*Ulmus* sp.). Nello strato arbustivo, poco sviluppato fino a 70 m di distanza dal muro ed in quello erbaceo sono presenti, oltre ai soliti elementi delle leccete, specie di boschi mesofili come *Crataegus monogyna*, *Daphne laureola*, *Hedera helix* e di substrati umidi, come *Juncus* sp.

Stazione n. 11. Bivio di Decima (particella 133)

Distanza 3.900 m.

La stazione è localizzata in corrispondenza del bivio fra la via Pontina e Pratica di Mare: da questo punto la Pontina si allontana dalla Tenuta, mentre la strada di Decima costeggia il muro.

Morfologia pianeggiante. Lo sterrato è ampio 15 m.

Tipo di vegetazione: ericeto ad *Erica arborea*, con individui di 3-4 m di altezza, con lecci e cerri. Il secondo strato è più povero di specie di quello delle stazioni precedenti situate in lecceta. Questo arbusteto è praticamente impenetrabile.

Stazione n. 12. Pineta (particella 24)

Distanza 4.200 m.

La stazione è l'ultima scelta, dato l'allontanamento della via Pontina dal confine con la Tenuta.

Morfologia pianeggiante. Ampiezza del tratto sterrato 25 m.

Tipo di vegetazione: pineta rada a *Pinus pinea* con *Eucalyptus* sp. al margine del bosco e sughere (*Quercus suber*) farnetti e cerri nella parte interna. Si tratta di un bosco semi-naturale. Gli strati arbustivo ed erbaceo presentano bassi valori di copertura, in certi casi gli individui sono isolati e distanti fra loro. Sono presenti: *Rubus* sp., *Asparagus acutifolius*, *Juncus* sp., *Phillyrea* sp., *Rosa canina*, *Myrtus communis*, *Crataegus monogyna*, *Rubia peregrina*, *Cistus* sp. e altre.

Analisi del rumore

I rilievi acustici sono stati effettuati con un fonometro integratore di precisione LA5127 Ono Sokki di Classe 1, come definito dagli standards I.E.C. (International Electrotechnical Commission) n. 651 del 1979 e n. 804 del 1985.

L'indicatore utilizzato per quantificare i fenomeni di rumore è stato, come richiesto dalle normative vigenti, il livello equivalente continuo (LAeq) nell'intervallo di tempo di cinque minuti. Altezza del

fonometro dal su olo 1.30 m. La calibratura preventiva è stata effettuata con uno strumento che fornisce un segnale di intensità e frequenza di 94 dB.

Il segnale sonoro rilevato dal fonometro è stato trasferito e registrato tramite un registratore portatile magnetico digitale Tascam su cassette DAT. Le registrazioni documentano l'attività svolta nella Tenuta di Castelporziano e costituiscono un archivio di riferimento (banca-dati) per le future elaborazioni.

Punti di campionamento

I rilievi acustici sono stati eseguiti in ogni stazione, impiegando il metodo dei transetti. I punti di campionamento, 5 in totale per ogni stazione, sono stati disposti a distanze fisse partendo dal ciglio della strada e, all'interno della Tenuta, collocandosi ad 1 m dal muro ed a 10, 20, 40 m di distanza.

Il rumore di fondo, considerato come rumore di riferimento in assenza di traffico, è stato misurato in una parte interna della Tenuta denominata stazione *Farnete*.

Acquisizione dei dati

I dati rilevati in ogni stazione sono stati inseriti in apposite schede, ognuna delle quali riporta le caratteristiche del sito, la sorgente di traffico, le misure del rumore, i parametri fisici, la composizione floristica di massima con particolare riferimento per la flora legnosa dei diversi strati, il profilo del suolo e della vegetazione, la planimetria dell'area.

Il rumore del ciglio strada è stato rilevato fra le ore 11 e le 13, con campionamenti random in giorni non festivi, simultanei a quelli effettuati nell'interno della tenuta. Il volume del traffico nei 2 sensi di marcia, è stato calcolato numerando i veicoli di passaggio/minuto ed effettuando una serie di ripetizioni. Per il riconoscimento delle piante è stata usata la Flora d'Italia di Pignatti (1982).

Elaborazione e rappresentazione dei dati

I profili delle stazioni sono stati realizzati con il programma di grafica Adobe Illustrator per Macintosh. Per la rappresentazione delle piante sono stati impiegati i simboli di Danserau (1951).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Fra i mesi di aprile ed ottobre del 1998 sono state effettuate un centinaio di analisi del rumore.

Nella Tab. 1 sono stati riuniti i dati di tutte le stazioni: la media dei valori del ciglio strada è piuttosto alta (81,1 dB, espressi in LAeq), come era intuibile che avvenisse dato il volume di traffico della strada Pontina. Il traffico è sostanzialmente costante (70 automezzi/minuto, nelle 2 direzioni di marcia) ed infatti non vi sono scarti considerevoli fra i valori delle singole stazioni.

Nella Tab. 2 è stata calcolata l'attenuazione prodotta dal muro (differenze fra i dati del rumore registrati sul ciglio strada e quelli registrati all'altezza del muro) e la presumibile influenza della zona d'ombra (differenza fra il dato del ciglio strada e il dato registrato a 10 m di distanza dal muro, la cui altezza varia da una stazione all'altra).

Nella Tab. 3 è riportata l'attenuazione del rumore provocata dalle diverse forme di vegetazione alle distanze di 20 e di 40 m. L'attenuazione, anche in questo caso, è stata calcolata in base alla differenza fra il rumore del ciglio strada e i dati registrati alle relative distanze.

Il primo dato interessante è il valore medio del rumore registrato a 40 m: la vegetazione produce un'attenuazione di 29,7 dB, superiore a quella del muro (28 dB), anche se i due livelli di impatto iniziali sono diversi. Il muro costituisce una barriera contro un rumore medio di 81,1 dB proveniente direttamente dal traffico automobilistico, mentre il rumore che perviene alla vegetazione è attenuato sia dalla distanza che dalla morfologia dello sterrato.

Tutti i valori di attenuazione sono piuttosto alti, tranne quello della stazione 11, un ericeto ad *Erica* arborea che per comprensibili ragioni derivanti dalla morfologia fogliare esercita un'azione molto bassa di protezione dal rumore.

Le situazioni ottimali si rilevano nelle stazioni n. 3 "Marruca", n. 12 "Pineta", n. 4 "Cancello chiuso", n. 7 "Dosso" e n. 8 "Vegetazione presso muro". Sulla base della flora e della vegetazione, il risultato corrisponde alle aspettative: si tratta di stazioni con vegetazione sempreverde o con caducifoglie (in particolare cerri e farnetti, ancora non spogli al momento delle analisi), piuttosto ben strutturata, con valori medio-alti di copertura. Gli strati erbacei sono poveri o pressoché inconsistenti, ma il ruolo principale è svolto dalla stratificazione e dalla copertura delle fanerofite, forse lo strato arbustivo essendo quasi più efficace di quello arboreo.

Per quanto riguarda la stazione n. 12 "Pineta" un'attenuazione così elevata non era un risultato atteso perché la densità degli alberi è bassa anche se le chiome coprono effettivamente molto.

La stazione n. 3 "Marruca" si può considerare la stazione-guida: la composizione floristica e la struttura della vegetazione sono ottimali, come pure ottimale è la distanza di 15 m dello sterrato compreso fra il muro e la vegetazione. La morfologia è pianeggiante, quindi non vi sono influenze di avvallamenti, né di dossi o depressioni, per cui l'attenuazione misurata è dovuta proprio all'azione della vegetazione. Si tratta di una valore di attenuazione sicuramente alto, 38,5 dB, ottenuto dalla differenza fra il rumore del ciglio strada e quello registrato direttamente di 42,2 dB che in pratica è il più basso di tutti quelli rilevati a 40 m ed è assai vicino a quello del rumore di fondo della stazione *Farnete* (38,8 dB).

A puro titolo di esempio è riportato il quadro complessivo di 3 stazioni (Figg. 1, 2 e 3) nel quale è mostrata una tabellina con le caratteristiche della stazione, il diagramma del profilo del suolo e della vegetazione, il grafico dell'analisi del rumore dei 5 punti di campionamento (dal ciglio strada a 40 m di distanza all'interno della vegetazione) da cui si evince la graduale attenuazione del rumore che si verifica in funzione dei vari parametri che agiscono sulla sua propagazione.

CONCLUSIONI

I dati ottenuti consentono di comporre un quadro sufficientemente attendibile sia dell'inquinamento acustico di questa parte della Tenuta, sia del ruolo che le diverse forme di vegetazione svolgono come barriere anti-rumore.

Il risultato è piuttosto soddisfacente per quanto riguarda l'attenuazione della vegetazione, anche se si tratta sostanzialmente di una barriera mista, costituita da un muro di altezza variabile da 3 a 5 m, a distanza del quale, fra un minimo di 6 e un massimo di 40 m, si sviluppa la vegetazione. Lo spazio incluso fra il muro e la vegetazione è uno sterrato con morfologia variabile, più di frequente pianeggiante, che svolge un ruolo non secondario nel meccanismo di propagazione/attenuazione del rumore.

L'attenuazione più efficace di 38.5 dB è stata rilevata nella stazione n. 3, con morfologia pianeggiante. La distanza fra il muro e la vegetazione è di 15 m di ampiezza. La vegetazione è costituita da un bosco ceduo di leccio con cerro e famia, con elevato valore di copertura. Lo strato arbustivo è molto denso, con *Phillyrea* sp., *Crataegus monogyna, Pistacia lentiscus, Erica arborea, Smilax aspera, Rosa* sp., *Rubia peregrina.* Il mantello è ricco di *Palyurus spina-christi*, con *Myrtus communis, Asparagus acutifolius, Clematis flammula* e *Pistacia lentiscus*.

Il livello di rumore misurato in questo strato così compatto è assai vicino al rumore di fondo, rilevato in un settore boschivo con grandi farnie nella parte interna della Tenuta.

Per confermare questi dati, nel prossimo anno oltre alle analisi delle altri parti della Tenuta saranno ripetute anche queste riguardanti la via Pontina.

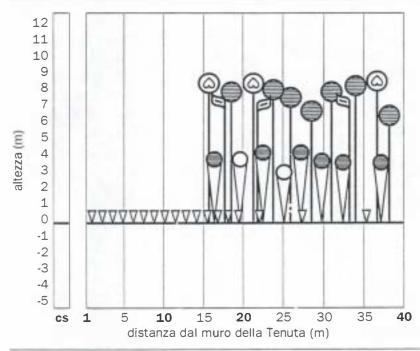
Va da sé che i contesti ambientali e vegetazionali nei quali si registrano i livelli più alti di attenuazione del rumore, costituiranno i moduli di riferimento per i successivi interventi.

BIBLIOGRAFIA

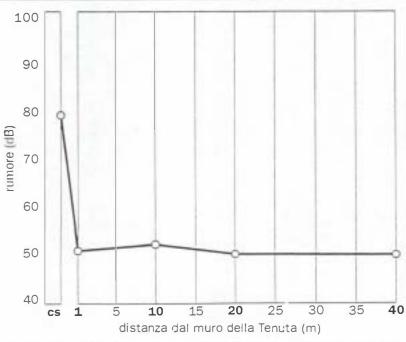
- 1. AA.VV. 1990. Barriere vegetali contro i rumori e le polveri prodotte dal traffico. Folia Acer 1:8-51.
- 2. Battistoni P., Ventura F., Fiorentino E. 1990. Prospettive offerte dalla protezione vegetale antirumore. *Autostrade* 1:35-49.
- 3. Battistoni P., Poddi C., Grossoni P., Bussotti F., Cenni E. 1995. Attitudini delle barriere vegetali a ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico di origine stradale. *ACER* 4:12-17.
- 4. Battistoni P. 1996. Filtri verdi per l'inquinamento acustico. A.I.A. Atti del Convegno: "Dal '96 al 2000: interventi sul territorio e rapporti tra impresa e committenza". Florama business '96.
- 5. Curcuruto S., De Leo A., De Taddeo D., Giuliani F., Gruccione M. 1997. Le barriere verdi per la riduzione dell'inquinamento acustico nel rispetto dell'ambiente. *Rapporto ANPA*.
- Dansereau P. 1951. Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology 46:84-89.
- 7. Grossoni P. 1993. Effetti della vegetazione sul rumore. Atti della giornata di studio "Global change: il ruolo della vegetazione". Accademia dei Georgofili, Firenze.
- 8. Pignatti S. 1982. Flora d'Italia. Edagricole.
- 9. Pignatti S. 1994. Ecologia del paesaggio. UTET, Torino.
- 10. Pignatti S. 1995. Ecologia vegetale. UTET, Torino.

Stazione 3 - MARRUCA

Distanza strada/muro	fra 10 e 20 m
Altezza muro	3.5 m
Distanza muro/vegetazione	15 m
Morfologia	pianeggiante
Tipo di vegetazione	bosco
Specie principali	Quercus ilex, Q. cerris, Q. robur, Phillyrea sp.,
	Crataegus monogyna, Pistacia lentiscus, Erica arborea,
	Myrtus communis, Paliurus spina-christi



Profilo del suolo e della vegetazione che associato al grafico sottostante mostra come questi parametri agiscano, in funzione della distanza, sul meccanismo di propagazione/attenuazione del rumore. I simboli delle piante sono stati ripresi da Danserau (1951).



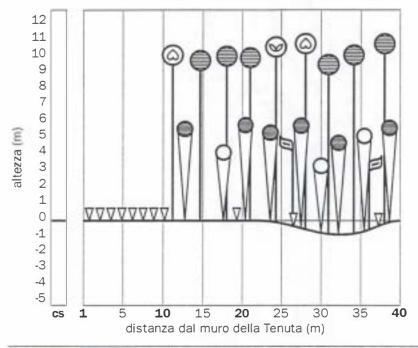
Curva del rumore prodotto dal traffico della Via Pontina, registrato sul ciglio strada (cs) ed a 1, 10, 20, 40 m di distanza dal muro di confine della Tenuta di Castel Porziano. L'andamento della curva dimostra la graduale attenuazione in funzione della distanza.

L'aumento del rumore fra 1 e 10 m dipende dall'effetto della zona d'ombra indotta dal muro.

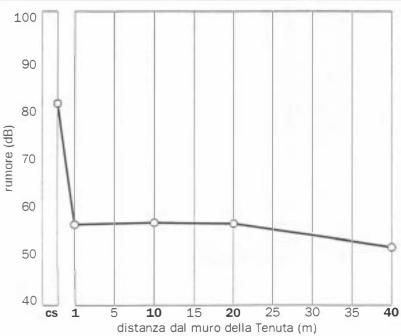
Figura 1

Stazione 5 - BOSCO DI LECCIO, CERRO E FARNETTO

Distanza strada/muro	fra 10 e 20 m	
Altezza muro	5 m	
Distanza muro/vegetazione	11,5 m	
Morfologia	debolmente ondulata	
Tipo di vegetazione	bosco	
Specie principali	Quercus ilex, Q. cerris, Q. frainetto, Fraxinus ornus,	
	Cyclamen hederifolium, Pistacia lentiscus, Erica arborea,	
	Rubus sp., Clematis flammula	



Profilo del suolo e della vegetazione che associato al grafico sottostante mostra come questi parametri agiscano, in funzione della distanza, sul meccanismo di propagazione/attenuazione del rumore. I simboli delle piante sono stati ripresi da Danserau (1951).

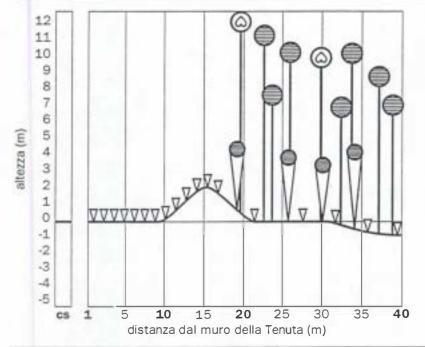


Curva del rumore prodotto dal traffico della Via Pontina, registrato sul ciglio strada (cs) ed a 1, 10, 20, 40 m di distanza dal muro di confine della Tenuta di Castel Porziano. L'andamento della curva dimostra la graduale attenuazione in funzione della distanza. L'aumento del rumore fra 1 e 10 m dipende dall'effetto della zona d'ombra indotta dal muro.

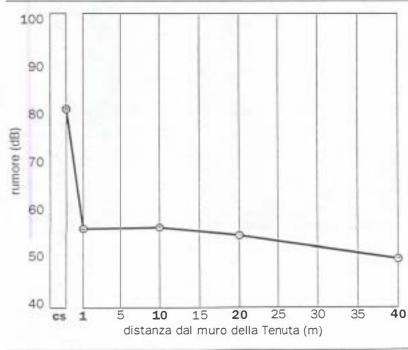
Figura 2

Stazione 7 - DOSSO

Distanza strada/muro	fra 10 e 20 m
Altezza muro	4 m
Distanza muro/vegetazione	17,5 m
Morfologia	ondulata
Tipo di vegetazione	ceduo di leccio e farnetto
Specie principali	Quercus ilex, Q. frainetto, Phillyrea sp.,
	Crataegus monogyna, Pistacia lentiscus, Erica arborea,
	Ruscus aculeatus, Cyclamen hederifolium, Asplenium onopteris



Profilo del suolo e della vegetazione che associato al grafico sottostante mostra come questi parametri agiscano, in funzione della distanza, sul meccanismo di propagazione/attenuazione del rumore. I simboli delle piante sono stati ripresi da Danserau (1951).



Curva del rumore prodotto dal traffico della Via
Pontina, registrato sul ciglio strada (cs) ed a 1, 10, 20, 40 m di distanza dal muro di confine della
Tenuta di Castel Porziano.
L'andamento della curva dimostra la graduale attenuazione in funzione della distanza.
L'aumento del rumore fra 1 e 10 m dipende dall'effetto della zona d'ombra indotta dal muro.

Figura 3

Tab. 1. Castelporziano. Analisi del rumore delle stazioni limitrofe alla via Pontina.

tazione	denominazione	ciglio strada dB	distanza cs. muro m	altezza muro m	1 m	10 m	20 m	40 m	distanza muro veget m
1	Coltivi	80,2	> 100	4	51,4	52,7	50,6	50,4	prato
2	Alberi isolati	80,2	> 100	3,5	48,1	52,3	54,3	54,4	40
3	Магтиса	80,7	10-20	3,5	48,1	55,7	49,6	42,2	15
4	Cancello chiuso	82,6	10-20	4	52,6	56,1	54,9	49,3	15
5	Bosco di L, C e F	82,6	10-20	5	57,1	57,3	57,3	52,4	11,5
6	Torretta	82,6	10-20	5	57,8	59,2	56,4	52,4	17
7	Dosso	81,9	10-20	4	56,7	56,7	55,2	50,2	17,5
8	Veg. presso muro	81,9	10-20	4	56,3	57.1	54,5	51,3	6
9	Veg distante	81,2	10-20	5	51,1	54,4	57,3	54,2	25
10	Grandi alberi	80,3	10-20	4	52,6	56,8	56,1	56,3	30
11	Bivio di Decima	79,4	10-20	3,5	57,2	59,8	59,4	58,5	15
12	Pineta	80	10-20	3	49,1	49,6	49,2	46,4	25
	* Medie	81,1		4	53,2	55,6	54,6	51,5	
	*DS ±	1,1			3,6.	2,8	3	4,2	

^{*} valori arrotondati

Tab. 2. Analisi del rumore ed attenuazione ad 1 m e a 10 m di distanza dal muro. Il presumibile raggio d'influenza della zona d'ombra si rileva dal rumore registrato a 10 m, i cui valori sono superiori rispetto a quelli registrati ad 1 m di distanza. L'attenuazione è stata calcolata in base alla differenza fra il rumore del ciglio strada e quello delle varie distanze.

stazione	denominazione	ciglio strada dB	altezza muro m	l m dB	attenuazione dB	10 m	attenuazione dB
1	Coltivi	80,2	4	51,4	28,8	52,7	27,5
2	Alberi isolati	80,2	3,5	48,1	32,1	52,3	27,9
3	Маттиса	80,7	3,5	48,1	32,6	55,7	25
4	Cancello chiuso	82,6	4	52,6	30	56,1	26,5
5	Bosco di L, C e F	82,6	5	57,1	25,5	57,3	25,3
6	Torretta	82,6	5	57,8	24,8	59,2	26,4
7	Dosso	81,9	4	56,7	25,2	56,7	25,2
8	Veg. presso muro	81,9	4	56,3	25,6	57,1	24,8
9	Veg. distante	81,2	5	51,1	30,1	54,4	26,8
10	Grandi alberi	80,3	4	52,6	27,7	56,8	23,5
11	Bivio di Decima	79,4	3,5	57,2	22,2	59,8	19,6
12	Pineta	80	3	49,1	30,9	49,6	30,4
	* Medie	81,1	4	53,2	28	55,6	25,7
	*DS±	1,1		3,6		2,8	

^{*} valori arrotondati

Tab. 3. Analisi del rumore e attenuazione in funzione del tipo di vegetazione. L'attenuazione è stata calcolata come differenza fra il rumore del traffico del ciglio strada e quello rilevato a 20 ed a 40 metri di distanza.

stazione	denominazione	ciglio strada	muro (h)	20 m	attenuazione	40 m	attenuazione	distanza muro veget.
		dB	m	dB	dB	dB	dB	m
1	Ortaccio	80,2	4	50,6	29,6	50,4	29,8	prato
2	Alberi isolati	80,2	3,5	54,3	25,9	54,4	25,8	40
3	Магтиса	80.7	3,5	49,6	31,1	42,2	38.5	15
4	Cancello chiuso	82,6	4	54,9	27,7	49,3	33,3	15
5	Bosco di L, C e F	82,6	5	57,3	25,3	52,4	30.2	11,5
6	Torretta	82,6	5	56,4	26,2	52,4	30,2	17
7	Dosso	81,9	4	55,2	26,7	50,2	31,7	17,5
8	Veg. presso muro	81,9	4	54,5	27,4	51,3	30,6	6
9	Veg. distante	81,2	5	57,3	23,9	54,2	27	25
10	Grandi alberi	80,3	4	56,1	24,2	56,3	24	30
11	Bivio di Decima	79,4	3,5	59,4	20	58,5	20,9	15
12	Pineta	80	3	49,2	30,8	46,4	33,6	25
	* Medie	81,1	4	54,6	26,6	51,5	29,7	
	*DS±	1,1		3		4,2		

^{*} valori arrotondati

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Aspetti Paesaggistici e Problemi Gestionali delle Piscine

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA V. Restaino, A. Tinelli

INTRODUZIONE

Gli ambienti umidi della Tenuta di Castelporziano, in particolare quelli di superficie ristretta all'interno del bosco planiziario denominati "piscine", sono di grande interesse naturalistico e paesaggistico, e poiché si trovano nell'ambito degli ecosistemi naturali della Tenuta ne accrescono sicuramente la biodiversità, aumentandone la ricchezza ecologica.

Da ricerche bibliografiche (A.P. Frutaz, 1972; G. Minnetti, 1865; G.F. Tomassetti, 1977) apprendiamo che le zone umide del comprensorio di Castelfusano, Castelporziano, Capocotta e più in generale dell'area della foce del Tevere, erano anticamente molto più estese, congiungendosi a Sud con le aree paludose della pianura pontina che si estende fino al Parco N. del Circeo, e a Nord con i lembi meridionali della maremma laziale.

Le zone umide residuali che si trovano in Tenuta ne rendono particolari e quasi unici gli aspetti ambientali esaltando le caratteristiche del bosco igrofilo planiziario, altrove ormai scomparso e presente solo in questa area della costa tirrenica.

Anticamente nelle bassure umide del bosco igrofilo trionfavano maestose Farnie, Pioppi, Frassini, Farnetti che ricoprivano specchi d'acqua e vasti canneti. Successivamente l'azione di bonifica da parte dell'uomo ha modificato irreversibilmente il territorio facendo sparire le distese d'acqua nelle radure dei boschi e costringendo l'acqua in piccole piscine e stagni naturali a ricordo delle antiche paludi.

La ricchezza di stagni retrodunali che costituiva l'elemento caratterizzante del paesaggio che ha formato per secoli il fascino della campagna romana rischia quindi di scomparire.

A tal fine si è ritenuto opportuno effettuare un censimento dal punto di vista paesaggistico di tutti gli specchi d'acqua, sia perenni che temporanei, così da poter meglio valutare la reale importanza ecologica di questa tipologia ambientale.

METODOLOGIA

Le zone umide sono state suddivise, in 4 categorie, a seconda delle caratteristiche dimensionali e territoriali, in specchi d'acqua ristretti, chiamate a Castelporziano "piscine", in aree umide di più vaste dimensioni chiamate "piscinali" e di seguito in fontanili e in sorgenti.

Sono stati inoltre individuati i gradienti ambientali quali elementi di lettura degli aspetti paesaggistici come:

- la forma
- le dimensioni
- l'altezza della vegetazione limitrofa che crea il paesaggio circostante e la scenografia d'inserimento
- la schermatura con la copertura fogliare sullo specchio d'acqua e quindi il soleggiamento / ombreggiamento e la possibilità dei raggi solari di raggiungere la superficie d'acqua
- i rami e gli alberi schiantati sulla piscina
- i colori della superficie d'acqua considerando la torbidità e la limpidezza
- i colori della vegetazione e delle alberature, se caducifoglie o sempreverdi, durante le stagioni
- la presenza della fauna e gli eventuali segni di presenza (orme, tracce, escrementi, insogli, etc.).

Al fine di individuare gli elementi di accesso più compatibili per accostarsi alle singole zone umide, abbiamo preso in considerazione i seguenti parametri per evidenziarle dal punto di vista paesaggistico:

- punti focali

- ambiti circoscrifti
- quinte scenografiche e limiti visivi
- affacci visuali
- punti panoramici
- direzioni visuali.

Cercando così di predisporre le conoscenze per la realizzazione di eventuali punti di osservazione.

È stata realizzata pertanto una scheda informativa per sintetizzare in campagna tutti i parametri significativi delle zone umide censite. Oltre alla località e al numero della particella forestale, per la migliore individuazione del sito, è stato prescelto un toponimo secondo la tradizione orale di coloro che già conoscevano la piscina e che potesse caratterizzasse gli aspetti ambientali in modo da non confonderlo con altri ambienti simili.

Nella valutazione paesaggistica si è cercato di dare importanza alla forma e alle dimensioni della piscina creando tre categorie: rotonda, ovale, irregolare e dando informazioni sulla profondità, presenza di isolotti, aspetti interni alla superficie d'acqua e valutando l'asse maggiore e l'asse minore.

Nel descrivere le caratteristiche ambientali da prendere in considerazione, si è cercato di esprimere in valutazione percentuale la copertura forestale della proiezione delle chiome delle piante adiacenti allo specchio d'acqua, in modo da evidenziare la componente dell'ombreggiamento e dell'esposizione al sole. Sono state censite anche le piante di alto fusto limitrofe al perimetro della zona umida indicando il numero e le specie forestali.

Inoltre è stata evidenziata la situazione ambientale limitrofa alla piscina indicando la presenza di: bosco denso, bosco rado, macchia densa, macchia rada, radura, pseudosteppa, prato-pascolo, coltivi. Nella descrizione degli aspetti vegetali è stata sinteticamente messa in risalto la componente della vegetazione sommersa, emergente, erbacea, arbustiva, o arborea presente all'interno dello specchio d'acqua.

Per quanto riguarda gli aspetti faunistici, nella compilazione delle schede del censimento sono state fornite indicazioni sintetiche sulla presenza dell'avifauna e della mammalofauna.

Attraverso questa schedatura si è anche cercato di fornire informazioni sugli aspetti storici delle mutazioni ambientali, conosciute o rileggibili sul territorio, che sono state sintetizzate indicando le passate ripuliture, i rimboschimenti e l'eliminazione di piante.

Sono state fornite indicazioni sulla valutazione degli aspetti storici e dinamici, sulle trasformazioni effettuate dall'uomo e sulle problematiche evolutive, fornendo attraverso la conoscenza del sito, l'interpretazione della possibile evoluzione di quel microambiente, indicando le particolarità della riserva idrica in crescita, in diminuzione o stabile.

RISULTATI

Delle 162 zone umide censite sono state evidenziate le caratteristiche territoriali legate agli specchi d'acqua ristretti, "piscine". alle zone umide di più vaste dimensioni, piscinali, ed agli elementi puntiformi quali i fontanili e le sorgenti naturali.

Si è potuto stabilire che i piscinali, che sono riscontrabili solo in ambienti relitti, sono presenti solamente per il 8.64%.

Le piscine che si possono considerare costiere e che si trovano in una fascia retrodunale parallela alla costa sono il 20.8%.

La presenza dell'acqua che caratterizza gli aspetti ambientali delle zone umide è stata evidenziata indicando la durata dell'invaso in mesi secondo le conoscenze acquisite e suddividendo le piscine in perenni (25.92%) e temporanee (74.07%). Vedi figura n. 1.

Un'ulteriore suddivisione è stata predisposta distinguendo le piscine in naturali (87.76%) ed artificiali (12.34%), evidenziando come alcune siano state progettate e realizzate ex novo in ambienti con caratteristiche naturali idonee o in bassure precedentemente bonificate. Vedi figura n. 1.

Poiché anche la forma, oltre la dimensione, caratterizza gli aspetti ambientali e paesaggistici, le piscine sono state suddivise in rotondeggianti (38.88%), ovali (23.45%) e di forma irregolare (37.65%). Vedi figura n. 2.

Sono state inoltre evidenziati gli aspetti delle piscine legati all'interramento (50.61%), alla stabilità dell'alveo (43.21%), al costipamento provocato dal bestiame domestico soprattutto in quelle all'interno dei prati-pascolo (2.47%). Vedi figura n. 3.

Solo il 5.5% delle piscine appare interessato a problematiche evolutive verso una impermeabilizzazione dell'alveo, mentre l'11.72% delle piscine mostra i segni di passate ripuliture effettuate circa 20 anni fa.

Da queste deduzioni si evince come quasi il 50% delle piscine, soprattutto quelle temporanee, evidenziano problemi di riempimento provocato sia dall'accumulo di materiale vegetale sia dal movimento di terra dovuto all'attività dei cinghiali che si accostano all'acqua anche per insogliarsi.

Si ritiene opportuno mantenere questi ambienti naturali incontaminati e non "inquinati" dalla presenza dell'uomo anche se in evoluzione verso l'interramento, lasciando intatti gli equilibri biologici instaurati e procedendo all'arricchimento delle zone umide con interventi del tutto artificiali predisposti attraverso un'accurata progettazione di interventi di riqualificazione ambientale.

Per quanto riguarda le caratteristiche ambientali e paesaggistiche il 3.08% delle piscine si trova nelle aree coltivate, il 5.55% nei prati-pascolo, il 14.81% nelle radure e negli spazi aperti del bosco, il 14.19% è racchiusa da una impenetrabile macchia mediterranea, il 9.87% è contornata da un ambiente di bosco rado che ne permette l'infiltrazione della luce e dei raggi del sole, mentre il 50.61% si trova inserito in un ambiente forestale di bosco denso dove predominano la Farnia, il Farnetto, il Cerro a cui si associano specie tipicamente igrofile come i Pioppi, i Frassini e i Salici. Vedi figura n. 4.

L'approssimarsi del bosco alla piscina mette in risalto immagini e suggestioni irripetibili come quelle di grosse piante che perimetrano la piscina o lunghi rami serpeggianti che si affacciano e si distendono fin sul pelo dell'acqua spesso con l'intrico marcescente di piante e rami schiantati rifugio di anfibi ed approdo per tartarughe d'acqua.

L'impressione generale viene esaltata dalle diverse colorazioni provocate perfino dalla limpidezza delle acque nelle giornate serene, dai toni cupi delle specie sempreverdi e dalle sfumature giallo ocra-rossicce dei meriggi in un bosco spoglio di caducifoglie.

CONCLUSIONI

Le suggestioni paesaggistiche della visione improvvisa di una piscina durante il percorso nel bosco può essere evidenziata creando appositi accessi non lineari con la predisposizione di punti focali che risaltino direzioni visuali, ambiti visuali circoscritti ed affacci visuali. La predisposizione dei punti di osservazione può favorire la godibilità degli aspetti naturalistici senza disturbare l'avifauna e gli animali che si accostano alla superficie d'acqua per abbeverarsi.

Dalla valutazione dello scarso numero e delle ridotte dimensioni degli ambienti umidi, appare evidente quanto sia necessario salvaguardare queste situazioni naturali di biodiversità che valorizzano caratteristiche ambientali e paesaggistiche altrove scomparse.

Si ritiene necessario tutelare oltre all'ambiente specifico della piscina, una congrua fascia di rispetto limitrofa allo specchio d'acqua individuata in termini dimensionali pari a metà dell'interasse e il tipo di apporto idrico che rifornisce la piscina, se da sorgente o da fosso.

Dalle valutazioni ecologiche generali sullo stato del bosco e sugli equilibri ambientali risulta indispensabile accrescere il numero delle zone umide presenti in Tenuta che costituiscono peraltro un elemento essenziale di supporto alla falda, necessaria per la sopravvivenza del bosco igrofilo.

Ne consegue pertanto la necessità di predisporre mirati progetti per la realizzazione di interventi di riqualificazione ambientale per la creazione di aree umide, ricavate soprattutto in ambienti già manomessi dall'uomo e parzialmente bonificati, ma con interessanti livelli di naturalità introducendo quella opportuna inversione di tendenza che storicamente dalla bonifica ripropone la valorizzazione degli ambienti umidi.

BIBLIOGRAFIA

- I. A. P. Frutaz, "Le carte del Lazio", Roma 1972.
- 2. G. Minetti, "Cenni storici sulla Baronia di Castelporziano", Roma 1865.
- 3. G. F. Tomasselli, "La campagna romana antica, medievale e moderna", Roma 1977.

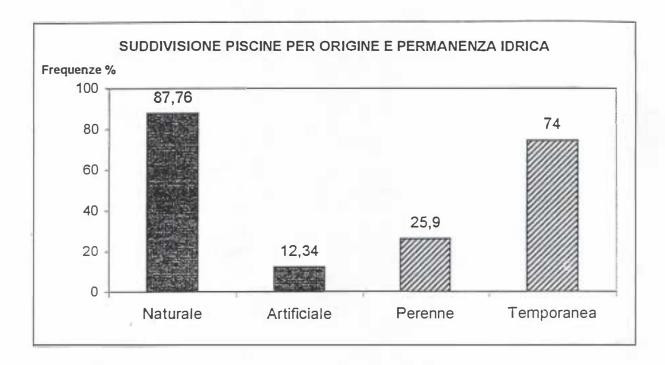


Figura 1 - Suddivisione delle piscine per origine e permanenza idrica.

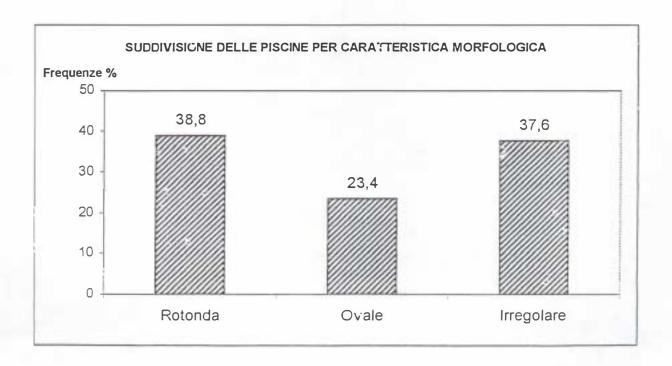


Figura 2 - Suddivisione delle piscine per caratteristica morfologica.

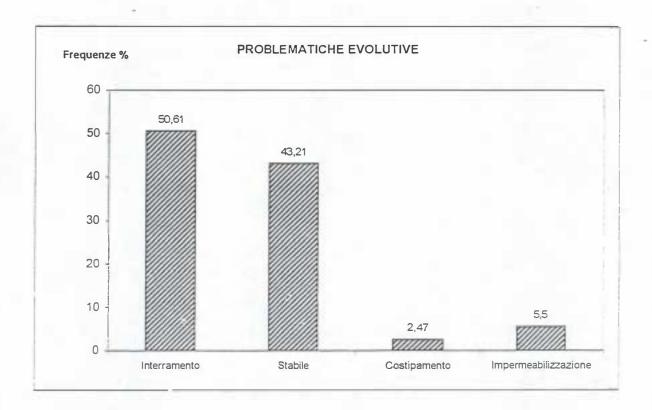


Figura 3 - Problematiche evolutive.

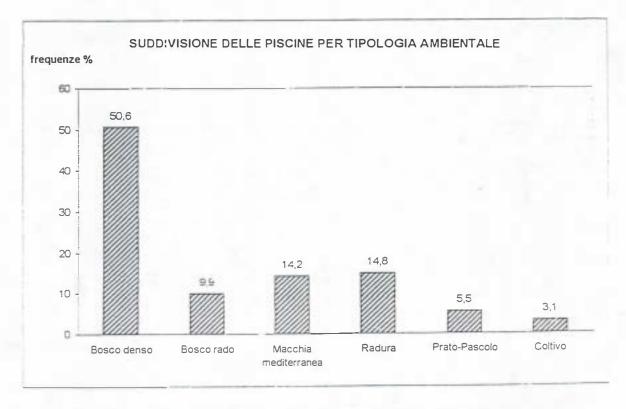


Figura 4 - Suddivisione delle piscine per tipologia ambientale.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Inquadramento Paesaggistico e Valutazione dell'Impatto

Antropico nelle Aree a Nord di Castelporziano

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Tinelli, M.G. Micheli, F. Di Paolo

INTRODUZIONE

Lo studio, propone attraverso una lettura sinergica dei caratteri naturali ed antropici del territorio, un'analisi che consenta l'individuazione delle problematiche emergenti e delle peculiarità del sito, al fine di individuare delle ipotesi progettuali di mitigazione e di riqualificazione ambientale.

La presenza antropica su queste aree caratterizzate da una spiccata vocazione naturalistica, produce inevitabili effetti di degrado ambientale, tali da rendere spesso estremamente difficoltosa ogni azione di ripristino delle caratteristiche originarie o mitigazione degli impatti provocati dall'uomo.

Le aree ubicate a nord della Tenuta di Castelporziano, sono caratterizzate da un paesaggio con morfologia ondulata, circondato da un doppio sistema collinare: uno con versanti poco scoscesi e copertura boschiva e l'altro, ormai quasi totalmente urbanizzato corrispondente all'area di Tor de Cenci. L'ampio fondovalle è solcato dal fosso di Malafede, mentre la zona pianeggiante limitrofa è caratterizzata da coltivi e prati pascoli, da una zona umida relitta in seguito alle azioni di bonifica, da aree destinate a verde attrezzato e da un'area destinata alla realizzazione di un centro di servizi polifunzionali. Parallelamente all'asse del fosso di Malafede, si individuano due elementi lineari di tipo antropico che caratterizzano il paesaggio, il confine della tenuta e le linee elettriche dell'alta tensione.

DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area di studio, ubicata nella zona superiore della Tenuta di Castelporziano è delimitata a nord dall'urbanizzato di Tor de Cenci e Spinaceto, a sud-est e a nord-ovest da due assi viari di grande scorrimento, rispettivamente la Via Pontina e la Via Cristoforo Colombo.

L'insieme territoriale, pur conservando un carattere spiccatamente naturale, lascia emergere segni evidenti dell'azione antropica che si è protratta nel tempo, lasciando segni che si sono stratificati e sovrapposti, denunciati dalla presenza diffusa di casali, grotte, fontanili e di cave per l'estrazione degli inerti.

All'interno della Tenuta si rileva la presenza di numerosi canali di bonifica, realizzati per la regimazione delle acque di scorrimento superficiale al fine di aumentare l'estensione delle aree da destinare alle coltivazioni ed al pascolo del bestiame.

Nel fondovalle, in corrispondenza di alcune aree sorgive, sono state di recente ricreate delle zone umide (piscine) dove si è verificata l'espansione della vegetazione igrofila.

Il confine tra la Tenuta ed il territorio circostante è segnato in prossimità del fosso di Malafede, da un'antica macera: realizzata in muratura a secco con elementi in pietra vulcanica.

All'interno della Tenuta, i versanti collinari originariamente ricoperti da vegetazione autoctona, risultano oggi in parte rimboschiti con specie alloctone introdotte in tempi piuttosto recenti.

METODOLOGIA

La valutazione del paesaggio elaborata attraverso un duplice livello di interpretazione, permetterà di analizzare contemporaneamente il comprensorio secondo modalità di tipo oggettivo e percettivo.

L'analisi oggettiva dello stato di fatto, eseguita secondo metodiche tradizionali, si basa essenzialmente sull'osservazione diretta dell'area e degli elementi che la caratterizzano, sulla lettura della cartografia di base (carte topografiche, carte tecniche regionali, ecc.), della cartografia tematica disponibile (carte della

vegetazione, carte dell'idrografia, carte dell'uso del suolo) e sull'analisi dei vigenti strumenti urbanistici che forniscono indicazioni sulla pianificazione e sullo sviluppo del territorio (Piano Regolare Generale, Piano delle Certezze del Comune di Roma, ecc.).

Il metodo di ricerca adottato si pone l'obbiettivo di coniugare il metodo tradizionale di indagine del territorio, con un ulteriore livello di approfondimento basato sull'interpretazione delle percezioni offerte dal paesaggio stesso.

L'analisi percettiva, condotta secondo questa metodologia, offre la possibilità di cogliere le qualità intrinseche, l'organizzazione e gli eventuali elementi di disturbo di un determinato comprensorio ambientale

Tale approccio consiste nella ricerca di quei caratteri che maggiormente strutturano l'immagine visuale, in quanto rappresentano gli elementi emergenti, significativi per la valutazione del territorio.

Il criterio adottato per analizzare il paesaggio della Tenuta di Castelporziano, fa riferimento alle categorie percettive utilizzate da K. Lynch. Gli obbiettivi della sua ricerca tendono ad individuare una possibile "immagine mentale collettiva" del paesaggio urbano.

Le principali categorie proposte dal metodo di K. Lynch, ritenute caratteristiche e significative in un contesto urbano che può essere esteso a realtà territoriali più ampie, sono:

- *i percorsi*, che determinano la fruibilità visiva del paesaggio in modo differente a seconda della specifica "identità" del percorso, del suo gradiente direzionale, del suo punto di origine, della sua destinazione, della sua modulazione, ecc.;
- i margini, intesi come elementi lineari che determinano il confine tra due aree con identità distinte;
- i nodi, quali congiunzioni di percorsi e sistemi, sono intesi come fuochi strategici del paesaggio;
- i quartieri, considerati ambiti dotati di forte caratterizzazione ed identità locale;
- *i riferimenti*, che indicano elementi puntuali, quali semplici riferimenti fisici che possono variare in relazione alla scala d'analisi.

Il sistema di categorie preso in prestito dalla teoria di K. Lynch, è stato rielaborato ed adattato al paesaggio oggetto di studio, nel tentativo di ricercare il significato più appropriato che può assumere nella valutazione di un contesto ambientale tipicamente naturalistico.

L'individuazione di categorie ci ha indotto ad una prima distinzione degli elementi che caratterizzano il paesaggio, questi sono stati pertanto ricondotti a tre tipi fondamentali:

- puntuali
- lineari
- areali.

Nell'ambito di questa classificazione è risultato particolarmente significativo distinguere gli elementi naturali da quelli antropici.

Un ulteriore livello d'indagine ha permesso di rilevare tra gli elementi ritenuti significativi del contesto analizzato, quelli dotati di identità paesaggistica, e quelli che presentavano un elevato impatto visivo.

Solo in un secondo momento è stato utile impiegare alcuni *indicatori percettivi* quali la *permeabilità* visiva e l'impatto visivo relativi ad ogni singola componente del paesaggio, in grado di stabilire dei rapporti di relazione tra i due ambiti territoriali contrapposti (la Tenuta e l'antistante urbanizzato).

L'analisi percettiva, quella dello stato di fatto e la valutazione qualitativa degli elementi, permettono di raccogliere preziose informazioni per la comprensione del territorio, dando inoltre al progettista la possibilità di formulare ipotesi d'intervento finalizzate alla riqualificazione del sito.

LA PRESSIONE ANTROPICA E L'IMPATTO SUL TERRITORIO DELLA TENUTA

Questa porzione di territorio ha subito nel tempo profonde trasformazioni principalmente finalizzate ad uno sfruttamento agrario del suolo. Si sono succeduti infatti, innumerevoli interventi di livellamento e di modificazione dell'idrografia superficiale.

L'utilizzazione delle risorse idriche

La falda ha subito nel tempo un cospicuo abbassamento a causa di diversi fattori: lo sfruttamento delle sorgenti, i canali d'irrigazione per la sistemazione agraria, le bonifiche per l'allontanamento delle acque meteoriche superficiali con conseguente depauperamento della falda.

Le zone umide in origine estese a gran parte dei fondo valle, appaiono oggi limitate ad ambiti territoriali piuttosto ristretti.

Trasformazioni dell'ambiente vegetale

La macchia mediterranea, in origine estesa su ampie porzioni di territorio, è oggi apprezzabile solo limitatamente alla presenza di piccoli gruppi di specie autoctone (peri e pruni selvatici, ginestre...) o ad esemplari isolati di olmi, aceri e querce.

Di recente, allo scopo di consolidare i suoli e per ottenerne un profitto economico con allestimento di materiale d'opera, sono stati realizzati degli interventi di rimboschimento con messa a dimora di alcune specie alloctone: eucalitti, robinie, ecc.

Le grotte

Le grotte hanno svolto nel tempo diverse funzioni: durante la guerra furono utilizzate per il ricovero del bestiame e per dar rifugio alle popolazioni, poi come rimessaggio degli attrezzi agricoli e talvolta come fungaie.

E' possibile rinvenire, sparse sul territorio numerose grotte scavate nel tufo.

Attualmente risultano in massima parte abbandonate, solo alcune vengono impiegate per il ricovero dei mezzi agricoli utili alla conduzione dei fondi.

All'interno delle grotte abbandonate la vegetazione e la fauna si stanno riappropriando degli ambienti ormai scarsamente utilizzati ed indisturbati dall'uomo.

Le zone agricole

All'interno della tenuta, numerose porzioni di territorio sono state destinate a prato-pascolo, alcune ad erbaio altre ancora alla colture intensive di cereali. Il confine tra le diverse destinazioni del suolo è segnato da staccionate in castagno, tipiche dell'area maremmana, costituite di pali e filagne.

Sparsi sul territorio, all'interno ed all'esterno della tenuta, troviamo numerosi casali, esempi di un'architettura rurale tipica della campagna romana. La realizzazione di questi manufatti è associata alla presenza di persone preposte alla conduzione dei fondi agricoli.

Molti di questi casali risultano oggi abbandonati e lasciati all'incuria del tempo.

Nelle adiacenze dei casali, si rinvengono diversi fontanili impiegati per l'abbeveraggio del bestiame. Questi semplici manufatti in muratura sono di solito ubicati nei fondovalle, alla base delle spallette forestali o in corrispondenza di sorgenti naturali.

Allevamento

Il territorio è stato inoltre oggetto di sfruttamento finalizzato all'allevamento del bestiame brado (bovini ed equini di razza maremmana). Gli animali al pascolo, hanno compiuto massive azioni di decorticamento superficiale e contenimento fogliare delle specie arboree ed arbustive presenti attraverso il morso e lo sfregamento. L'impiego delle aree boscate da parte del bestiame quale riparo in caso di condizioni meteorologiche avverse, ha comportato la progressiva scomparsa del sottobosco ed una significativa distruzione dello strato pedologico superficiale. Gli stessi percorsi effettuati continuamente dagli animali lungo i fianchi delle colline, hanno innescato evidenti fenomeni di dilavamento con possibilità di erosione del suolo.

Attività estrattiva

Una notevole pressione antropica sul territorio è senz'altro imputabile all'attività estrattiva, numerose cave di ghiaia, attive anche all'interno della Tenuta sino a non molto tempo fa, hanno causato un notevole sfruttamento degli strati geologici caratterizzati da breccia di diversa granulometria, utilizzati per la pavimentazione dei percorsi sterrati.

Lo sfruttamento del suolo a scopo estrattivo motiva la presenza di una rete di percorsi funzionali all'accesso alle cave.

All'esterno della Tenuta di Castelporziano, in prossimità del fosso di Malafede, si rileva attualmente la presenza di una vasta area adibita a cava di brecciolino ancora in corso di sfruttamento.

Viabilità

I percorsi interni alla Tenuta, che conducono ai casali e alle aree coltivate, si snodano seguendo traiettorie spontanee, la maggior parte dei quali non risulta asfaltata e presenta un impatto antropico piuttosto ridotto.

Lungo il confine nord della Tenuta è stato realizzato un viale carrabile, con funzione di fascia tagliafuoco larga 4 m, in grado di garantire la sicurezza della Tenuta in caso d'incendio.

I due assi viari esterni alla Tenuta di alto scorrimento (la ss Pontina nuova e la Cristoforo Colombo) a causa del considerevole numero di veicoli transitanti, producono sull'area un notevole impatto acustico, visivo e di inquinamento atmosferico, tali da costituire un vero e proprio disturbo ambientale per la flora e la fauna locale.

Linee elettriche

Le linee elettriche a servizio dei nuovi insediamenti urbanizzati, con la presenza dei piloni dell'alta tensione, costituiscono dei corridoi di elettrocuzione, che attraversando longitudinalmente la valle a nord della Tenuta, rappresentano un forte impatto visivo di difficile mitigazione.

Le suddette linee elettriche producono inoltre, sulle aree limitrofe un notevole inquinamento elettromagnetico, con possibili conseguenze negative sulle specie vegetali e faunistiche presenti.

Urbanizzazione

Nell'ultimo decennio il territorio compreso tra la Tenuta ed il quartiere di Tor de Cenci, ha assistito ad ampie trasformazioni urbanistiche. E' sorto così un nuovo quartiere caratterizzato da una forte e diffusa espansione dell'edificato.

Accanto ad una vasta gamma di tipologie edilizie (edifici a torre, in linea, a schiera), è stata proposta la realizzazione delle urbanizzazioni secondarie (servizi e terziario).

Le scelte tipologiche realizzate, mostrano una sensibilità ambientale piuttosto contraddittoria, infatti, sui versanti delle colline di Tor de Cenci, con vista verso la Tenuta, sono state costruite sia abitazioni a gradoni poco impattanti che edifici a torre dotati di un alto impatto visivo.

La scelta della tipologia a gradoni, infatti, con le abitazioni che si dispongono secondo la morfologia del versante, mostra una discreta sensibilità verso l'inserimento nel territorio circostante. La disposizione prevalente degli affacci verso il verde antistante della Tenuta, garantisce inoltre ai suoi abitanti una gradevole sensazione di benessere.

Gli edifici a torre, invece, ad alta densità abitativa, rappresentano una scelta tipologica apertamente in contrasto con la precedente, costituendo un fronte continuo di forte impatto antropico sul territorio.

Le attrezzature sportive

Tra la Tenuta e l'urbanizzato di Tor de Cenci, gli strumenti urbanistici individuano un'area destinata a verde attrezzato. Attualmente è in corso di realizzazione un impianto sportivo per la pratica del golf.

La scelta di una disciplina sportiva fortemente elitaria e specialistica come il golf, non rappresenta una soluzione sensibile all'eccessivo sfruttamento della falda idrica per il mantenimento del prato verde, per altro già gravemente depauperata a causa del notevole emungimento operato a servizio dalle colture agricole locali.

LE PREVISIONI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI

Il Piano Regolatore Generale, redatto negli anni sessanta dal Comune di Roma, applicava al territorio a nord della Tenuta, una duplice destinazione urbanistica: per la zona a ridosso della ss Pontina Vecchia un vincolo di tipo archeologico-paesistico, e per la rimanente area dava l'indicazione di verde privato vincolato G1 (Vedi Fig. 1).

Le disposizioni urbanistiche, proposte dal Piano delle Certezze redatto dal Comune di Roma nel 1997, indicano un'estensione del vincolo di salvaguardia archeologico-paesistica a tutta l'area oggetto del presente studio (Vedi Figg. 2, 2a, 2b).

Queste ultime indicazioni di Piano, ribadiscono e rinforzano da parte dell'Amministrazione Comunale una sensibilità per la tutela ambientale.

Un'analisi approfondita degli strumenti urbanistici mostra però alcune palesi contraddizioni. Il Piano delle Certezze ripropone infatti, un progetto di viabilità a carattere autostradale peraltro già indicato dal P.R.G. del 1962, da realizzarsi proprio a ridosso del confine della Tenuta e del fosso di Malafede, nella completa indifferenza dei vincoli di salvaguardia ambientale introdotti dalla Legge N. 431/'85 (Legge Galasso).

La costruzione di un Centro Polifunzionale a servizio del Ministero degli Interni, realizzato nell'indifferenza totale del vincolo assoluto di inedificabilità, rappresenta un'ulteriore punto di contraddizione in materia di salvaguardia ambientale.

GLI ELABORATI GRAFICI

Gli elaborati grafici, realizzati a corredo della presente ricerca, offrono una rappresentazione della metodologia adottata nell'indagine del territorio.

Il paesaggio è stato analizzato secondo un triplice livello di approfondimento, gli elaborati mostrano i tre successivi momenti di interpretazione:

TAV. 1 - I caratteri del paesaggio -

TAV. 2 - La percezione del paesaggio -

TAV. 3 - La qualità del paesaggio -

TAV. 1 "I caratteri del paesaggio"

Nell'elaborato vengono inizialmente individuati tutti quegli elementi naturali ed antropici che identificano gli aspetti paesaggistici del luogo e ne configurano la sua riconoscibilità nel territorio (Vedi Tav. 1). Gli stessi vengono i seguito evidenziati attraverso idonee semplificazioni semantiche in elementi:

- <u>Naturali</u>: le spallette forestali, le emergenze arboree isolate costituite prevalentemente da farnie, cerri, lecci, i fossi, le zone umide, la vegetazione ripariale, ecc.
- Antropici: le aree edificate (nuclei urbanizzati ed insediamenti rurali), le reti viarie, le linee elettriche, gli elementi che indicano il confine (antica macera), le zone umide, i canali di bonifica, i viali alberati, ecc.

Da queste considerazioni preliminari, emergono delle indicazioni di massima e delle informazioni su come il paesaggio sia venuto trasformandosi in seguito alla pressione antropica.

La presenza dell'uomo ha contribuito infatti, in maniera significativa al mutamento dei siti originari. Il fenomeno si mostra particolarmente evidente nell'area esterna alla Tenuta. In pochi anni infatti, la campagna ha abbandonato il suo ruolo originario per lasciare il posto agli insediamenti urbani.

TAV. 2 "La percezione del Paesaggio"

In questo elaborato si affronta un successivo livello di approfondimento, infatti si cerca di rilevare sul territorio un codice di messaggi basato sulle percezioni (Vedi Tav. 2).

Si è pertanto ritenuto opportuno assegnare agli elementi precedentemente descritti nella Tavola 1, una nuova classificazione in grado di attribuire agli elementi significativi del paesaggio, una precisa identità spaziale e paesaggistica.

Tali elementi sono stati infatti suddivisi in:

- puntuali
- lineari
- areali

ed a loro volta in naturali ed antropici.

Parallelamente sono stati adottati alcuni indicatori percettivi:

- angoli visuali interni
- punti elevati panoramici
- orizzonti di fruizione panoramica
- tratti aperti di confine
- profondità visuale dall'esterno

che potessero evidenziare fra gli ambiti esterni ed interni alla Tenuta le visuali prevalenti e quelle relative, i possibili impatti visivi, la permeabilità visiva e le eventuali interferenze tra i due ambiti considerati.

TAV. 3 "La qualità del paesaggio"

Nell'elaborato vengono valutati gli aspetti qualitativi, le peculiarità intrinseche, le potenzialità pregresse e le aree critiche presenti sia all'esterno che all'interno della Tenuta (Vedi Tav. 3).

L'elaborato grafico mostra come attraverso una sovrapposizione di livelli di lettura, si possa operare un'analisi oggettiva degli elementi, affiancandovi il giudizio personale di colui che legge ed indaga il territorio.

L'elaborato esprime così un parere soggettivo e personale che basa il suo principio ispiratore non solo sull'analisi, ma soprattutto sulle sensazioni raccolte direttamente nella percezione del paesaggio.

E' possibile così, intrecciando i diversi livelli di lettura, stabilire ciò che in un determinato ambito d'indagine può dimostrarsi particolarmente significativo e ricco d'interesse o al contrario deleterio per l'ambiente naturale.

La Tavola classifica infatti, gli elementi caratterizzanti l'area di studio, definendoli:

- di prevalente interesse paesaggistico
- ad elevato impatto visivo
- di interesse relativo
- da potenziare.

Un elemento di prevalente interesse paesaggistico, può rappresentare, ad esempio, un'area caratterizzata da particolari qualità ambientali (spalletta con copertura forestale), che deve essere salvaguardata con idonee azioni di tutela.

Oppure un elemento *ad elevato impatto visivo*, può indicare una struttura antropico (ss Pontina, urbanizzato di Tor de Cenci, etc.) in grado di generare sia condizioni di disturbo visivo che inquinamento acustico ed atmosferico, dannoso per le presenze animali e vegetali. Per alcuni di questi elementi (linee elettriche) caratterizzati da una considerevole altezza, risulta quasi impossibile attuare interventi di riqualificazione ambientale idonei a mitigarne l'elevato impatto visivo.

Un elemento classificato *di interesse relativo*, al contrario dei precedenti, è caratterizzato da una scarsa valenza ambientale, tale da non renderlo influente ai fini della valorizzazione della Tenuta.

Un elemento *da potenziare*, può indicare uno spazio ambientale in degrado, in cui è necessario porre in atto delle strategie mirate alla salvaguardia ed alla valorizzazione del sito stesso.

Questa tavola, senz'altro la più significativa, mostra un quadro di sintesi delle problematiche presenti in un determinato ambito territoriale, offrendo numerosi stimoli di progettazione per la tutela e la riqualificazione ambientale.

Dalle considerazioni emerse nel caso specifico, si rilevano numerose "aree critiche": le spallette forestali depauperate del sottobosco con strato pedologico fortemente compromesso e dove è visibile l'innesco di processi di erosione, la vegetazione ripariale e delle zone umide consistentemente ridotta, i tratti aperti di confine che lasciano intravedere dall'interno della Tenuta forti segni della presenza antropica, ecc.

MITIGAZIONE DELL'IMPATTO ANTROPICO NEL COMPRENSORIO AMBIENTALE DI CASTELPORZIANO

TAV. 4 "Individuazione degli interventi progettuali sul paesaggio"

L'analisi qualitativa eseguita sul paesaggio ha permesso di rilevare sull'area oggetto di studio la compresenza di due situazioni con valenza ambientale contrapposta: da un lato le emergenze naturalistiche ad elevato valore ambientale, e dall'altro le aree caratterizzate da forte impatto antropico causato dalla presenza delle urbanizzazioni di Tor de Cenci e delle principali infrastrutture viarie.

Sull'area si rileva nel complesso una diffusa e progressiva tendenza al degrado ambientale. Il sito infatti, a causa dell'intensa attività antropica, dimostra una graduale perdita di identità paesaggistica.

L'impossibilità di effettuare azioni di recupero nelle aree esterne alla Tenuta, condiziona pesantemente gli obiettivi di tale indagine, limitando talvolta la progettazione esclusivamente ad interventi di mitigazione ambientale.

L'ipotesi progettuale propone una serie di interventi, da realizzarsi internamente alla Tenuta, finalizzati alla mitigazione e al miglioramento di quelle situazioni che presentano un elevato impatto antropico (Vedi Tav. 4).

La riqualificazione ambientale dei comprensori naturalistici, intende promuovere una serie di azioni da porre in atto sulle aree sensibili, suscettibili di particolare attenzione e definite "da potenziare", per la loro ubicazione strategica rispetto alle aree ad impatto negativo.

Le singole proposte progettuali, in continuità con le precedenti analisi, saranno organizzate, seguendo l'impostazione delle tavole di analisi, per categorie: *puntuali, lineari ed areali*, mantenendo inoltre, la distinzione tra *naturale* ed *antropico*.

1) PROPOSTE PROGETTUALI DI INTERVENTO SU ELEMENTI PUNTUALI

Interventi su Elementi puntuali naturali

Ampliamento delle emergenze arboree

Nelle aree a vegetazione rada si rileva l'esigenza di intensificare gli esemplari arborei autoctoni con altri della stessa specie, prevedendo idonee protezioni forestali a causa della presenza diffusa di animali allo

stato brado, risulterà comunque opportuno prestare particolare attenzione al loro inserimento paesaggistico.

Valorizzazione dei punti panoramici

Valorizzazione del punti elevati panoramici tramite la realizzazione di barriere vegetali di chiusura dei fronti visuali caratterizzati da elementi antropici ad elevato impatto visivo. Organizzazione e riqualificazione del sito con posizionamento di arredi (panchine, tavoli) e cartelli esplicativi.

Interventi su Elementi puntuali antropici

• Il recupero dei casali

L'intervento potrebbe riguardare il restauro architettonico finalizzato al recupero di tale tipologia edilizia, con particolare attenzione ai materiali ed ai colori per l'inserimento paesaggistico di tali manufatti nel territorio. Particolare cura dovrà essere riservata, inoltre, al rispetto ed alla tutela della funzionalità degli stessi in riferimento ad una fruizione più idonea al contesto naturale circostante ed alla tutela dell'ambiente.

• Il recupero dei fontanili e degli abbeveratoi

Salvaguardia delle sorgenti e dei punti di adduzione idrica. Recupero e salvaguardia dei fontanili e degli abbeveratoi, mettendo in atto azioni di mitigazione ed inserimento ambientale.

• Il recupero delle cave dismesse

Le cave di brecciolino presenti all'interno della tenuta, risultano ormai dismesse. Versano infatti, in uno stato di completo abbandono. L'intervento progettuale prevede azioni di mitigazione ambientale da mettere in atto attraverso il rilievo e rimodellamento dei livelli del suolo, l'eventuale drenaggio degli strati, la messa a dimora di specie arboree ed arbustive secondo tecniche operative di ingegneria naturalistica.

• Il recupero delle grotte di tufo

Le grotte scavate dall'uomo nel tufo per le proprie necessità, laddove non vengono più utilizzate, saranno interessate da interventi che possano ridurre gli impatti antropici, evidenziando tutti quegli aspetti naturalistici necessari per un migliore inserimento nell'ambiente circostante. Sarebbe pertanto opportuno ridurre tutti i fattori di disturbo al fine di stimolare la tendenza spontanea delle specie vegetali ed faunistiche a riappropriarsi del sito.

• Valorizzazione delle zone umide

Interventi di riqualificazione ambientale delle aree a vocazione palustre, utilizzando l'acqua della vicina sorgente e curando l'inserimento paesistico con la messa a dimora di specie igrofile e l'introduzione di specie faunistiche compatibili.

2) PROPOSTE PROGETTUALI DI INTERVENTO SU ELEMENTI LINEARI

Interventi su Elementi lineari naturali

• Rafforzamento della vegetazione ripariale dei canali

La vegetazione ripariale che fiancheggia il fosso di Malfede, e gran parte dei canali interni alla Tenuta si presenta come un fronte poco compatto, la cui biodiversità risulta minata dalle innumerevoli interferenze dell'uomo e frammentata da numerose opere di captazione delle acque, punti di discarica, tagli abusivi della vegetazione, che hanno innescato nel tempo evidenti processi di erosione degli argini.

Gli interventi di progettazione potrebbero riguardare l'introduzione di specie igrofile compatibili, messe a dimora secondo tecniche di ingegneria naturalistica che garantiscano anche un rafforzamento delle sponde.

Particolare attenzione dovrà essere posta all'inserimento paesaggistico delle specie vegetali introdotte.

Interventi su Elementi lineari antropici

Recupero della macera di confine

Restauro conservativo, attuabile attraverso il reperimento di materiale lapideo di composizione analoga (pietra vulcanica), messo in opera secondo le medesime modalità costruttive (muratura a secco).

Valorizzazione dei viali alberati

All'interno della Tenuta, numerosi percorsi viari trovano una loro collocazione paesaggistica grazie ai viali alberati.

L'importanza di un percorso è spesso ribadita mediante la modulazione di diversi fattori: la scelta delle diverse specie arboree (lecci, pini, cerri, ecc.), della copertura delle chiome, dell'alternanza delle specie, dallo schema di piantumazione, ecc.

All'interno della Tenuta, alcuni viali alberati, spesso a causa della vetustà dell'impianto forestale, richiedono interventi urgenti di salvaguardia, semplici operazioni di manutenzione o di dendrochirurgia, eventualmente sostituendo quegli esemplari che presentano problemi di precarietà statica o altro.

3) PROPOSTE PROGETTUALI DI INTERVENTO SU ELEMENTI AREALI

Interventi su Elementi areali naturali

• Rimboschimento delle spallette forestali degradate con specie autoctone

Le spallette forestali che ricoprono i versanti collinari interni alla Tenuta, versano in uno stato diffuso di degrado. Gli interventi di salvaguardia riguarderanno pertanto azioni mirate al rimboschimento con reinserimento di specie arboree ed arbustive tipiche dell'ambiente originario (lecci, cerri, farnie, ecc.). Dovranno pertanto essere ricreate le condizioni per ripristinare il sottobosco, cercando di ridurre o eliminare le cause che ne hanno prodotto il deperimento.

Uno dei principali fattori responsabili della distruzione del sottobosco è rappresentato dal passaggio continuo del bestiame domestico brado, sarà pertanto opportuno prevedere l'inserimento di specie arbustive di tipo spinoso che possano dissuadere gli animali al transito o comunque introdurre essenze a loro poco appetite per evitare che possano essere brucate.

Si dovrà inoltre, procedere, attraverso azioni di ingegneria naturalistica, al consolidamento di quei versanti per i quali sono in atto fenomeni erosivi.

• Realizzazione di fasce interne forestali

Per i tratti di confine della Tenuta privi di schermatura vegetale, individuati nelle precedenti analisi, che permettono la percezione degli elementi antropici di disturbo esterni, soprattutto relativi all'urbanizzato e alla viabilità, si dovranno realizzare delle fasce forestali tali da ricreare una barriera di separazione sia fisica che visiva con l'esterno.

Mitigazione del muro di confine

Intervento di mitigazione del muro di cinta della Tenuta in località "Ortaccio" e dell'impatto generato dalla vicina ss Pontina, con la messa a dimora di specie arboree ad alto fusto, secondo un idoneo schema di rimboschimento.

Aree rimboschite con specie alloctone

Nelle spallette caratterizzate dalla presenza di specie alloctone, si dovranno prevedere progressivi inserimenti di specie autoctone, sino alla loro completa sostituzione.

• Barriere vegetali di chiusura visuale

Realizzazione di barriere vegetali necessarie a mitigare l'impatto visivo degli elementi antropici esterni alla Tenuta, mediante la messa a dimora di specie arboree ed arbustive autoctone, seguendo schemi di rimboschimento in continuità con le specie vegetali esistenti (impianti spontanei).

Interventi su Elementi areali antropici

Trasformazione eco-compatibile delle aree agricole

Per i coltivi, che occupano vaste porzioni di superficie pianeggiante all'interno della Tenuta, si dovrà ipotizzare l'introduzione di colture più adatte alle aree dove l'aspetto naturalistico è preminente. Queste saranno messe in atto attraverso procedimenti e metodiche di tipo eco-compatibile, nel tentativo di ridurre il carico inquinante che pesticidi e diserbanti utilizzati per i trattamenti, restituiscono al suolo ed alla falda idrica.

Nell'elaborato vengono di seguito riportate le principali indicazioni di intervento, ritenute maggiormente rappresentative del sito indagato.

Nel tentativo di offrire di volta in volta alle tematiche ambientali, una risposta specifica e mirata, l'intervento progettuale individuato, dovrà necessariamente essere oggetto di ulteriori approfondimenti.

AREE INTERESSATE A PROGETTI DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE DI DETTAGLIO

- ① Il muro di confine in alcuni tratti della Tenuta, come ad esempio in Località Ortaccio, oltre a rappresentare un elemento architettonico di dubbia qualità, permette di vedere la ss Pontina Nuova e le linee dell'alta tensione, ubicate a poche centinai di metri. In questo caso per mitigare l'impatto sia acustico che visivo provocato dall'elevato flusso di traffico presente sulla strada, saranno utilizzate piante ad alto fusto messe a dimora secondo un idoneo schema di rimboschimento.
- ② Per la valorizzazione dei punti panoramici si propongono interventi di architettura del paesaggio che, attraverso l'introduzione di specie arboree ed arbustive, chiudano le visuali in direzione dell'urbanizzato, privilegiando quelle interne alla Tenuta.
 - Tali aree potranno essere attrezzate con congrui elementi di arredo quali panchine, cestini per i rifiuti, cartelli informativi tali da consentire una corretta fruizione anche da parte di eventuali ospiti.
- Barriere vegetali di chiusura visuale. Al fine di mitigare gli effetti prodotti da quegli elementi ad elevato impatto visivo, posti esternamente alla Tenuta (linee dell'alta tensione, scorci di urbanizzato con edilizia intensiva, viabilità, ecc.) si potrà prevedere la messa a dimora di specie arboree

- autoctone, in continuità con le popolazioni vegetali esistenti (impianti spontanei), nei punti elevati con l'intento di creare delle "barrire visive", in grado di offrire idonee schermature.
- Gli interventi sui fontanili riguarderanno la salvaguardia delle sorgenti di adduzione, la realizzazione ove necessario di opere idrauliche e tutte quelle azioni (es. ripristino della muratura, inserimento di specie vegetali igrofile, ecc.) volte al miglioramento ed ad un corretto inserimento degli stessi nel contesto naturalistico.
- ⑤ L'antica macera, elemento caratteristico di separazione tra la Tenuta e la limitrofa valle, rappresenta un segno distintivo di questo paesaggio, oltre che elemento di confine riconosciuto nella cartografia catastale fra le diverse proprietà. La sua peculiarità richiede un'azione mirata di salvaguardia. Si potrebbero pertanto mettere in atto azioni di restauro conservativo, attuabili attraverso il reperimento di materiale lapideo di composizione analoga (pietra vulcanica), messo in opera secondo le medesime modalità costruttive (muratura a secco) in modo tale da colmare i vuoti presenti nei punti in cui la recinzione risulta maggiormente deteriorata.
- ⑥ La salvaguardia e valorizzazione delle zone umide in località "Ortaccio", "Ponte Ruffo" e "Valle dell'Oro", prevede ulteriori interventi di riqualificazione ambientale delle aree a vocazione palustre, oltre quelle già realizzate negli anni passati, utilizzando l'acqua della vicina sorgente e curando l'inserimento paesistico (messa a dimora di specie igrofile, introduzione di specie faunistiche compatibili, ecc.).

BIBLIOGRAFIA

- 1. Abrami Giovanni. Progettazione ambientale. Milano 1987.
- 2. Buffa C. Maffioli M. Il paesaggio come risorsa agrituristica. Un esempio d'analisi per le colline del Monferrato. Torino.
- 3. Dodi Luigi. Città e territorio. Urbanistica tecnica. Milano 1985.
- 4. Lynch Kevin. L'immagine della città. Padova. 1969.

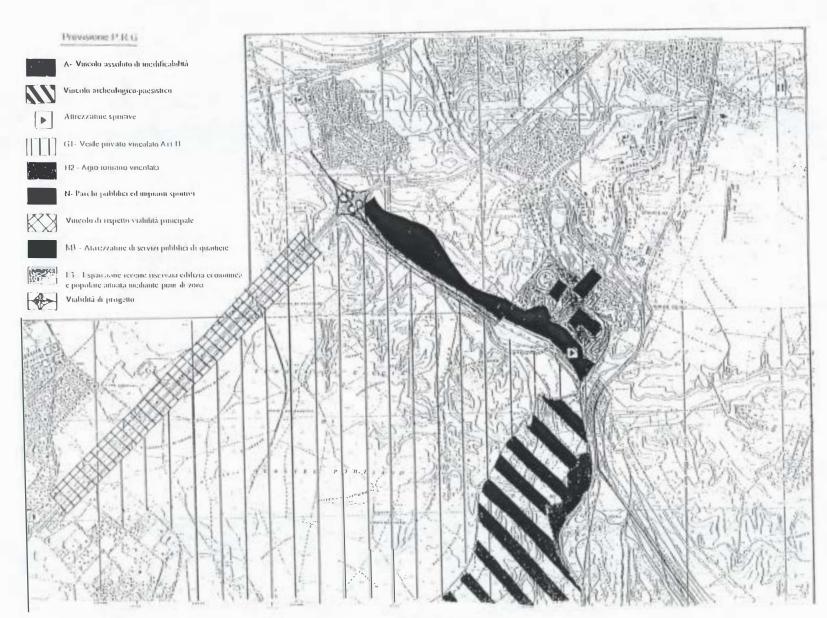


Figura 1

COMUNE DI ROMA

DIPARTIMENTO VI-POLITICHE DEL TERRITORIO U.O. 2^ UFFICIO NUOVO PIANO REGOLATORE

PIANO REGOLATORE GENERALE
D.P.R. 16.12.1965 - D.M. 6.12.1971 - Delibere R.L. 6.3.1979 e 3.8.1983
VARIANTE GENERALE adottata con Deliberazione C.C. n.92 del 29.5.1997

"PIANO DELLE CERTEZZE"

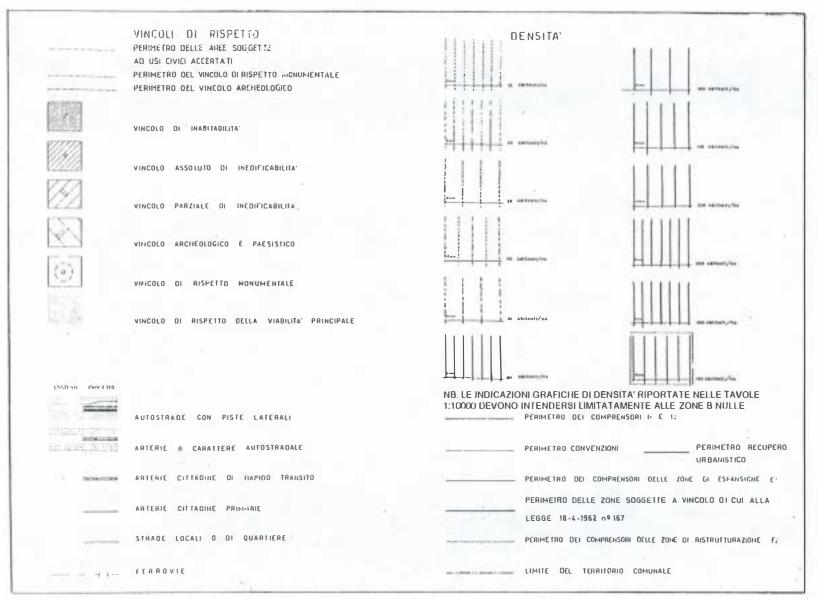
LEGENDA Planimetria in scala 1:20.000 L'INDICAZIONE DEGLI ARTICOLI SI RIFERISCE ALLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PIANO

PERIMETRO DELLE AREE INTERESSATE DALLA VARIANTE

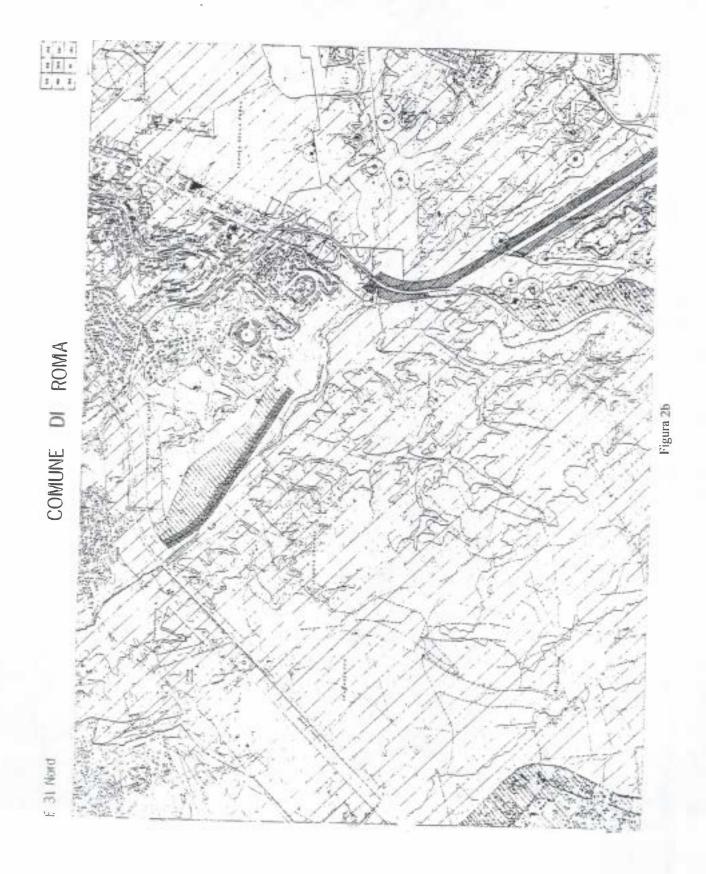
Α		A	CONSERVAZIONE RESTAURO E RISANAMENTO
8	0000	B.	CONSERVAZIONE DEI VOLUMI, DELLE SUPERFICI E DELLE SAGOME ESISTENTI
		B.	CONSERVAZIONE DEI VOLUMI E DELLE SUPERFICI ESISTENTI
	2.3	B,	CONSERVAZIONE DEI VOLUMI E DELLE SUPERFICI ESISTENTI CON OBBI IGO DI PIANI PARTICOLAREGGIATI
C	Chicago	С	RIOINENSIONAMENTO VIARIO EO EOILIZIO
E		Ε	ESPANSIONE CON PIANI COMPRENSORIALI UNITARI
		E.	ESPANSIONE CON PIANI PARTICOLAREGGIATI O CONVENZIONATI
	go.	E.	(STANISIONE RISERVATA ALL L'INTINA PERGADA 10 L'ONGENCA IN ATTITANTI NE SAITE I PIANE DE ZONA APPROVATE CON 15 M nº 3266 E SUCLESSIVE VARIANTE PER ANTE SOGGETTE E MONSONGETEL A MINGOL DE CUEALA A CEGGE 18.4 62 nº 167
F		F.	HISTRUTTUPAZIONE URBANISTICA AREE PARZIALMENTE EQIFICATE
	[=]	F,	RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA - AREE DI COMPLETAMENTO
_			ZONE CONVENZIONA!E ZONE IN CORSO OI CONVENZIONE

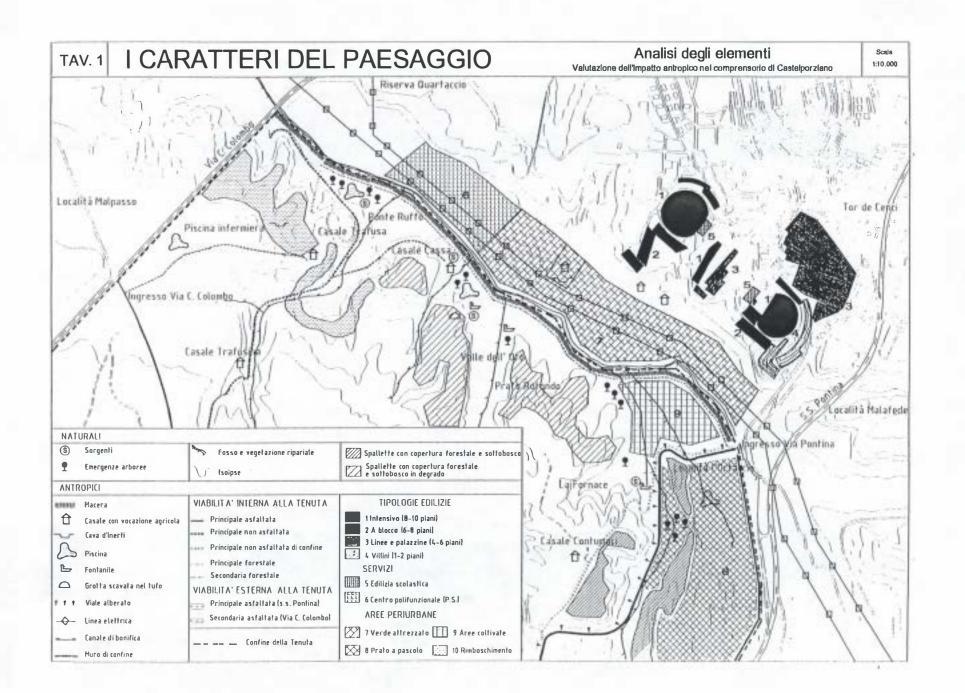
G	G	PATICO PRIVATO VINCOLATO
	G ₂	PARICU PRIVATO
	G ₁	VERUE PRIVATO
Ī	G.	CASE CON ORTO O GIARDINO
	G,	VEROE PRIVATO ORGANIZZATO
1-4	W. J. H.	AGRO ROMANO
	1 Hi	AGRO ROMANO VINCOLATO
1	1,	INSEDIAMENTI MISTI – CENTRI DIREZIONALI (ATTIVITA DIREZIONALI E TERZIARIE, SERVIZI E RESIDENZE)
	12	INSEDIAMENTI MISTI (ATTIVITÀ DIREZIONALI E TERZIARIE, SERVIZI E RESIDENZE)
L	Li	ATTIVITA: INDUSTRIALI CRANDI E MEDIE
	Li	PICCOLE INDUSTRIE ED ARTIGIANATO
	L,	AREE PER INDUSTRIE DI QUALSIASI TIPO ED ATTREZZATURE DI SERVIZI GENERALI INERENTI
M	M.	ÄTTREZZATURE DI SERVIZI PUBBLICI GENERALI
	Mz Mz	ATTHEZZATURE DI SERVIZI PRIVATI
	M.	ATTHEZZATURE DI SERVIZI PUBBLICI DI QUARTIERE
	M.	AREA PER IL COMPLESSO DELLA NUOVA CITTA' UNIVERSITARIA
N	N N	PARCHI PUBBLICI E IMPIANTI O RECUPERCI URBAHISTICI

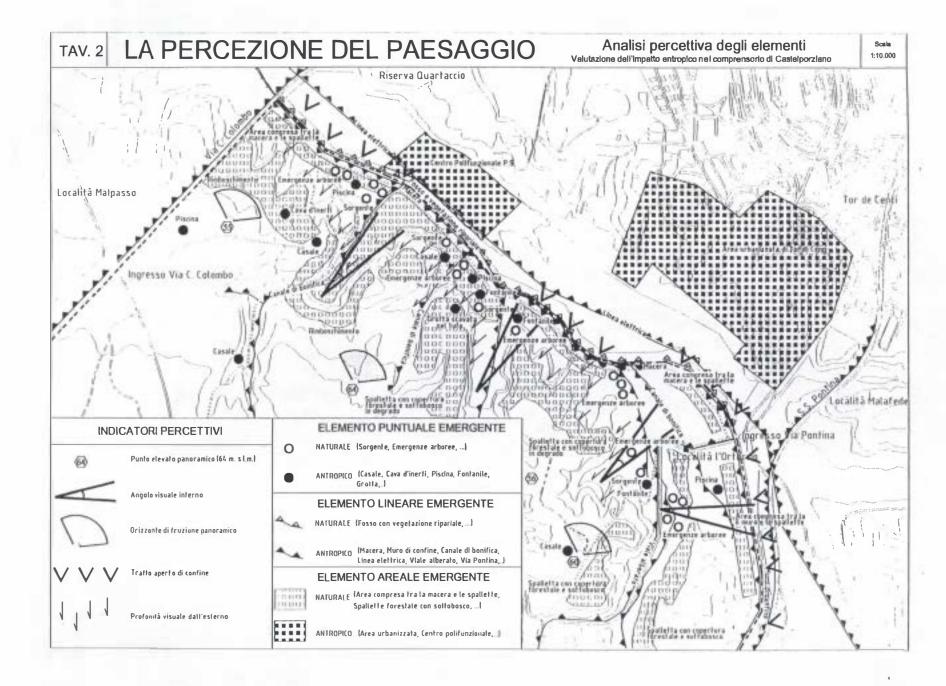
Figura 2



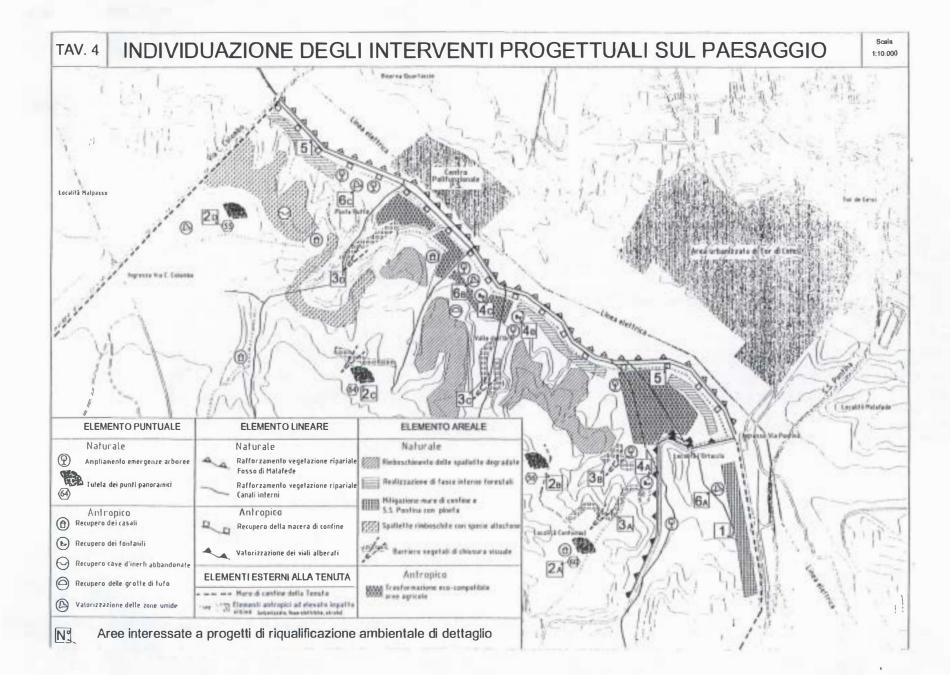
463











GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Mitigazione del Muro di Confine in Località Ortaccio

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Tinelli, M.G. Micheli, F. Di Paolo, G. Franceschini

INTRODUZIONE

Il muro di confine in alcuni tratti della Tenuta, come ad esempio in località Ortaccio, risulta caratterizzato da una struttura di recente costruzione in cemento armato rivestita con intonaco di malta pigmentata. Il muro alto circa 4 m, oltre a rappresentare un elemento architettonico di dubbia qualità estetica e formale, in relazione al valore ambientale e paesaggistico dell'area, non risulta idoneo a risolvere altre importanti funzioni come quelle di mitigazione dell'impatto visivo provocato dagli elementi antropici presenti all'esterno della Tenuta.

RELAZIONE TECNICA

L'intervento prevede la mitigazione del muro di confine sia per risolvere l'aspetto estetico, non attinente alla vocazione naturalistica del sito, che per limitare l'impatto visivo provocato dalla ss Pontina e dalle linee elettriche dell'alta tensione. Tutto ciò inoltre contribuisce alla risoluzione di un problema di tipo funzionale, come l'attenuazione dell'inquinamento atmosferico e quello da rumore connesso alla presenza della ss Pontina.

L'elevato flusso di autoveicoli, infatti, deve essere considerato come una sorgente di inquinamento che può apportare evidenti problemi alle specie vegetali e faunistiche che si trovano in questa area di confine.

Il progetto consiste nella realizzazione di una barriera vegetale compatta per la quale possono essere utilizzate piante ad alto fusto, messe a dimora secondo un idoneo schema di rimboschimento. Per il tratto di muro interessato dall'intervento, tra le diverse specie forestali, è stato previsto l'utilizzo del pino domestico, che risulta di facile attecchimento, rapido accrescimento e tipico dell'area mediterranea.

Nella fase adulta, questa pianta, se soggetta ad opportune potature, sviluppa una elevata altezza ed una chioma con portamento ad ombrello, la cui larghezza può raggiungere circa 15 - 20 m, pertanto la copertura del muro di confine può essere affidata esclusivamente alla corretta ubicazione dei tronchi.

Lo schema planimetrico utilizzato per l'intervento è impostato su una maglia triangolare equilatera di 8m di lato.

I tronchi posizionati sui vertici del triangolo di base formano quattro filari paralleli, distanziati in direzione trasversale alternativamente di 7m e 8m (per un totale di 22 m). Il singolo filare di piante, inoltre in direzione longitudinale, risulta sfalsato rispetto al successivo di 2m, tale soluzione progettuale riduce al massimo la presenza di spazi vuoti (vedi Tav. 1).

Tale soluzione paesaggistica, richiede particolare cura nel posizionamento delle piante, affinché con la messa a dimora di solo quattro filari, si possa ottenere la massima copertura del tratto di muro. Altrettanta attenzione dovrà essere riservata agli interventi di manutenzione dell'impianto forestale da porre in atto mediante operazioni di risarcimento e di potatura, al fine di garantire una maggiore espansione delle tipiche chiome ad ombrello.

INSERIMENTO PAESAGGISTICO

La necessità di tale intervento è dettata principalmente da una motivazione di carattere estetico e paesaggistico.

L'inserimento di una barriera artificiale compatta con specie forestali si rende opportuno sia per mitigare l'impatto antropico provocato dalle infrastrutture presenti al di fuori della Tenuta, che per restituire

un'identità paesaggistica a quest'area caratterizzata attualmente da una monotonia visiva, a causa della linearità e regolarità del muro di confine, della morfologia pianeggiante del terreno e della pressoché totale assenza di specie arboree ed arbustive nell'area circostante.

Per verificare la compatibilità estetico-funzionale e l'inserimento paesaggistico nel contesto della soluzione di rimboschimento proposta, è stata inoltre utilizzata una tecnica di simulazione della realtà (vedi Tav. 2), resa possibile dall'utilizzo del computer e di un programma di ritocco fotografico (Photoshop).

Quest'ultimo ha infatti dato la possibilità di inserire virtualmente nella foto dell'area d'intervento, attualmente priva di alberi, degli esemplari adulti di pino domestico in modo tale da confrontare lo stato di fatto con l'ipotesi progettuale adottata. In questo modo il progettista potrà apportare eventuali modifiche al progetto, eliminando così l'eventualità di soluzioni onerose in corso d'opera.

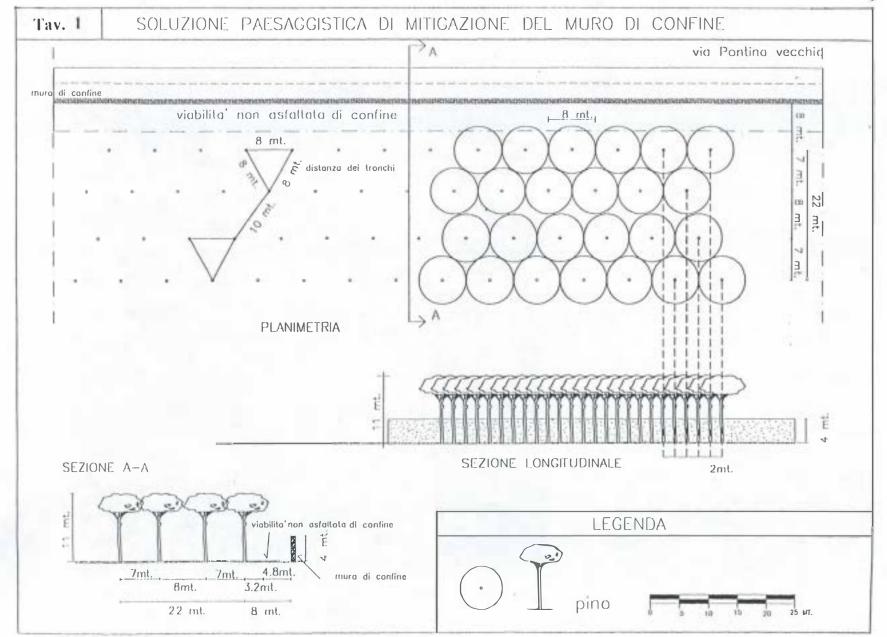
CONCLUSIONI

La soluzione paesaggistica, le metodologie e le tecniche precedentemente descritte, possono essere riutilizzate efficacemente, per la risoluzione o mitigazione di problematiche analoghe presenti in altri comprensori ambientali o in altri tratti dello stesso confine della Tenuta.

La realizzazione di barriere artificiali con specie forestali, può risultare inoltre, significativo dal punto di vista economico per scopi legati alla selvicoltura e alla produzione di legno e nel caso particolare del pino domestico anche a quella di strobili.

L'individuazione di aree da destinare al rimboschimento, tra quelle già antropizzate, offre la duplice possibilità di sfruttare i terreni marginali e di riqualificarne l'eventuale degrado.

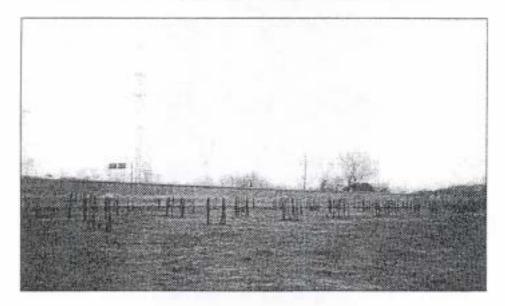
SCHEDA N. 1		MITIGAZIONE DEL MURO DI CONFINE				
	Ubicazione dell'intervento: località Ortaccio					
	Obiettivi:					
Mitigazione del muro in cemento armato di confine della Tenuta ubicato in località Ortaccio, in posizione confinante con la ss Pontina						
	Proposte prog	gettuali:				
>	Realizzazione di una barriera vegetale per la mitigazione del muro di confine, delle linee elettriche esterne alla Tenuta e la riduzione dell'impatto acustico e dell'inquinamento atmosferico provocato dalla ss Pontina					
	Modalità d'intervento:					
>	Realizzazione di una barriera vegetale					
•	Progettazione ed inserimento paesaggistico di specie arboree ad alto fusto, messe a dimora secondo un idoneo schema di rimboschimento e protette da appositi tutori in legno					
	Materiali impiegati:					
•	Legno (tavole, tronchi, etc.)					
-	Chiodi					
	Specie vegeta	ali presenti:		Specie vegetali di progetto:		
Nessuna				rediligono specie arboree ad alto fusto, di rapido escimento e tipiche dell'area mediterranea		
			=]	Pini		
			= (Querce		
			•]	Pioppi		
			- 6	etc.		



IPOTESI DI MITIGAZIONE DEL MURO DI CONFINE DELLA TENUTA IN LOCALITA' L'ORTACCIO CON L'INSERIMENTO DI PIANTE AD ALTO FUSTO (PINI)

Tav. 2

SITUAZIONE PRIMA DELL'INTERVENTO



SITUAZIONE DOPO L'INTERVENTO



GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Impiego delle Barriere Vegetali all'Interno della Tenuta di

Castelporziano

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Tinelli, M.G. Micheli, F. Di Paolo

INTRODUZIONE

Lo studio condotto sulle aree a nord della Tenuta di Castelporziano, fa rilevare numerose situazioni di disagio ambientale associate all'impatto antropico delle limitrofe aree urbanizzate.

Nelle aree esterne alla Tenuta, infatti, gli interventi dell'uomo esercitano una notevole pressione, tale da determinare in taluni casi dei veri e propri "stress ambientali".

Le diverse forme di antropizzazione, presenti all'esterno della Tenuta, evidenziate attraverso le linee elettriche dell'alta tensione (corridoi di elettrocuzione), l'urbanizzato di Tor de Cenci, gli assi viari ad alto scorrimento, generano sul comprensorio di Castelporziano, numerosi fenomeni di disturbo ambientale.

RELAZIONE TECNICA

L'esigenza di mitigare gli effetti negativi esercitati sulle aree della Tenuta, dalle limitrofe urbanizzazioni, richiede di porre in atto immediate azioni di salvaguardia del comprensorio naturalistico.

Le barriere vegetali, intese come delle schermature naturali, rappresentano una delle possibili soluzioni di mitigazione dell'impatto antropico.

L'impiego di barriere vegetali, consente al paesaggista di escludere tutte quelle visuali che secondo la sua analisi possono produrre un impatto negativo sul fruitore di quel paesaggio. Le essenze vegetali di una barriera, potranno essere selezionate, in considerazione di diversi parametri: la tipologia e morfologia del terreno, la stabilità del suolo, la quantità delle precipitazioni, i venti prevalenti, l'analisi del contesto ambientale di inserimento, la persistenza del fogliame, la forma, il colore ed il portamento.

Il paesaggista, per ottenere un buon inserimento nel contesto naturale considerato, nel proporre l'impiego di una barriera vegetale, dovrà tener conto di tutti questi fattori e della loro complessa sinergia.

Risulta di particolare importanza conoscere a fondo le piante che dovranno essere inserite nel paesaggio, pertanto si renderà efficace una stretta collaborazione tra diverse professionalità (forestali, naturalisti, botanici), ciascuno per le proprie competenze, interverrà con il progettista ambientale per ottenere un risultato efficace e duraturo.

L'impiego di essenze vegetali autoctone, offre un duplice vantaggio, una maggiore garanzia riguardo al successo di attecchimento ed un gradevole effetto di continuità con il tessuto vegetale limitrofo.

L'estensione e la consistenza fisica degli elementi antropici nel paesaggio, produce spesso effetti indesiderati ad alto impatto visivo ed ambientale, tale da rendere la scelta delle essenze vegetali piuttosto condizionata.

L'area urbanizzata di Tor de Cenci, in virtù della sua consistenza, estesa e compatta, richiederà l'impiego di barriere costituite da specie vegetali a portamento prevalentemente rotondeggiante compatto (fig. 1).

I tralicci dell'alta tensione, posti parallelamente al fosso di Malafede, richiederanno invece l'impiego di barriere costituite da alberi ad alto fusto, con portamento slanciato di tipo colonnare.

La persistenza del fogliame, risulta un fattore determinate nella progettazione di una barriera, questo parametro, infatti, è in grado di garantire l'efficacia di una schermatura arborea nell'arco dell'anno.

L'adozione di barriere vegetali, richiede da parte del progettista uno studio attento degli schemi di rimboschimento, della disposizione spaziale degli alberi, con una continua verifica dei punti di fuga, dei coni visuali e dei possibili effetti prospettici.

La scelta dell'area di ubicazione di una barriera vegetale, richiede molta attenzione, il progettista dovrà

pertanto in fase preliminare, effettuare numerose verifiche e simulazioni, che gli consentano di valutare le diverse soluzioni.

L'efficacia di una barriera vegetale può oggi essere sperimentata fuori opera senza difficoltà e con un minimo impegno di spesa, operando attraverso appositi software, simulazioni fotografiche, modelli tridimensionali, ecc.

All'esterno della Tenuta, per ridurre gli effetti negativi generati dalla presenza di assi viari ad alto scorrimento di traffico, si dovrà ipotizzare l'impiego di una barriera vegetale progettata in modo da rispondere a due requisiti minimi: schermare visivamente l'arteria viaria e garantire un parziale abbattimento del rumore. La scelta delle essenze dovrà, in questo caso, ricadere su esemplari vegetali che per forma e caratteristiche funzionali, siano in grado di ridurre gli effetti indesiderati del rumore veicolare ed al contempo nascondere le visuali stradali.

Le barriere vegetali rivestono nella progettazione del paesaggio un ruolo attivo e molto importante, possono infatti, essere impiegate non solo per ridurre gli effetti di un dato impatto antropico, ma anche e soprattutto per valorizzare il territorio.

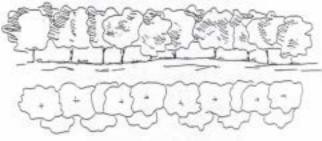


Figura 1

Tipologie

"Barriere vegetali aperte"

Si possono definire barriere vegetali aperte, quelle schermature impiegate per valorizzare un dato paesaggio, in grado con la loro presenza di esaltare una direttrice visuale, un orizzonte panoramico, un punto singolare (fig. 2).

L'impiego di barriere vegetali aperte, può così aiutare la comprensione ambientale di una area, convogliando l'attenzione dei suoi fruitori sulle peculiarità intrinseche del sito.



Figura 2

Le "barriere vegetali aperte", potranno distinguersi in convergenti e divergenti, dipendentemente al fatto che si voglia valorizzare un'area ristretta o viceversa un'area estesa.

Per valorizzare un elemento isolato, ad esempio un'esemplare di quercia secolare, si potrà decidere di adottare una barriera vegetale con *cono visivo convergente* (fig. 3). L'attenzione del fruitore risulterà inevitabilmente catturata dall'oggetto, fulcro assoluto della composizione paesaggistica. La barriera in questo caso dovrà guidare lo sguardo verso l'esemplare prescelto e dotato di particolare pregio naturalistico.

Un'accurata selezione delle piante, operata in funzione delle dimensioni e delle forme caratteristiche, offrirà la possibilità di realizzare dei veri e propri "canocchiali prospettici" in grado di far convergere l'attenzione verso il punto singolare prescelto.

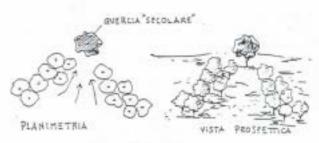
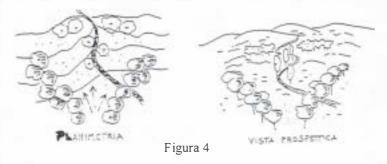


Figura 3

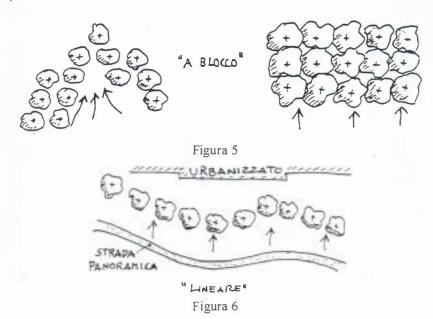
Nel caso in cui l'area da valorizzare risulti piuttosto estesa, il progettista può far ricorso alle barriere vegetali *con cono visuale divergente* (fig. 4), in questo caso la barriera sarà composta da specie arboree disposte a raggiera e in aperta contraddizione con la scelta paesaggistica precedente, la barriera offrirà un'*apertura visuale* verso quella porzione di paesaggio dotato di notevole interesse naturalistico.



Le "barriere vegetali chiuse"

Le "barriere vegetali chiuse" rappresentano invece, una soluzione paesaggistica di totale chiusura verso le visuali prospettiche compromesse dalle antropizzazioni ad alto impatto.

Le barriere vegetali chiuse si distinguono per consistenza delle masse arboree in due tipi principali: *a blocco*, se formate da un gruppo compatto di alberi (fig. 5), *lineari* se invece, costituite da un unico filare arboreo (fig. 6).



Dall'analisi percettiva del territorio, sono stati rilevati in corrispondenza dei punti elevati panoramici, diversi fronti visuali completamente aperti verso le colline prospicenti dove è ubicata l'area urbanizzata. Il forte impatto esercitato dalla consistenza edilizia del quartiere di Tor de Cenci, richiede l'impiego di una barriera vegetale di tipo *lineare* compatto a schermo totale (fig. 7). La scelta progettuale predilige

specie arboree autoctone, rustiche a fogliame persistente, in grado di mitigare l'effetto visivo provocato dalle masse antropizzate ed al contempo offrire una gradevole continuità col paesaggio limitrofo.

Tale scelta progettuale, grazie all'impiego di una simulazione grafica computerizzata, ottenuta per soprapposizione di immagini, ha offerto la possibilità di verificare l'efficacia della barriera e quindi della misura di mitigazione proposta.

Nel caso specifico, infatti, all'immagine del percorso panoramico, posto a quota + 0.60 s.l.m., in località Casale Contumaci, è stato sovrapposto un filare di lecci, che per portamento, compattezza, densità, e persistenza del fogliame risulti efficace a precludere la vista dell'urbanizzato antistante. (vedi scheda n° 1 e Tav. 1).

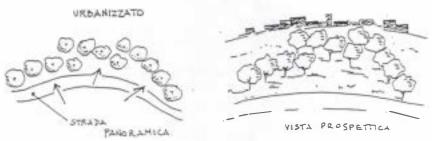


Figura 7

CONCLUSIONI

Le barriere vegetali, sia nel loro impiego di mitigazione dell'impatto antropico che come strumenti attivi di valorizzazione di un comprensorio naturalistico, rappresentano una scelta progettuale semplice e di grande efficacia.

L'individuazione delle specie arboree da inserire in un determinato contesto ambientale, dovrà essere modulata in fase di progettazione caso per caso e nel pieno rispetto del comprensorio naturalistico da valorizzare o da proteggere.

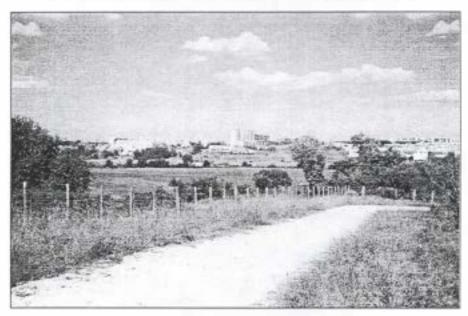
L'impiego delle schermature vegetali, pertanto, oltre ad offrire numerose opzioni progettuali, si dimostra uno strumento pratico e nella maggior parte dei casi poco oneroso per la salvaguardia dei comprensori ambientali.

SCHEDA N. 1		IMPIEGO DI BARRIERE VEGETALI DI CHIUSURA VISUALE				
	Ubicazione dell'intervento: località Casale Contumaci + 60m s.l.m.					
	Obiettivi:					
	Riduzione dell'impatto visivo prodotto dall'area ubanizzata di Tor de Cenci ubicata sul versante collinare prospicente la Tenuta di Castelporziano					
	Proposte progettuali:					
\triangleright	Realizzazione di barriere vegetali					
	Modalità d'intervento:					
\triangleright	Scelta di opportuni schemi di rimboschimento (riconoscibilità dell'intervento)					
>	Selezione di specie arboree ed arbustive in relazione alla altezza, alla morfologia, alla persistenza del fogliame, alla longevità, alla velocità di accrescimento, ai cromatismi					
	Materiali imp	niegati:				
•	Apparati di protezione per le specie animali presenti (ungulati e bestiame brado) con realizzazione di reti protettive, e dissuasori (steccionate)					
•	Tutori in legr	10				
	Specie vegetali impiegate:					
Sip	rediligono spe	ecie autoctone tipiche della macchia mediterranea				
•	Cerri					
-	Farnie					
-	Lecci					
•	Roverelle					

IPOTESI DI MITIGAZIONE DELL'IMPATTO VISIVO PROVOCATO DALL'URBANIZZATO DI TOR DE CENCI CON LA REALIZZAZIONE DI UN BARRIERA VEGETALE DI CHIUSURA VISUALE

Tav.1

SITUAZIONE PRIMA DELL'INTERVENTO



SITUAZIONE DOPO L'INTERVENTO



GRUPPO DI LAVORO

IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA

Valorizzazione dell'Area di Sosta e Punto Panoramico in

Località Contumaci

RESPONSABILE

Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA

Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA

A. Tinelli, M.G. Micheli, F. Di Paolo

INTRODUZIONE

Dalle analisi conoscitive e dai sopralluoghi effettuati all'interno della Tenuta sono stati individuati diversi "punti panoramici", ubicati solitamente in zone elevate, di particolare interesse percettivo, ma caratterizzati da una evidente carenza di organizzazione spaziale e funzionale.

Successivamente si è cercato di differenziare i diversi contesti in base alle peculiarità che li contraddistinguono, mettendo in rilievo le visuali di maggiore interesse naturalistico e paesaggistico, gli elementi antropici di disturbo visivo ed i possibili interventi di riqualificazione ambientale, finalizzati all'eventuale fruizione di questi spazi.

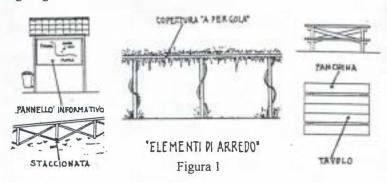
RELAZIONE TECNICA

L'intervento propone la riqualificazione del "punto panoramico" ubicato in località Casale Contumaci a circa 60 m s.l.m.; che risulta fra i più elevati della zona Nord della Tenuta e dal quale si può ammirare un vasto panorama.

L'area di progetto risulta attualmente in stato di quasi totale abbandono, il casale con tipologia tipicamente rurale presenta evidenti segni di degrado, dovuti alla mancanza di interventi manutentivi; sono presenti nell'area circostante diverse specie arboree come il leccio, il pioppo e l'eucalipto.

Da questo punto panoramico si aprono diverse visuali, alcune di particolare interesse naturalistico e paesaggistico, altre al contrario, permettono al visitatore di scorgere elementi antropici di elevato impatto visivo presenti al di fuori della Tenuta, come l'urbanizzato di Tor de Cenci, la valle di Malafede con gli elettrodotti dell'ENEL.

Il progetto consiste nella riqualificazione ambientale dell'area di pertinenza del Casale, sia con l'introduzione di elementi di arredo (fig. 1) come: panchine, tavoli, pannelli informativi, cestini per i rifiuti, che con l'inserimento di specie arboree utilizzate per la realizzazione di barriere vegetali necessarie per mitigare gli elementi di disturbo visivo.



La soluzione di arredo dell'area può essere effettuata dopo gli interventi di recupero del casale Contumaci.

La manutenzione e il restauro conservativo del casale, deve prestare attenzione ai materiali ed ai colori per l'inserimento paesaggistico del manufatto. Inoltre particolare cura è riservata, al rispetto ed alla tutela

della funzionalità dello stesso, in riferimento ad una fruizione più idonea al contesto naturale circostante ed alla tutela dell'ambiente.

L'area di sosta deve rispondere a dei requisiti fondamentali: garantire la sosta ed il relax dei suoi fruitori, valorizzare il contesto ambientale in cui viene inserita, garantire protezione dall'eccessivo soleggiamento e dai venti dominanti e offrire informazioni sul comprensorio naturalistico.

I materiali costruttivi impiegati per la realizzazione degli arredi, sono scelti tra quelli di tipo naturale: come il legno, il mattone, le tegole e coppi al fine di garantire un migliore inserimento ambientale.

Le specie arboree da utilizzare per gli interventi di mitigazione dell'impatto visivo provocato dall'urbanizzato, possono essere scelte tra le specie autoctone già presenti nell'area, privilegiando le sempreverdi, con chioma a portamento rotondeggiante, che risultano le più idonee alla risoluzione di problemi relativi.

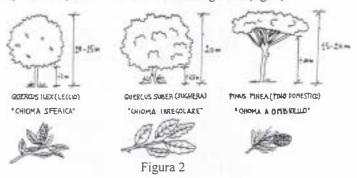
Inoltre particolare attenzione va posta allo schema di rimboschimento da adottare, che preveda la sistemazione delle piante in modo tale da creare una barriera vegetale compatta.

Mentre per migliorare la protezione dall'eccessivo soleggiamento delle aree organizzate con sedute e tavoli, si possono utilizzare specie sempreverdi come il pino domestico, che assicura con il proprio portamento "ad ombrello" una maggiore zona d'ombra.

INSERIMENTO PAESAGGISTICO

L'inserimento dell'arredo realizzato con materiali naturali, contribuisce a migliorare e valorizzare il sito in questione, in modo tale da renderlo più fruibile e compatibile con l'ambiente circostante.

I lecci, le sughere e i pini, utilizzati per l'intervento, conferiscono al sito una particolare identità paesaggistica e quindi una facile riconoscibilità nel territorio, essendo specie molto diverse fra loro per il portamento della chioma, l'altezza, la forma e il colore del fogliame (fig. 2).



Il leccio è una specie autoctona sempreverde della famiglia delle querce, che può raggiungere una altezza di circa 20-25 m ed è caratterizzato da una chioma molto ampia di forma sferica, ornata da un fittissimo fogliame. Le foglie cambiano colore a seconda dell'esposizione (all'ombra diventano di un verde cupo, mentre quelle esposte alla luce di un verde chiaro).

La sughera, è molto conosciuta per la crescita sul tronco di una corteccia suberosa, che viene raccolta per la produzione di sughero, fa parte anch'essa della famiglia delle querce ed è come il leccio un sempreverde.

La pianta ha un portamento in età giovanile eretto, ma in seguito, risulta solitamente contorto e inclinato, può raggiungere in età adulta un'altezza di circa 20 m. La chioma molto folta e ampia ha una forma arrotondata irregolare, le foglie sono caratterizzate da una geometria ovale dentata e sono di colore verde lucente.

Il pino domestico anche se viene considerato come le precedenti una specie tipicamente mediterranea, fa parte invece della famiglia delle conifere. La pianta sempreverde, raggiunge i 15-20 m di altezza in età adulta, e risulta caratterizzata da una chioma insolitamente piatta sopra un tronco alto e spoglio. I suoi rami disposti a raggiera come le aste di un ombrello, sorreggono foglie aghiformi lunghe e di colore verde scuro.

La realizzazione di barriere vegetali, con le suddette specie arboree, permette sia la chiusura delle visuali verso l'urbanizzato di Tor de Cenci, ubicato sulla collina prospiciente la Tenuta, che la creazione di un ambiente caratterizzato da una maggiore diversità biologica, essendo le stesse complementari a quelle già esistenti.

Infine per verificare la compatibilità estetico-funzionale della soluzione di intervento e l'inserimento paesaggistico nel contesto ambientale, è stata adottata una simulazione della realtà, resa possibile dalla realizzazione di elaborati grafici che mettono in evidenza il "prima" e il "dopo" dell'intervento, dando la possibilità al progettista di confrontare lo stato di fatto con l'ipotesi progettuale, in modo tale preventivare eventuali modifiche da apportare al progetto. (vedi scheda n° 1 e Tavv. 1, 2)

CONCLUSIONI

Con tale progetto si propone in particolare di riqualificare il punto panoramico di Casale Contumaci, che possiede potenzialità naturalistiche e paesaggistiche inespresse, dovute all'attuale stato di abbandono e degrado, tramite la realizzazione di un'area di sosta attrezzata, al fine di garantire una fruizione compatibile con l'ambiente.

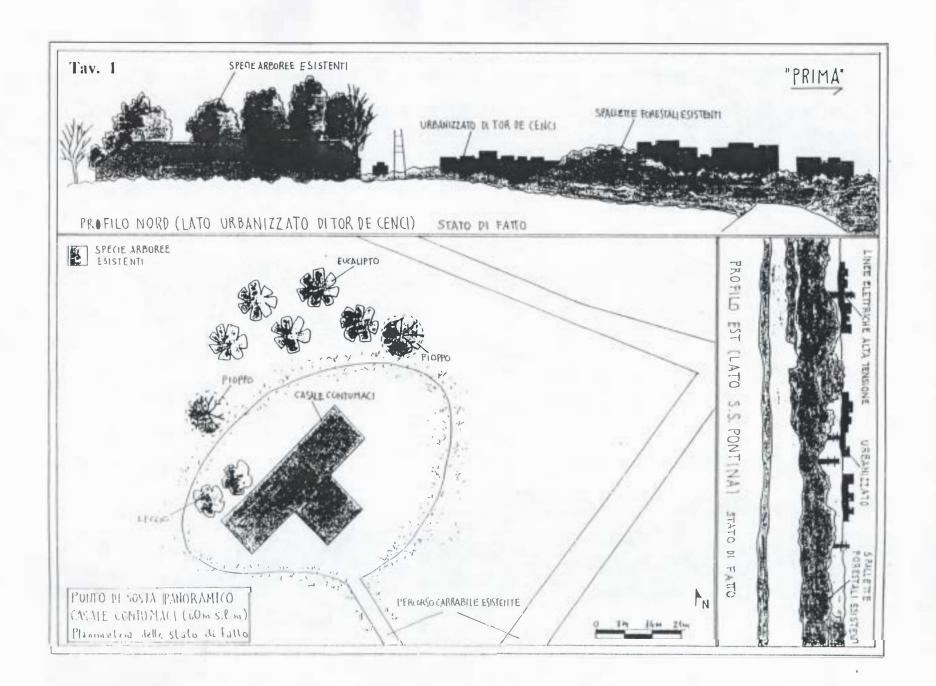
Più in generale, con la metodologia utilizzata per il presente studio, si intende fornire indicazioni progettuali che possono essere riadattate ad interventi su aree con caratteristiche simili.

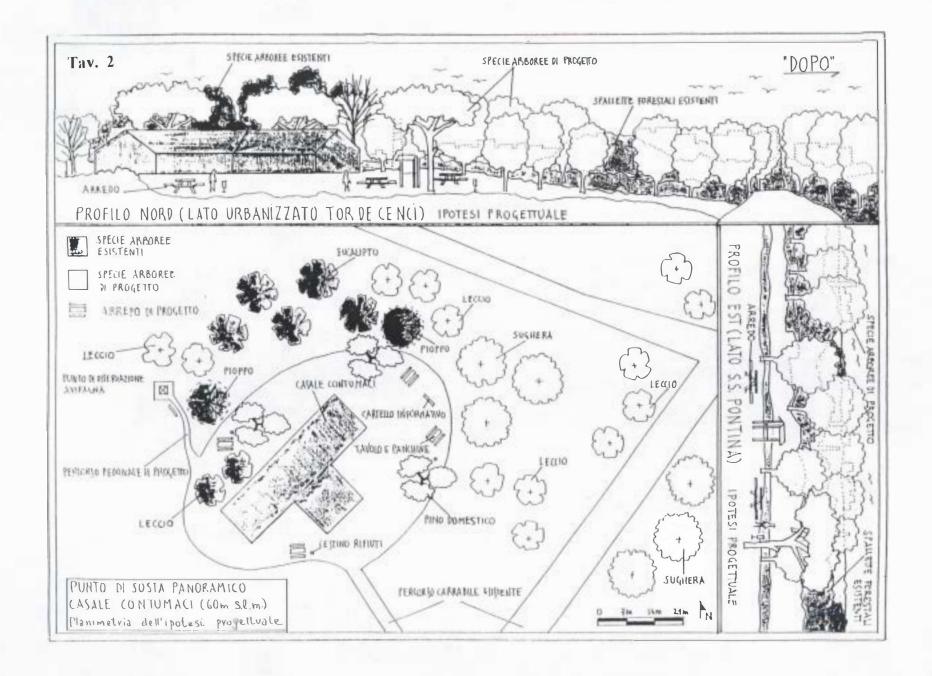
L'individuazione delle peculiarità naturalistiche e paesaggistiche dell'area e i principali fattori di disturbo e degrado permettono la determinazione del tipo di intervento da attuare.

La riconoscibilità nel territorio di ogni singolo "punto panoramico", è quindi affidata alla presenza di specifici elementi naturali ed artificiali che lo caratterizzano e lo diversificano dagli altri.

Inoltre la particolare attenzione dedicata ai materiali impiegati per la realizzazione degli elementi di arredo, così come tutte le scelte progettuali, deve ridurre le interferenze tra l'uomo e l'ambiente.

SC	HEDA N. 1 TUTELA DEI PUNTI PANO	RAMICI				
	Ubicazione dell'intervento: Casale Contumaci (60 m s.l.m.)					
	Obiettivi:					
	Valorizzazione dell'area in prossimità del casale Contumaci, posta a quota +60 m s.l.m. in posizione panoramica con affacci prevalenti verso l'area urbanizzata di Tor de Cenci					
	Proposte progettuali:					
>	Realizzazione di punti di sosta					
➣	Realizzazione di punti informativi					
⊳	Realizzazione di punti di osservazione per a	vifauna				
⊳	Chiusura delle visuali in direzione dell'urbanizzato					
	Modalità d'intervento:					
≫	Realizzazione di punti di sosta:					
•	Progettazione ed inserimento paesaggistico di elementi di arredo (panchine, tavoli, cestini per la raccolta dei rifiuti, pergolati e staccionate)					
>	Realizzazione di punti informativi:					
•	Progettazione di pannelli informativi riportanti la planimetria generale della Tenuta e l'individuazione in mappa dei punti di sosta e delle presenze vegetali e faunistiche presenti nel comprensorio					
>	Realizzazione di punti di osservazione per a	vifauna				
•	Progettazione ed inserimento paesaggistico di strutture in elevazione per l'osservazione dell'avifauna locale, da ubicare in posizione mimetica all'interno della vegetazione					
>	Chiusura delle visuali in direzione dell'urbanizzato:					
•	Realizzazione di barriere vegetali mediante la messa a dimora di specie arboree autoctone, seguendo schemi di rimboschimento in continuità con le popolazioni vegetali esistenti (impianti spontanei)					
	Materiali impiegati:					
•	Legno (tavole, tronchi, filagne, ecc.)					
•	Chiodi, zanche, perni, ecc.					
	Specie vegetali presenti:	Specie vegetali di progetto:				
•	Eucalitti	Si prediligono specie arboree autoctone tipiche della				
	Lecci	macchia mediterranea come:				
•	Pioppi	Sughere				
		Lecci				
		I I I I I I I I I I I I I I I I I I I				





GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Realizzazione di Aree di Sosta e Valorizzazione dei Punti

Panoramici della Tenuta di Castelporziano

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Tinelli, M.G. Micheli, F. Di Paolo

INTRODUZIONE

All'interno della Tenuta i diversi ambiti naturalistici sono raggiungibili da numerosi percorsi e sentieri forestali. La fruibilità del comprensorio risulta ridotta dalla evidente carenza di aree di sosta organizzate. La progettazione delle aree di sosta dovrà dimostrarsi sensibile alle problematiche ambientali dei vari siti, riducendo al massimo le interferenze con gli aspetti vegetazionali e faunistici.

RELAZIONE

Le aree di sosta potranno essere ubicate lungo un percorso o semplicemente potranno dislocarsi alle sue estremità, dovranno comunque rispondere a dei requisiti fondamentali.

Un'area di sosta deve possedere i seguenti requisiti funzionali:

- dovrà essere ubicata in luogo ben visibile, morfologicamente non accidentato e possibilmente in posizione pianeggiante
- garantire la sosta ed il relax dei suoi fruitori
- valorizzare il contesto ambientale in cui viene inserita
- garantire protezione dall'eccessivo soleggiamento e dai venti dominanti
- offrire informazioni sul comprensorio naturalistico
- risultare ben inserita nel contesto ambientale
- risultare ben riparata dagli aspetti climatici e atmosferici.

Ciascun'area di sosta sarà costituita dalle seguenti dotazioni essenziali (fig. 1): un elemento di seduta con tavolo, un pannello informativo, un cestino portarifiuti, una eventuale copertura a pergola, elementi per la delimitazione dell'area (staccionate, siepi) ed inserimento di specie vegetali di arredo.

I materiali costruttivi impiegati per la realizzazione delle dotazioni base, per ottenere un migliore inserimento ambientale, saranno prevalentemente di tipo naturale: come il legno, il mattone, le tegole e coppi.

Si tenderà inoltre a ridurre al minimo l'impiego di prodotti nocivi, cercando di impiegare prevalentemente materiale disponibile all'interno della Tenuta.



Figura 1

Inserimento di specie vegetali di arredo

Le specie vegetali da scegliere, saranno opportunamente selezionate, in relazione al loro corretto inserimento ambientale. Possibilmente si prediligeranno le specie autoctone, che però per morfologia,

portamento e cromatismo, risultino ben dislocate rispetto al contesto. Tale caratteristica renderà questi luoghi immediatamente individuabili e visivamente riconoscibili nelle diverse aree della Tenuta.

Nell'ipotesi di una fruizione specifica della Tenuta, si potrebbero sia organizzare e classificare la rete dei percorsi interni secondo dei temi di lettura del territorio, che proporre lo stesso tipo di area di sosta per ciascun itinerario tematico individuato.

Gli elementi di seduta

Gli elementi di seduta con annesso tavolo (fig. 2), saranno del tipo già presente all'interno della Tenuta e caratterizzati da una grande semplicità progettuale. Saranno realizzati in legno, scegliendo essenze poco pregiate, resistenti e facilmente disponibili nell'area. Gli elementi di seduta ed il tavolo saranno collegati tra loro, a costituire un unico elemento di arredo.

"GLI ELEMENTI DI SEDUTA"



Figura 2

Le coperture a pergola

Per le coperture a pergola (fig. 3), saranno utilizzati dei sistemi trilitici modulari molto semplici, realizzati in legno. I pali montanti potranno essere connesse con gli assi della pergola soprastante per mezzo di idonee legature a corda.

Nelle aree particolarmente esposte al soleggiamento estivo, oltre alle coperture, potranno essere impiegate delle piante con portamento ad ombrello, come il pino domestico.

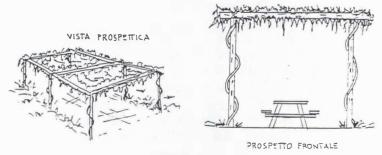


Figura 3

Gli elementi di separazione

Gli elementi di separazione serviranno per evidenziare l'area intercludendola integralmente o parzialmente. Potranno essere costituiti da siepi, da staccionate o da parterre vegetali (fig. 4). La scelta di uno di questi elementi o la loro combinazione; sarà effettuata in funzione delle caratteristiche del sito. Le staccionate saranno realizzate in legno facilmente reperibile all'interno del comprensorio.

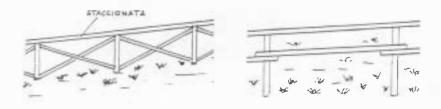


Figura 4

I pannelli informativi

I pannelli informativi (fig. 5), sarranno delle strutture trilitiche semplici in legno, sormontate da una copertura in laterizio a due spioventi; conterranno planimetrie ed indicazioni sulla flora e la fauna facilmente visibili in quell'area della Tenuta.

I montanti verticali risulteranno infissi al suolo e collegati alle strutture secondarie per mezzo di semplici connessioni. La superficie dei pannelli, preposta all'informazione, potrà essere per comodità realizzata in policarbonato del tipo sandwich, facilmente smontabile e poco onerosa oppure potrà essere realizzata in legno.

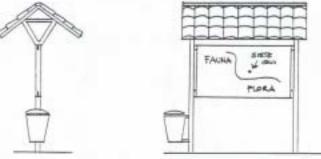


Figura 5

I cestini portarifiuti

Si ritiene opportuno dotare l'area di sosta di necessari cestini portarifiuti, per evitare la dispersione nell'ambiente di eventuali rifiuti e carte. Questi potranno essere incorporati ai pannelli, ma dovranno necessariamente essere dotati di dispositivi contro l'intrusione degli animali allo stato brado e contro il ribaltamento.

CONCLUSIONI

Le aree di sosta rappresentano dei semplici aggregati funzionali, posti in essere per garantire una fruizione ambientale più efficace e compatibile con il territorio.

La loro riconoscibilità nel territorio deve comunque essere garantita lungo i percorsi e nei punti più rappresentativi della Tenuta.

L'uso dei materiali dovrà dimostrarsi sensibile al contesto di inserimento, così come tutte le scelte progettuali, che dovranno cercare di ridurre le interferenze tra l'uomo e l'ambiente educandolo ad una fruizione intelligente e rispettosa del sito.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA II Museo del Passato ed il Dibattito Contemporaneo

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Grusovin, A. Tinelli

INTRODUZIONE

Al fine di studiare una proposta per un museo naturalistico a Castelporziano abbiamo sentito l'esigenza di riflettere, più genericamente, sul significato dell'istituzione museale, per ciò che è stata in passato e per ciò che rappresenta ai giorni nostri.

Abbiamo pensato che potesse essere utile gettare uno sguardo su come è nata storicamente l'idea di "museo", su come si è sviluppata nel tempo e sui relativi contesti culturali, economici, politici che ne hanno favorito il progredire.

Appare evidente che il museo è rapidamente mutato in relazione al modificarsi dei metodi espositivi, anche in funzione delle tecnologie man mano disponibili. La situazione attuale, caratterizzata dal continuo ampliarsi dei temi soggetti al processo di musealizzazione, ha permesso la nascita di tanti musei con la necessità di adeguamento nella conservazione del patrimonio museale del passato.

Le breve ricerca svolta, ci ha comunque convinto che ancora oggi, come ieri, il museo costituisce un validissimo strumento per la conoscenza e per il mantenimento di utili riferimenti provenienti dal passato, soprattutto nei periodi caratterizzati da grandi cambiamenti come quello che stiamo attualmente vivendo.

LE ORIGINI

Il termine museo deriva dal greco e significa edificio dedicato alle Muse. Il vocabolario lo definisce come un luogo dove vengono raccolte, conservate ed esposte al pubblico opere, oggetti e documenti d'interesse artistico, storico, scientifico e naturalistico, per scopi culturali e di studio.

Storicamente può essere fatto risalire al collezionismo privato, che indusse nobili e ricchi mercanti ad organizzare i primi "gabinetti delle rarità", dove era usuale mescolare "naturalia" e "artificialia", da custodire con gelosia e mostrare con orgoglio ad ospiti e visitatori. Tali Signori si dedicarono a questa attività insieme ad artisti e scienziati di cui amavano circondarsi e con cui conversavano e discutevano nelle lussuose sale delle loro ville.

Ciò avvenne, nella prosperosa Italia del '400, dove l'attività creativa e di studio cominciò a spostarsi dai conventi e dalle università, in cui si era svolta fino ad allora, per approdare nelle corti, dove gli studiosi trovarono protezione e concreto appoggio economico parte di Principi "illuminati" come Lorenzo il Magnifico, a Firenze, o Federico da Montefeltro ad Urbino, che in questo modo intendevano aumentare il proprio prestigio. Fu proprio l'attività svolta da questi signori e dalle loro grandi famiglie che in molti casi diede origine ad alcuni dei più antichi musei del mondo.

A questo proposito è emblematica la storia degli Uffizi di Firenze, il cui edificio fu iniziato nel 1560, su disegni dell'architetto Giorgio Vasari, per gli "uffizi" delle magistrature della nuova amministrazione di Cosimo I dei Medici. Vista la luminosità dei suoi spazi però, fu usato fin dal 1581 da Francesco I, per esporvi i tesori che la sua famiglia aveva accumulato, grazie alle immense ricchezze di cui poteva disporre. La collezione comprendeva statue antiche e ritratti storici, ma si arricchì poi anche di reperti naturalistici, armi e oggetti legati ai primi esperimenti tecnico-scientifici.

Solo nel 1737, Anna Maria Luisa, ultima dei Medici, donò la raccolta al popolo fiorentino.

Possiamo notare che fu simile l'origine del Louvre di Parigi, ospitato in un edificio realizzato nel 1190, con una collezione proveniente da quella privata di re Francesco I di Francia (1515-1647), ed il cui patrimonio fu disponibile al pubblico dal 1793, solo in seguito alla Rivoluzione del 1789.

A Londra, invece, il British Museum, fu fondato nel 1753, con atto del Parlamento, in seguito alla donazione allo Stato della collezione di Hans Sloane (1669-1753), medico di Corte, e fu aperto al pubblico nel 1759 nel vecchio Palazzo Montague. In seguito ebbe una nuova grandiosa sede nell'edificio di forme neoclassiche, che lo ospita tuttora, costruito da Robert e Sydney Smirke tra il 1823 e il 1852.

Osservando la storia di molti musei, possiamo constatare che il presupposto necessario per la loro nascita è sempre stato lo studio e lo sviluppo della ricerca, soprattutto da quando si svincolarono dalle finalità religiose e dalle premesse metafisiche che li avevano caratterizzati per secoli.

Questo distacco si ebbe pienamente solo nel Rinascimento, quando gli scienziati e gli uomini di cultura cominciarono ad osservare e studiare la realtà con un atteggiamento, che oggi possiamo definire di tipo empirico, e misero le basi della scienza moderna.

Per evocare questo spirito di ricerca basta citare il nome di Leonardo da Vinci, che svolse la sua attività con fatica, con grandi difficoltà economiche e risultando generalmente un incompreso per i suoi contemporanei. Egli comunque riuscì a lavorare proprio al servizio di alcuni nobili signori che gli accordarono fiducia e sostegno.

Fu così che molti musei nacquero proprio con l'intento di non disperdere le testimonianze del lavoro di uomini come lui, per approfondirne gli studi e per metterli a disposizione di tutti gli interessati.

Questa attività di conservazione e divulgazione fu svolta inizialmente da molte Accademie, che sorsero in tutta Europa nel XVII secolo. Esse pubblicarono resoconti scientifici ed organizzarono simposi, fornendo l'occasione di incontri periodici fra studiosi e uomini di cultura che poterono così confrontare i loro studi ed i risultati delle ricerche che conducevano in modo molto più efficace di quanto non potessero fare in precedenza con la sola comunicazione epistolare.

Il gusto della conoscenza aumentò tanto che lo studio e la ricerca iniziarono a diventare attività comuni per molti nobili signori dei secoli seguenti. A questo proposito è interessante osservare, fra i tanti, l'attività di Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730), nato a Bologna, conte, uomo d'armi ma anche scienziato e politico, che iniziò prestissimo a viaggiare e che si procurò una cultura vastissima, indagando acutamente i fenomeni del mare e facendo ricerche di geologia, geografia ed etnografia. Egli trascorse gli ultimi anni della vita nella sua città natale, governata saldamente dal papato fin dal 1400 e proprio ad essa fece dono di tutto l'immenso materiale che aveva accumulato negli anni delle sue instancabili ricerche.

Da questa donazione nacque nel 1711 l'Istituto delle Scienze, che tuttora opera a Bologna, mentre nel museo a lui dedicato è possibile ammirare la sua collezione ospitata ed aperta al pubblico nella Biblioteca universitaria di Palazzo Poggi, al numero 35 di Via Zamboni.

Il gabinetto naturalistico del Marsili fu uno dei primi esempi di conservazione organizzata dove gli oggetti, vennero sistematicamente ordinati e divisi per specializzazioni, per rispecchiare fedelmente l'ordine della natura..

Egli organizzò la sua raccolta naturalistica in modo che fosse didatticamente utile, vi collocò anche le cose più comuni, per sottolineare come anch'esse abbiano un posto nella gerarchia naturale, mentre collocò separatamente oggetti antichi, documenti etnografici e opere d'arte, considerandoli espressioni di altre specifiche conoscenze.

Proprio con questi criteri vennero organizzati i primi musei che possiamo definire moderni, e che si diffusero largamente nel settecento.

Nel XVIII secolo, infatti, il museo divenne uno degli strumenti principali per compiere quella vera e propria missione che fu la divulgazione della conoscenza propugnata con vigore dalle idee illuministe.

L'illuminismo confidava nella cultura, per liberare la mente di tutti gli uomini dalle tenebre dell'ignoranza, per emancipare ogni individuo dai pregiudizi e dalla superstizione, che erano alla base del potere della nobiltà feudale. Rifiutava infatti le virtù tradizionali della nobiltà, che voleva abbattere, e dichiarava la sua fiducia nell'operosità e nello spirito di iniziativa della emergente classe borghese.

Per gli illuministi il progresso doveva essere continuo e conoscere la natura era necessario per disciplinarla e per metterla al servizio dell'umanità e della pubblica felicità. Essi pensavano ad una cultura unica da diffondere con motivazioni utopiche, ma eticamente molto robuste.

In questo contesto generale, la spinta verso il lavoro di ricerca fu enorme, e portò a scorporare molte collezioni di tipo scientifico dalle grandi raccolte d'arte principesche, al fine di un loro migliore utilizzo da parte degli studiosi, dando origine ai primi musei tematici di questo genere.

Nella metà del 700, con questa logica fu separata dalla intera raccolta artistica esposta agli Uffizi, la collezione di apparecchi e strumenti iniziata da Cosimo il Vecchio dei Medici, e quella lorenese di apparati didattici e sperimentali del XVI secolo, determinando il nucleo originario dell'attuale Istituto e

Museo di storia della Scienza, che si trova oggi ospitato a Palazzo Castellani, in piazza dei Giudici a Firenze.

Alcuni musei scientifici nacquero a testimonianza dell'evoluzione storica dei metodi utilizzati nella ricerca, altri musei di tipo più specificamente naturalistico, invece, furono destinati a raccogliere i campioni delle varie specie esistenti nel mondo naturale per classificarle, secondo le indicazioni degli studi botanici condotti in quel tempo dal naturalista svedese Carlo Linneo (1707 - 1778).

La prima concreta riflessione sulle corrette caratteristiche dell'esposizione museale, invece, sembra essere stata stilata in Francia in occasione del riassetto del Louvre nel 1787, quando vennero interpellati i membri dell'Accademia di Architettura. Essi inviarono una relazione tecnica al Demanio Reale, nella quale proposero moderni criteri espositivi insieme a suggerimenti pratici per la collocazione delle opere in modo da ottenere una migliore fruizione da parte del pubblico.

Raccomandarono, fra l'altro, l'uso di strutture metalliche per contenere il rischio di incendi a quell'epoca molto frequenti negli edifici che erano in gran parte costruiti in legno e consigliarono l'illuminazione dall'alto con lo scopo di evitare ombre e riflessi di luce provenienti dalle finestre e di recuperare spazi per collocare meglio i dipinti sulle pareti.

Nelle prime esperienze museali si comprese non solo l'importanza di classificare le opere e i reperti secondo criteri adatti alle specifiche collezioni, ma anche la necessità di ordinarli cronologicamente e secondo la provenienza e di evitare affollamenti disponendo ogni cosa sufficientemente distanziata dalle altre per essere vista e studiata comodamente.

Nel suo Museo Lapidario, Scipione Maffei, a Verona, nel 1719, utilizzò questi criteri e appese iscrizioni e le lapidi alle pareti, sotto un portico ad esse espressamente dedicato. A Dusseldorf nella Galleria dell'Elettore Palatinato fu sperimentato forse per la prima volta un catalogo ragionato come supporto alla visita, con tavole illustrate che fornivano cronologia, descrizioni e misure di ogni singolo dipinto.

Ancor più moderni principi e nuovi obiettivi generali per una chiara esposizione museale furono sinteticamente, ma chiaramente espressi nell'Encyclopedie di Diderot e D'Alambert (1717-1783), che più di ogni altra opera si può considerare depositaria del pensiero illuminista.

Alla voce "Gabinetto di Scienze Naturali " si dice: <<L'accesso è facile, ognuno può entrare a piacere, istruirsi o divertirsi. I prodotti della natura sono esposti senza falsi ornamenti, senza alcun apparato eccetto qual è suggerito dal buon gusto, dall'eleganza e dalla conoscenza degli oggetti: si risponde con gentilezza alle domande che si riferiscono alla storia naturale>>.

Anche a questi principi si ispirò il museo di Storia Naturale riorganizzato a Parigi nel 1790, che abbandonò la precedente connotazione prettamente botanica, per divenire, più in generale, luogo di studio delle scienze naturali e delle loro applicazioni, dove si tenevano anche corsi e lezioni mentre agli studiosi era consentito compiere ricerche ed analisi scientifiche.

Come si è visto nel "secolo dei lumi", si avviarono molte sperimentazioni diverse nei musei, sia nei riguardi dell'esposizione che per i contenuti e questa istituzione cominciò con successo una stagione esaltante, della sua storia.

IL MUSEO NELL'800

Nel XIX secolo furono fondati molti dei musei che costituiscono il nostro attuale patrimonio museale, basati su concetti ancora oggi ampiamente in uso e più precisi di quelli che erano stati individuati nel secolo precedente.

Mentre nel '700 il museo rappresentò uno dei principali strumenti per diffondere la conoscenza, nell'800 questa istituzione si trasformò, accantonando molte finalità didattiche per rispondere sempre più spesso ad esigenze fortemente celebrative, divenendo quasi un monumento, un simbolo di ricchezza e di potenza per le nazioni.

In questo senso, in Francia, il periodo napoleonico fu emblematico, perché trasformò il Louvre in un tempio, destinato a custodire grandi ricchezze, tanto che le truppe imperiali, giunte in Italia, non esitarono a compiere numerose razzie per arricchire le sue sale ed esaltare la gloria francese.

L'uso di depredare le terre di conquista dei loro capolavori, non finì con Napoleone, ma continuò con le spedizioni archeologiche soprattutto inglesi e tedesche in Grecia e in Africa che si appropriarono di importanti testimonianze del passato di quei luoghi, per esporle nei principali musei che andavano sorgendo nelle grandi capitali europee.

L'origine delle più importanti istituzioni museali deriva quasi sempre da una conquista militare e da una colonizzazione anche culturale oltre che dall'attività scientifica e dall'impegno degli studiosi nella ricerca

e nello studio per conoscere e divulgare la storia delle grandi civiltà del passato, per restaurare e conservare gli oggetti trovati e per valorizzare le zone archeologiche scoperte.

Attualmente invece, con approccio più moderno, si ritiene importante conservare i reperti nei loro luoghi di origine, sempre che ci siano le condizioni sufficienti per farlo, o almeno trasferirli temporaneamente in occasione di mostre o eventi di particolare importanza.

L'enfasi celebrativa, spesso presente nei musei, li ha identificati a volte con il sistema politico dominante, come accadde in Francia, dopo la Rivoluzione dove ci fu il rischio di vedere distrutti molti capolavori per l'ansia di cancellare ogni traccia dei simboli dell'antico e odiato regime.

Anche oggi, in occasione di storici capovolgimenti di potere, nelle contraddizioni di quei particolari momenti, è necessario porre molta attenzione su questi temi, così come fece l'Assemblea rivoluzionaria francese, nel 1789, deliberando che tutti i beni confiscati al clero fossero messi a disposizione della Nazione, affermando che "le opere d'arte appartengono alla Nazione" e contribuiscono alla formazione dell'identità nazionale.

Proprio in base a queste considerazioni, nel 1791 Alexander Lenoire ricevette l'incarico di ordinare, nelle sale dell'ex convento dei Petit Augustins, i monumenti asportati dalle chiese e prelevati dai conventi soppressi. Si trattava di sculture, decorazioni, iscrizioni, monumenti sepolcrali a cui egli conferì un ordinamento storico cronologico.

Fu prevista una sala introduttiva che fungeva da sintesi dell'intero museo con esempi significativi di ogni momento storico per orientare il visitatore, ogni sala fu decorata nello stile dei monumenti per fornire unitarietà estetica, l'illuminazione era tenue nelle sale dedicate al Medioevo e generosa in quelle dedicate al XVI secolo.

Tramontata l'età napoleonica quel museo venne chiuso e le collezioni smembrate, ma a sua memoria rimane il monumentale catalogo in otto volumi stampato quando ormai non esisteva più e che rappresenta un vero manuale della storia dell'arte francese.

Nel periodo del Romanticismo, che affermò il valore della fantasia in contrapposizione alla ragione fredda e astratta esaltata dall'Illuminismo, vennero realizzati molti allestimenti e grandi edifici, nelle cui architetture si ritrova traccia del dibattito culturale di quegli anni.

Vi era chi affermava il predominio degli oggetti esposti sull'architettura del museo, così come pensava Martin Wagner, artista consigliere della corte di Baviera. Egli era contrario a qualsiasi doratura e pittura, soprattutto nelle sale dedicate alla scultura greca e romana, e consigliava la massima semplicità, pavimenti e pareti monocrome nelle varie tonalità del giallo, per far risaltare i reperti.

Furono però anche allestiti molti musei con una specifica ambientazione di gusto romantico, come la Glittoteca di Monaco, della cui costruzione venne incaricato Leo von Klenze nel 1814, destinata ad ospitare antichità greche. Ciò che colpiva i visitatori era l'accordo tra la decorazione e gli oggetti ospitati, la magnificenza e i colori brillanti che coinvolgevano l'osservatore nella visita.

Nel 1831 in Francia Alexander du Sommerard raccolse la propria collezione di materiali medioevali e rinascimentali e li assemblò in fantasmagoriche ricostruzioni che riscossero grande successo quando la collezione divenne di proprietà pubblica.

Anche in Italia Massimo D'Azeglio fu a favore di questo metodo espositivo soprattutto quando espresse il suo parere a proposito del Museo del Bargello istituito nel 1865 a Firenze.

A Roma, il museo Gregoriano Etrusco, fondato da Papa Gregorio XVI sulla scia degli studi di etruscologia che si svilupparono nella prima metà dell'800, mise in atto nuove tecnologie utilizzando marchingegni che consentivano di vedere al meglio le decorazioni. degli oggetti esposti girandoli senza toccarli direttamente, evitando così ogni rischio di danneggiamento.

Lo stesso Papa, si dedicò ad incrementare i campionari di insetti esotici che costituirono il primo nucleo del Museo di Zoologia e Anatomia comparata dell'Archiginnasio Pontificio Romano all'origine dell'attuale Museo Civico di Zoologia recentemente oggetto di moderne ristrutturazioni.

A Londra invece, l'occasione dell'Esposizione Universale del 1851 rappresentò un evento di portata storica, a testimonianza dell'avanzare della Rivoluzione Industriale, che propose nuovi sistemi di produzione, ma anche nuovi modelli estetici, confluiti nei Musei di Arte e Industria caratterizzati anche da innovativi criteri di fruizione.

Ad esempio, nel 1852, dopo la grande Esposizione, a Londra, nacque il Museum of Manufactures, nella zona di South Kensington poi chiamato Victoria and Albert Museum dalla Regina Vittoria, con un forte intento didascalico.

Infatti era aperto agli operai di sera, ed illuminato a gas, aveva la possibilità di dare in prestito i modelli e i calchi delle opere, organizzava regolari mostre temporanee e anche l'edificio, che voleva differenziarsi dai tradizionali musei d'arte, utilizzava rivoluzionarie tecniche costruttive con vetro, ferro e acciaio.

Molte grandi città europee, come Vienna, Amburgo, Berlino e Parigi, in questi anni si dotarono di un museo di carattere artistico-industriale, così come fece Napoli, che nel 1888 ne ebbe uno, voluto dal principe Gaetano Filangeri ed inaugurato, nelle sale di palazzo Cuomo, una costruzione di tipo rinascimentale edificata da un ricco mercante napoletano nel 1400.

Possedeva una biblioteca e una fototeca, organizzava conferenze regolari e vi erano esposti strumenti musicali, armi, maioliche e tele. Nelle sue sale la luce proveniva dall'alto, vi erano ballatoi per moltiplicare lo spazio espositivo e per l'occasione furono costruiti appositamente mobili in stile neorinascimentale.

Dopo i musei artistico-archeologici e quelli industriali, nati sulla scia delle esposizioni universali, le tipologie museali si arricchirono ancora con raccolte etnografiche e paletnologiche a testimonianza dello svilupparsi della "scienza dell'uomo".

Fra i musei di questa categoria ricordiamo il museo di Stoccolma, sorto nel 1873, dedicato alle popolazioni scandinave dove le tradizioni erano esposte con largo uso di ricostruzioni e ambientazioni riproducenti scene di vita domestica, e quello di Copenaghen che metteva a disposizione guide in varie lingue e trattati di storia a carattere divulgativo e "popolare".

In seguito a questo genere di studi, a Firenze sorse nel 1869 il Museo di Antropologia ed Etnografia dell'Università, fondato da Paolo Mantegazza, mentre a Roma sorse nel 1876 il Museo nazionale preistorico-etnografico fondato da Luigi Pigorini . Quest'ultimo in quel periodo fu ospitato nelle sale del Collegio Romano ed il paletnologo parmense volle raccogliervi le testimonianze preistoriche prodotte dai "popoli selvaggi e barbari".

Un'interpretazione italiana dei musei etnografici furono i "musei civici", intesi come memoria storica e orgoglio delle municipalità, in sintonia con il nascente spirito risorgimentale. Ne sorsero molti o furono ampliati dopo l'unificazione italiana, come ad esempio quello Reggio Emilia del 1862, quello di Modena e quello di Milano, spesso dai contenuti molto vari, sia artistici che scientifici come testimonianza delle più svariate attività locali.

Nella prima parte del '900 furono ampliate e precisate le esposizioni delle collezioni già esistenti e quasi tutti i musei che sorsero possedevano la stessa impostazione di quelli del secolo precedente. Solo di recente, questi modelli museali sono stati messi in discussione, perché poco adatti alla sensibilità degli uomini di fine millennio.

Attualmente il dibattito su questo tema si fa sempre più vivace, ed è in corso una riflessione generale sul ruolo e sulle funzioni che i musei devono assolvere, mentre si ne stanno riorganizzando ed ammodernando, sperimentano nuovi criteri espositivi e nuovi metodi di gestione.

IL MUSEO OGGI

Una ricerca ISTAT del 1979 stimava la presenza in Italia di 1816 musei, mentre un'indagine del Ministero del Bilancio del 1990 ne calcolava 3260, pur affermando che quasi la metà di essi risultava chiusa per vari motivi. Queste cifre dimostrano che l'Italia è caratterizzata da una gran quantità di musei, e che molti di essi sono nati proprio in anni recenti dando origine ad un fenomeno attualmente in piena crescita.

Anche le statistiche relative alla quantità di pubblico presente quotidianamente nei musei, sia in Italia che all'estero, dimostrano un aumento costante dei visitatori, così come aumenta la domanda generale di cultura nelle società occidentali che oggi sono in grado di utilizzare con maggior coscienza il vasto patrimonio culturale a loro disposizione.

Nonostante queste moderne tendenze però, alcuni musei continuano ancora ad avere saloni anonimi immersi nella penombra dove si susseguono file di vetrine polverose e si aggirano scolaresche distratte ed annoiate.

Ciò mette in evidenza che il museo ha un ruolo importante nelle attuali società, ma contemporaneamente spesso è una testimonianza di quanto si siano evoluti i meccanismi attraverso i quali si trasmette la conoscenza, proponendo modalità di comunicazione del sapere ormai ampiamente superate.

E' quindi sui metodi espositivi e sull'organizzazione del museo che si deve riflettere per progettare nuove strutture e per sfruttare in pieno tutte le potenzialità del patrimonio museale già esistente.

La maggior parte dei musei che nascono oggi, sono voluti da piccole comunità, studiosi, Enti, che cercano di evitare la scomparsa veloce dei riferimenti del passato più recente e di mantenere così la propria identità in un'epoca di rapidi ed imprevedibili cambiamenti.

Ancora oggi, il-meccanismo che porta alla nascita del museo è il riconoscimento ad un oggetto, ad un edificio o ad un ambiente, di un valore superiore, di tipo culturale, ed insieme il desiderio di conservarlo per il timore che esso vada perso o distrutto.

Attualmente il museo puramente conservativo, inteso soprattutto come deposito, secondo l'idea dominante nel secolo scorso, sta entrando giustamente in decadenza, perché crea distacco e sembra dedicato solo a particolari categorie di studiosi. La conservazione gelosa delle testimonianze del passato attualmente non è più un compito sufficiente per un museo, ma non dobbiamo dimenticare che essa ha avuto il grande merito di farle giungere in gran quantità fino ai nostri giorni.

Odiernamente alla base del concetto di museo, sta anche una importante funzione pubblica, perché molte più persone sono in grado di apprezzare i contenuti dei musei, e le collezioni private sono ormai generalmente diventate un patrimonio dell'intera collettività che può goderne sempre più largamente.

La funzione pubblica deve essere interpretata, in modo da mettere a disposizione di categorie sempre più ampie di persone, ciò che è conservato nei musei, proponendolo in modo da essere capito ed interpretato anche dai non addetti ai lavori, che non devono limitarsi alla semplice contemplazione ma devono essere messi in grado di capirne i contenuti.

I musei possono rappresentare in questo senso uno strumento adatto alla crescita della cultura e della civiltà, ricoprendo una funzione di tipo didattico e rivolgendosi alla scuola, come hanno sempre fatto anche in passato, ma anche a chi a scuola non ci va più o a chi proviene da diverse culture.

I musei moderni, devono essere pensati per incuriosire, a volte anche per stupire, senza considerare il visitatore solo come uno spettatore, ma cercando di coinvolgerlo nella visita, in modo che partecipi non solo "guardando", ma anche "facendo", perché fare è un ottimo modo per imparare.

Compatibilmente con le esigenze di conservazione si deve poi tentare l'eliminazione di tutte le barriere, fisiche e psicologiche, che allontanano i visitatori dal museo e dalle opere d'arte.

Le sperimentazioni in questo senso non mancano sia in Italia che all'estero, e si sta comprendendo come la tecnologia può aiutare i musei a rendere più incisiva proprio la loro funzione didattica e di insegnamento.

Accanto alle funzioni conservative e didattiche del museo, non va però dimenticata l'importanza della ricerca, che permette di garantire l'interesse continuo sui contenuti delle collezioni, ad opera degli studiosi che devono essere messi pienamente in grado di svolgere il loro prezioso lavoro di approfondimento, con la maggior quantità di attrezzature possibili.

Per procedere in questo senso però sono necessari alcuni presupposti che spesso mancano in alcuni musei di proprietà pubblica italiani, cioè una adeguata autonomia gestionale e la possibilità di avere a disposizione sufficienti risorse economiche.

L'assenza di queste condizioni oggi determina ancora la presenza di sale non visitabili, mancanza di custodi, scarse indicazioni e pochi supporti che aiutino i visitatori a capire.

La situazione però sta rapidamente cambiando e le Direzioni dei musei si comportano sempre meno come uffici periferici di qualche Ministero, e nei programmi economici di molti enti pubblici si trovano sempre più spesso voci di spesa destinati ai musei.

La necessità di procurarsi risorse economiche però continua ad essere uno dei maggiori problemi dei musei, e dei beni culturali in genere, anche se di recente si è cercato di porvi rimedio con alcuni strumenti legislativi per la verità non sempre pienamente efficaci come la legge Ronchey del 1993.

Si dibatte molto fra chi vuole il museo come luogo di pura conservazione, blindato dentro una cassaforte e chi lo vede come un supermercato pieno di beni culturali da consumare.

È necessario fare molta attenzione a non spingere il museo troppo marcatamente su questa seconda strada, perché considerando la domanda di cultura solo come un'opportunità di guadagno, si tende facilmente a far credere che tutto si possa imparare solo divertendosi, scivolando in forzature e semplificazioni eccessive, senza tenere nel giusto conto il rigore scientifico dell'informazione culturale.

Probabilmente non è auspicabile che i musei diventino troppo spesso aziende, che si prefiggono in primo luogo il profitto e dove la cultura diventa solo intrattenimento e spettacolo, per utilizzare genericamente il tempo libero, ma non è da escludere che possano essere in grado di finanziarsi, almeno in parte, proponendo anche attività capaci di generare guadagni, utili a permetterne la sopravvivenza.

A questo proposito si possono individuare strategie adeguate per ogni tipologia di museo, adatte sia al piccolo museo locale che al museo di richiamo internazionale osservando con attenzione le diverse caratteristiche in cui si opera.

Il museo oggi deve affrontare tematiche sempre più complesse e necessita quindi di una moderna ed attenta gestione e di operatori adeguati all'importanza del loro ruolo, che non si limitino ad occasionali

interventi, ma che organizzino una struttura in grado di funzionare nel tempo per non tornare alle vecchie situazioni di abbandono.

CONCLUSIONI

Considerando come punto di partenza i cosiddetti "gabinetti delle rarità" dei principi e dei nobili del Rinascimento, sono state poi osservate le pionieristiche raccolte del '600 e le prime realizzazioni del XVIII secolo che hanno organizzato l'idea di museo più o meno come è giunta fino a noi.

Siamo poi passati ad analizzare le grandi strutture dell'800, che costituiscono ancora oggi la parte più consistente del sistema museale attuale, e i modelli dell'inizio del '900, che precisano e migliorano le tematiche del secolo precedente.

I musei avevano essenzialmente compiti conservativi, e accentravano materiali di estrema quantità e varietà, pur essendo nati spesso per celebrare la potenza degli stati nazionali o come espressione dell'evoluzione dello studio e della ricerca nei più svariati settori della tecnologia.

Al termine di questa panoramica sull'evoluzione dei musei dalle origini ai nostri giorni, possiamo affermare con tranquillità che essi sono sempre stati, generalmente espressione di civiltà, e testimonianza di impegno nello studio e nella valorizzazione dei più svariati patrimoni della cultura, pur nelle diverse caratterizzazioni che hanno assunto parallelamente agli sviluppi della storia e della politica delle Nazioni che li ospitavano.

Oggi mantengono un ruolo di fondamentale importanza, sia come testimonianza del passato su cui si fonda l'identità delle odierne generazioni, sia come naturale luogo dove possono confluire i temi e i risultati delle ricerche storiche e scientifiche affinché divengano patrimonio di tutta la collettività.

Infatti solo se vi è un ampio coinvolgimento sociale sui temi sviluppati dagli studiosi, essi avranno il necessario sostegno economico e politico per un'adeguata valorizzazione dei loro sforzi.

Anche in questa logica si devono inserire i musei oggi pur continuando a svolgere le loro funzioni caratteristiche principali che abbiamo visto essere la conservazione dei reperti utilizzando le innumerevoli possibilità che la tecnologia può mettere a disposizione, lo sviluppo della ricerca e la divulgazione della conoscenza.

Quest'ultima funzione però sembra essere quella che caratterizzerà sempre più le strutture museali del prossimo futuro utilizzando anche una quantità sempre maggiore di attività collaterali alla semplice visita del museo, fra le quali citiamo ad esempio le mostre temporanee, le conferenze e i dibattiti mirati alle diverse tipologie di pubblico o la produzione di materiale editoriale e cinematografico.

Per realizzare in pieno tutte queste attività, riteniamo che sia importante operare al fine di trovare nell'attuale organizzazione sociale sufficienti risorse economiche per aggiornare il patrimonio museale del passato e per favorire la nascita di nuovi musei, così come per studiare con attenzione le nuove esperienze che si stanno avviando in tutto il mondo in questo settore che vive oggi un momento di grande fermento e vitalità.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Franco Minissi, "Il museo negli anni 80" Edizioni K 1983.
- 2. Henric Klotz, Waltraud Krase, "La nuova architettura dei musei" Goethe Institut Comune di Prato
- 3. Luigi Dell'Aglio, "Musei interattivi. Vietato non toccare" in Gulliver Aprile 1993.
- 4. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, "L'Italia dei Nuovi Musei" Fratelli Palombi Editore
- 5. Angelo Cerizza, Maria Luigia Pagliani, "Musei, testi e contesti" Nardini editore 1997.
- 6. Fulco Pratesi, "La Tenuta del Presidente" in "Oasis" Maggio-Giugno 1998.
- 7. Romano Mastrella, "Exibition design" nuova amica editrice 1998.
- 8. Saverio Ciarcia, "Allestimento museale" Clean edizioni 1998.
- 9. Touring Club Italiano, "Guida Touring Musei d'Italia" 1998.

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Progettazione Museale applicata a Temi Naturalistici

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVE Tenuta di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Grusovin, A. Tinelli

INTRODUZIONE

La progettazione di un museo, sia di tipo naturalistico che di altro genere, risulta attualmente un'operazione piuttosto complessa, soprattutto se si intendono rafforzare le sue funzioni divulgative e didattiche rispetto a quelle puramente conservative o di godimento estetico.

Il museo in passato si rivolgeva soprattutto ad appassionati e studiosi e perciò non richiedeva interventi particolari sui materiali esposti. Oggi invece, per presentare in modo chiaro e comprensibile ad un pubblico vasto cognizioni di tipo specialistico è necessario coinvolgere esperti di diversi settori e coordinare un lavoro di tipo *interdisciplinare*.

Di fatto, negli ultimi anni, per organizzare l'allestimento di molti musei sono stati interpellati sempre più spesso architetti e designer, ma anche psicologi, sociologi ed esperti nella comunicazione e nella didattica.

I testi che si occupano di progettazione museale oggi esprimono ampiamente questa tendenza e propongono di volta in volta diverse strategie in funzione delle differenti caratteristiche professionali degli autori.

F. Minissi (7) propone una differenziazione tra museologia e museografia che può far comprendere alcune fra le tematiche principali che si affrontano nell'organizzazione di un museo.

La museologia è la disciplina preposta all'indagine scientifica delle metodologie di ricerca, studio, classificazione, conservazione ed ordinamento dei beni culturali che sono approdati nel tempo al museo, la museografia invece è la disciplina sorta nel XVIII secolo come studio metodologico relativo all'architettura del museo ed ai criteri espositivi.

Sempre per comprendere la complessità dei temi di cui ci stiamo occupando, può essere utile citare ciò che espone R. Mastrella (6) quando affronta l'argomento dell'organizzazione di una mostra temporanea, che è un evento circoscritto, ma rappresentativo delle problematiche che si affrontano per l'allestimento di un museo. Egli afferma infatti che per ottimizzare una esposizione contribuiscono molte figure professionali, come il curatore scientifico, il designer, l'exibition manager e l'allestitore.

Il curatore scientifico spesso è il punto di partenza per una mostra, fornisce l'ordinamento degli oggetti, gli obiettivi, i messaggi da comunicare, mentre il designer elabora e coordina il progetto, l'exibition manager si occupa di organizzare e pianificare l'evento (tempi, pubblicità, catalogo, sponsor, budget economico.....), l'allestitore realizza nel suo laboratorio gli allestimenti veri e propri (fig. 1).

Esistono però ancora alcune resistenze di fronte a questo approccio interdisciplinare, e ciò che è stato definito come "museografia" viene infatti a volte mal sopportato e relegato riduttivamente al compito di semplice arredamento del museo.

Il museo così è una istituzione che oggi si trova in rapida evoluzione, con caratteristiche e finalità non sempre riconosciute da tutti nello stesso modo, e ciò impone di compiere delle scelte diverse per ogni situazione senza contare ancora su schemi progettuali collaudati e consolidati.

IL MUSEO NATURALISTICO ED I SISTEMI MUSEALI TERRITORIALI

Nel secolo scorso sono sorti molti musei naturalistici per ospitare le raccolte esotiche portate dai primi viaggiatori che si avventuravano in terre lontane e sconosciute oppure, con l'intento di conservare reperti

animali e vegetali accumulati in seguito alle grandi attività di studio svolte soprattutto nelle università per la classificazione delle specie appena conosciute.

Attualmente però quasi ogni area del mondo è raggiungibile con relativa facilità e gli studiosi possono osservare direttamente le varie specie viventi, così che questi musei hanno perso alcune delle funzioni che avevano in passato, assumendo comunque valore soprattutto come testimonianza delle attività di ricerca degli scienziati del passato.

Molti musei naturalistici oggi, sorgono invece con l'intento di descrivere le caratteristiche di particolari ambienti nel loro insieme, per studiare gli ecosistemi presenti in una determinata area geografica e le relazioni che intercorrono fra le varie forme di vita. Le specie vegetali e animali sono infatti raggruppate in associazioni e legate a precisi ambienti naturali, dove ogni specie è collegata a quelle con essa coabitanti da rapporti di antagonismo o collaborazione, che formano una fitta rete di relazioni essenziali per la loro sopravvivenza.

Nella nostra epoca caratterizzata dal timore di vedere scomparire lentamente numerose forme viventi, minacciate a causa degli inquinamenti e delle trasformazioni territoriali, i musei naturalistici possono contribuire a far conoscere tutto questo e divenire strumenti significativi nell'azione di salvaguardia dell'ambiente sensibilizzando un pubblico sempre più vasto sui temi della tutela ambientale e stimolando comportamenti ad essa coerenti.

Inoltre, di recente è stato evidenziato come risulti particolarmente efficace ai fini didattici, l'inserimento dei musei naturalistici all'interno di "sistemi museali" locali, in zone caratterizzate da spiccati valori ambientali.

All'interno di questi sistemi si collocano vari musei più o meno grandi, naturalistici e non, collegati ad una serie di iniziative collaterali come mostre temporanee, conferenze, attività di educazione ambientale, che sostituiscono l'idea dell'unico grande museo tipica dell'ottocento.

Il visitatore compie così visite guidate e percorsi interni ai musei, ma si muove anche attraverso itinerari proposti fra un museo e l'altro, in una città o in un parco naturale, collegando gli oggetti che vede esposti con la realtà che li ospita.

In questo modo si accentua molto la funzione di insegnamento del museo e si evita quello che si può definire l'effetto di "decontestualizzazione", che rende spesso difficilmente comprensibili ai meno esperti molti dei contenuti di alcuni musei organizzati in modo tradizionale.

Per rendere efficaci questi percorsi è necessario organizzare strutture che conservino oggetti in "loco", cioè senza spostarli dai luoghi di provenienza. Al contrario, molti musei in passato hanno invece accentrato materiali di origini diversissime, soprattutto per necessità di studio o per garantire la conservazione dei reperti all'interno di strutture museali più consolidate.

Oggi però siamo forse in grado di ottenere buoni risultati conservativi anche in strutture museali periferiche e si può tentare di far "ritornare" ai luoghi di origine molti oggetti spostati in precedenza. In alcuni casi i musei più eterogenei possono divenire una fonte alla quale attingere per creare strutture museali periferiche utilizzando soprattutto materiali residui, marginali o abbondanti nei magazzini.

Fino a poco tempo fa sarebbe stato improponibile pensare di poter attuare un'operazione di questo genere, ma oggi si comincia cautamente a realizzarla, pur nella consapevolezza che non tutte le collezioni si possono smembrare se hanno serie motivazione per rimanere unite.

Oggi vanno senza dubbio incoraggiate tutte le iniziative tendenti alla costituzione di nuovi musei su basi territoriali, perché valorizzano le caratteristiche dei luoghi che li ospitano e possono contribuire ad alleggerire la pressione di pubblico e di funzioni, che a volte gravano esageratamente sui più grandi musei metropolitani.

La nascita di nuove strutture locali può inoltre rappresentare l'occasione per la creazione di posti di lavoro in piccole comunità e in paesi a volte minacciati dallo spopolamento e dall'abbandono.

I "percorsi museali" ipotizzano di espandere "il museo fuori dal museo" e le aree che ne sono interessate spesso si trovano ad essere soggette a vincoli molto ristretti nell'uso del territorio, come nel caso di parchi o riserve naturali, ma ciò non deve coincidere con la loro condanna all'immobilismo.

Se invece si intende questa operazione finalizzata alla tutela e alla valorizzazione attiva degli ambienti naturali, è possibile superare le perplessità che a volte hanno i loro abitanti, dovute invece ad un'idea di conservazione statica e passiva.

In passato, per salvaguardare un ambiente, a volte lo si è sottratto quasi totalmente alla sua vocazione originaria, limitando le attività che in precedenza vi si svolgevano e attribuendogli la sola funzione statica museale, così come può accadere per una pala d'altare, che viene trasferita nel museo e perde completamente il suo contesto devozionale. Sarebbe più opportuno invece ricercare la corretta

convivenza fra il nuovo uso culturale e gli usi precedenti del territorio, facendo in modo che più funzioni possano coesistere armonicamente.

Vogliamo citare a titolo di esempio alcune esperienze, fra le tante già presenti in Italia anche in piccole realtà locali, che hanno messo in pratica l'idea del "sistema museale". Il *Parco Nazionale d'Abruzzo*, ha istituito vari musei tematici in diversi comuni del proprio territorio, spesso vicino ad aree di interesse faunistico, come il Museo del lupo a Civitella Alfedena, il Museo del camoscio ad Opi, il Museo del cervo a Villavallelonga, il Museo del capriolo a Bisegna ed il Museo della lince in fase di progettazione ancora a Civitella Alfedena.

L'Ecomuseo di Argenta, nel Parco del delta del Po, in provincia di Ravenna, comprende il Museo della bonifica nello stabilimento idrovoro di Saiarino, il Museo delle Valli di Argenta con una sezione storico – naturalistica ed un centro visitatori, entrambi realizzati recuperando manufatti edilizi, anche di tipo rurale, che erano stati abbandonati e localizzati all'interno dell'Oasi di Val Campotto dove sono presenti anche percorsi naturalistici collegati alla visita dei musei.

L'Ecomuseo a tappe dell'ardesia, in Val Fontanabuona, nell'entroterra ligure alle spalle del Golfo del Tigullio, comprende un opificio del 1900, restaurato ed adibito a centro espositivo e di accoglienza dei visitatori, una serie di antiche cave di ardesia recuperate e visitabili, un museo dell'ardesia permanente, e un percorso per far conoscere gli usi dell'ardesia che prevede anche la visita di una chiesa del XIII secolo.

Questa strategia di dispersione del museo sul territorio è molto suggestiva e particolarmente adatta ai temi di tipo storico-naturalistico, ma per risultare veramente incisiva è necessario che i percorsi di visita siano ben studiati, così come pure il collegamento tra i musei e tutte le altre attività previste all'interno di un sistema museale.

Naturalmente sarà più agevole inserire un museo di nuova istituzione in un sistema di questo tipo, ma la strategia è proponibile anche quando ci si trova ad aggiornare un "vecchio" museo. Le realtà locali daranno poi di volta in volta spunti per sottolineare questo o quell'aspetto nell'organizzazione del sistema museale, ponendo l'accento sui valori naturalistici di un'area, sulle preesistenze archeologiche o su eventi storici e tradizioni locali particolarmente rilevanti.

Per ciò che riguarda la Tenuta di Castelporziano, ricordiamo che essa è visitabile anche se non aperta al pubblico, e già attualmente la visita guidata prevede un percorso naturalistico all'aperto e la possibilità di assistere alla proiezione di materiale audiovisivo, mentre è stato da poco istituito un museo archeologico al suo interno.

Quanto appena esposto ci permette di ipotizzare anche qui la possibilità di un "sistema museale", organizzato in accordo con le altre attività di natura diversa che la Tenuta attualmente ospita e di cui può entrare a far parte anche un museo naturalistico.

Il museo naturalistico inoltre dovrebbe essere collegato con il territorio circostante, caratterizzato da notevoli valori storici, culturali ed ambientali e rappresenta un'oasi verde di vaste dimensioni fra le poche ormai rimaste lungo le coste italiane.

In questo caso il processo di musealizzazione può essere realizzato sia per salvaguardare la Tenuta nel suo insieme, su cui incombe l'espansione di una città come Roma, sia per conservare una serie di reperti che, accumulati nel tempo, possono costituire il nucleo di partenza per la parte espositiva vera e propria. Pensiamo che questa sia una prospettiva auspicabile nella progettazione di nuovi musei naturalistici, perché ne sottolinea i legami con il territorio in cui è inserito, accentuando le finalità di tipo didattico e divulgativo che oggi sono da ritenersi di grande importanza al fine della generale salvaguardia dei patrimoni naturalistici che rischiano di essere distrutti.

L'EDIFICIO MUSEALE

La scelta dell'edificio adatto per un museo è molto delicata, perché in funzione di essa si dovranno risolvere problemi di natura molto diversa. Le possibilità che si presentano sono sostanzialmente due: utilizzare edifici preesistenti, oppure edificare nuove strutture progettate esplicitamente per la funzione museale.

La situazione più comune in Italia è senza dubbio la prima, cioè i musei si trovano quasi sempre collocati in edifici storici perché, divenuti di proprietà pubblica, spesso sono stati collocati in sedi prestigiose per sottolinearne il valore.

Nei casi più suggestivi le collezioni sono conservate nei palazzi di proprietà delle famiglie che hanno iniziato a raccogliere i primi oggetti e anche se i reperti provengono da altri luoghi non è opportuno

separarli dall'edifició in cui sono ospitati perché il "contenitore" ed il "contenuto" hanno un significativo passato in comune.

Fin quando allestire un museo significava soprattutto custodire genericamente degli oggetti, questa soluzione poteva essere accettabile, ma attualmente è spesso fonte di numerosi problemi. Oggi infatti un museo ha bisogno di spazi adatti a percorsi di visita flessibili, ad allestimenti variabili e ad ospitare un'impiantistica spesso molto sofisticata.

Adeguare vecchi edifici per garantire le caratteristiche ottimali all'allestimento di un museo, significa spesso stravolgerli per fare posto a scale, ascensori, montacarichi, locali tecnici per l'aria condizionata, rampe per migliorare l'accessibilità ed eliminare le barriere architettoniche.

Antichi palazzi di alto valore storico a volte mantengono il loro aspetto esteriore, ma vengono praticamente ricostruiti e snaturati.

Oltre tutto, queste operazioni sono spesso costosissime, richiedono l'uso di tecniche costruttive sofisticate per non arrecare danni alla statica dell'edificio, ed alla fine costringono a dover accettare molti compromessi nell'organizzazione dell'esposizione museale.

Per quanto affascinante, l'ipotesi di utilizzare edifici storici come "contenitori" di musei moderni, oggi va valutata con molta cura e senza pregiudizi, perché spesso risulterebbe più economico costruire nuovi edifici, progettati con tutte le caratteristiche adatte per questa funzione.

Il dibattito in materia è vivace, perché molti ritengono che le moderne architetture non siano in grado di avere il fascino di quelle antiche, ma è bene non escludere a priori la seconda ipotesi, che è invece ampiamente prescelta in molti Paesi europei, pure ricchi di architetture di alto valore storico come ad esempio la Francia.

La scelta del riuso è invece più facilmente proponibile quando si tratta di operare su edifici non eccessivamente antichi o di scarso pregio architettonico, come alcuni presenti a Castelporziano, soprattutto quando hanno perso le loro funzioni originarie e sarebbero destinati all'abbandono. E' opportuno infatti che essi vengano restaurati e recuperati soprattutto nelle aree dove esistono vincoli categorici che impediscono la possibilità di edificare nuove costruzioni.

Il risultato finale della progettazione dovrebbe comunque garantire un equilibrio fra "contenitore" e "contenuto", senza che il primo soffochi completamente il secondo, con un'immagine architettonica troppo forte, sia in edifici antichi che moderni.

Su questo tema il dibattito oggi è aperto fra chi sostiene che il "contenuto" debba essere il principale protagonista del museo e chi ripropone nuovamente "contenitori" come veri e propri moderni templi dell'arte.

LA PROGETTAZIONE DEL MUSEO E LA SUA ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE

Il "Manuale dell'architetto" fornisce una definizione di museo che può essere utile ricordare prima di addentrarci nell'esame dell'iter progettuale : "E' un organismo architettonico caratteristico, destinato alla conservazione ordinata di materiale avente interesse artistico, scientifico o di costume ed alla sua esposizione selezionata al pubblico, a scopo culturale, didattico, educativo".

I progettisti, fino a poco tempo fa, si sono interessati soprattutto di musei di tipo archeologico o artistico, preoccupandosi generalmente di esaltare i valori estetici degli oggetti esposti e la maggior parte delle teorizzazioni che si sono sviluppate in materia risentono di questa impostazione.

I musei scientifico-naturalistici infatti, per molto tempo sono stati ritenuti più che altro ambienti a disposizione degli studiosi o delle università presso le quali si sono spesso costituiti, così che il tema della loro progettazione solo di recente è oggetto di riflessioni specifiche.

Tenendo conto di questa premessa, passiamo ora a descrivere alcune metodologie progettuali, sottolineando che i pochi tentativi di schematizzazione intrapresi, risultano piuttosto generici ed insufficienti in una materia che richiede molta flessibilità operativa e dove le scelte progettuali sono intimamente legate alla sensibilità personale dei vari progettisti.

Facendo riferimento al "Manuale dell'architetto", vengono proposte 3 fasi principali nell'organizzazione della progettazione : a) l'elaborazione di un programma architettonico, che dipende dalla fisionomia della collezione ospitata dal museo e che determina la qualità dei rapporti intercorrenti fra le opere esposte e la loro sede, b) la scelta dell'organizzazione e dell'ordinamento del museo di competenza dei curatori scientifici del museo, c) la scelta dei sistemi e dei mezzi tecnici adatti alla presentazione e conservazione delle singole opere.

La figura 2, presenta uno schema organizzativo che sottolinea l'opportunità di distinguere il percorso destinato alla visione dei "capolavori" del museo ed accessibile ad un vasto pubblico, da quello per gli studiosi interessati anche alle opere minori.

Nella figura 3 viene proposto uno schema già più articolato, che suggerisce la distribuzione dei servizi collaterali al museo e che ruotano ancora intorno alla vera e propria zona espositiva.

La figura 4 invece, riporta uno sistema più lineare che rappresenta lo "schema generale teorico del museo moderno" suggerito da F. Minissi (7), che elenca gli elementi costitutivi del museo e le funzioni che esso deve espletare nella migliore ipotesi proponibile. Esso prevede:

1) un atrio d'ingresso, 2) una zona informazioni, 3) una zona vendita, 4) una zona ristoro, 5) una zona dedicata alle mostre temporanee, 6) uno spazio per proiezioni e conferenze, 7) un'area dedicata all'esposizione permanente, 8) la zona deposito, 9) il settore dedicato alla ricerca, 10) gli uffici amministrativi.

Passiamo ora a descrivere le caratteristiche di questi spazi, considerando che saranno poi molto differenti per ogni singolo caso, in relazione alle varie specifiche esigenze, alle scelte di gestione del museo e alle risorse economiche disponibili.

L'ingresso è lo spazio con cui il museo si presenta ai visitatori, e che per questo deve essere trattato con molta cura, avendo il compito di preannunciare le esperienze che si potranno fare, e di predisporre le persone alla visita. E' il luogo dove avviene il passaggio fra l'ambiente esterno e quello interno, in cui è possibile fermarsi ed orientarsi. Dovrà quindi essere proporzionato all'affluenza di pubblico prevista, ma mai di dimensioni troppo ridotte, per evitare spiacevoli affollamenti.

E' necessario che qui sia ben evidenziato il nome del museo e succintamente anche i suoi contenuti, che vi siano indicazioni chiare e ordinate per dirigersi verso le zone prescelte ed infine una biglietteria ed una sezione di accoglienza al visitatore.

Nella zona *informazioni* dovranno essere presenti, diversi pannelli illustrativi, per indicare i servizi disponibili presso il museo (es. ristoro, guardaroba, wc, telefoni, ...), per riassumere tutte le attività che vi si svolgono (es. mostre temporanee, conferenze, proiezioni, ...) e per informare sui supporti alla visita di cui si può eventualmente usufruire (es. opuscoli, cataloghi, audio-guide, visite guidate, ...).

Le zone *vendita* e *ristoro* possono essere pensate perché siano accessibili direttamente dall'ingresso e dall'esterno, considerandole degli esercizi commerciali a tutti gli effetti.

In strutture museali adatte e di un certo richiamo, questi ultimi, possono divenire dei punti di riferimento per tutta la città e dei piacevoli luoghi di incontro durante il tempo libero, anche per chi non visita necessariamente il museo.

Qui potrà essere messo in vendita materiale di vario tipo, come libri a carattere divulgativo o scientifico, videocassette, CD Rom, oggettistica legata ai contenuti del museo e tutto ciò che si riterrà opportuno proporre. Così pure il punto ristoro potrà essere progettato come una semplice zona per riposarsi a fine visita, magari con un piccolo bar per veloci consumazioni, oppure come un luogo dove poter anche consumare un vero e proprio pasto tutto in proporzione alla dimensione generale della struttura museale.

La gestione di queste attività, dovrà essere coordinata con le altre esigenze del museo e affidata completamente ad aziende esterne, oppure il museo stesso potrà parteciparvi con un suo specifico progetto commerciale, tutto naturalmente in accordo con le possibilità previste dalle normative vigenti nei vari casi specifici.

Sempre dall'ingresso, si potrà poi accedere alla zona dedicata alle *mostre* temporanee e a tutte le altre iniziative organizzate dal museo nello spazio per proiezioni e *conferenze*.

Mostre, proiezioni e conferenze sono strumenti divulgativi collaterali, sempre più usati attualmente nella gestione dei musei, per confrontare i risultati delle ricerche da essi svolte, per pubblicizzarne i contenuti, a scopo didattico o per proporre materiali di altri musei con cui sono in atto scambi culturali.

A questo punto è necessario parlare del cuore vero e proprio del museo, cioè dell'esposizione permanente, che proporrà i contenuti più importanti e l'idea di base di tutta la struttura, snodandosi intorno ad un percorso di visita appositamente studiato.

La zona deposito può essere molto importante, in quei musei che non sono in grado di esporre tutto il materiale a loro disposizione. Anche qui la conservazione dovrà essere molto attenta e prevedere gli stessi accorgimenti di sicurezza e di eventuale climatizzazione, presenti nelle zone aperte a tutto il pubblico del museo.

I depositi dovranno essere organizzati in modo che il loro contenuto sia facilmente visionabile (fig. 5), in qualsiasi momento, da tutti gli studiosi che ne facciano richiesta e sarebbe auspicabile, che tutto il materiale presente, possa essere periodicamente esposto, magari per mostre temporanee.

Nella dislocazione planimetrica i depositi dovranno essere agevolmente collegati al museo vero e proprio, accessibili anche direttamente dall'esterno e dagli uffici così come il settore dedicato ai ricercatori e agli studiosi.

Il settore dedicato alla *ricerca* potrà prevedere molte strutture, in funzione del grado di utilizzo che se ne prevede. Vi sarà innanzi tutto un archivio generale dei reperti del museo necessario anche nelle strutture più piccole e poi, a seconda dei casi, biblioteca, fototeca, raccolta video ed eventuali laboratori appositamente attrezzati.

A conclusione di questa carrellata sui luoghi del museo rimane il settore degli *uffici* per la direzione e l'amministrazione che devono essere collegati al resto della struttura, ma accessibili anche indipendentemente da essa, e che non devono avere particolari caratteristiche.

L'amministrazione del museo potrà avere molti compiti, come la ricerca, la divulgazione, la didattica, la gestione economica, ma ci preme ricordare qui anche l'importanza di una adeguata manutenzione e pulizia degli spazi espositivi, che non deve mai venire a mancare per non vanificare velocemente a causa dell'incuria i notevoli sforzi progettuali.

IL PERCORSO ESPOSITIVO E L'INFORMAZIONE GRAFICA

Il percorso espositivo è l'elemento essenziale che qualifica l'esperienza della visita al museo. Esso deve assicurare la migliore e più completa visione degli oggetti, suggerire la visioni da vicino e da lontano, proporre esperienze di diversa natura, stimolare riflessioni, dare emozioni.

E' giusto prevedere un itinerario principale non troppo rigido, flessibile, con la possibilità di alcune varianti, ed anche itinerari secondari, parziali, magari finalizzati alla sola conoscenza di temi specifici, per adattarsi alle diverse categorie di pubblico che visiteranno il museo (fig. 5).

Gli itinerari di visita devono rappresentare dei veri e propri racconti, incisivi e vari, con soste ed accelerazioni, senza ingenerare confusione e senza cadere nella monotonia e nella ripetitività.

Le varie opzioni di visita devono essere chiaramente indicate all'ingresso e ogni itinerario inizierà possibilmente con una sezione introduttiva, in cui saranno riassunti brevemente i suoi contenuti. Per ogni sezione del museo sarebbe poi utile proporre un pannello esplicativo generale, ed eventualmente brevi schede illustrative che il visitatore può portare con se, durante la visita.

Le possibilità nell'impostazione dell'esposizione sono innumerevoli. In alcuni casi si può organizzare un percorso che privilegia la visione dei reperti, soprattutto se sono di particolare pregio, come ad esempio accade agli Uffizi o proporre una struttura a scopo prevalentemente didattico come la Citè des sciences et de l'industrie di Parigi, rivolta essenzialmente ai più giovani utilizzando criteri interattivi. In altri casi è possibile raccontare eventi storici particolari, di rilevanza nazionale o locale, come nel piccolo Museo della bonifica del litorale romano, o descrivere un luogo di particolare pregio storico-naturalistico sottolineandone gli aspetti più caratteristici come nei numerosi musei presenti nei parchi nazionali e nelle aree protette e come potrebbe essere proposto per la Tenuta di Castelporziano.

Gli strumenti utilizzabili a fini espositivi sono infiniti, e comprendono: testi scritti per la presentazione delle varie sezioni del museo, per le spiegazioni che accompagnano i reperti e per le didascalie, disegni esplicativi moderni e d'epoca, foto, filmati, modelli e ricostruzioni anche a scala reale, materiali informatici fruibili tramite computer, simulazioni di realtà virtuali o allestimenti che permettono di compiere esperienze di vario genere, percepire odori, suoni, toccare oggetti, e così via.

Dal punto di vista dell'organizzazione spaziale i pannelli espositivi ed ogni altro elemento che si ritiene opportuno proporre, potranno essere dislocati seguendo maglie planimetriche di forma geometrica o secondo schemi liberi all'interno degli ambienti che si hanno a disposizione.

La grafica da utilizzare riveste poi un ruolo rilevante e dovrà essere studiata con particolare attenzione, secondo una precisa strategia, per garantire il successo della comunicazione visiva.

Si dovrà porre molta attenzione alla segnaletica interna, dovranno essere scelti adeguatamente forma e dimensioni dei caratteri da utilizzare (fig. 6), così come sarà determinante la lunghezza e la tipologia dei testi da presentare in modo che siano adatti anche a diverse fasce di pubblico.

LA LUCE E IL COMFORT AMBIENTALE

Vogliamo ora dedicare un cenno particolare alla luce nei musei, che è uno strumento espositivo essenziale, tanto che la stessa forma complessiva di un museo e delle sue sale espositive può essere determinata dalla necessità di garantire le più corrette condizioni di illuminazione.

L'illuminazione infatti aiuta a concentrare l'attenzione su ciò che si vuole mettere in evidenza e deve essere studiata con molta cura, per evitare i danni che può arrecare ai reperti se male utilizzata, e per eliminare i fastidi enormi che può arrecare ai visitatori provocando riflessi, abbagliamenti, ombre portate o contrasti di chiaro scuro troppo marcati (fig.7).

E' bene quindi prevedere un progetto preciso per l'illuminazione sia generale che particolare, scegliendo i sistemi di illuminazione più appropriati come quello a luce naturale dall'alto o laterale, quello misto o quello completamente artificiale.

Per garantire più in generale il comfort dei visitatori e per assicurare la corretta conservazione di ciò che è esposto nel museo è necessario un adeguato trattamento dell'aria, un controllo della temperatura e dell'umidità relativa.

Il progetto del controllo dell'aria deve prevedere un sufficiente riscaldamento degli ambienti in inverno ed una refrigerazione dell'aria in estate, isolando però in particolari bacheche, appositamente studiate, quei reperti che invece necessitano di un clima costante per tutto l'arco dell'anno.

Le condizioni di comfort ambientale di cui si è parlato rappresentano quelle maggiormente auspicabili ed è possibile fornirle solo analizzando a fondo luoghi in cui si opera, le caratteristiche dei reperti e degli oggetti da esporre, le disponibilità economiche a cui si può attingere, ricorrendo se possibile ad un'impiantistica adeguata, spesso sofisticata e molto ingombrante individuando spazi adeguati ad essa, in modo da non compromette l'immagine architettonica finale del museo, soprattutto se si tratta di un edificio di particolare pregio storico.

CONCLUSIONI

Riassumendo, in questa breve trattazione abbiamo voluto sottolineare la delicatezza e la complessità dei problemi che si incontrano nella progettazione museale e che a nostro avviso possono essere affrontati solo con l'intervento coordinato di vari professionisti.

Per ciò che riguarda i musei naturalistici, poi ci pare sempre più importante collegarli con il contesto in cui si inseriscono, per sottolineare l'importanza della conservazione degli ambienti naturali nel loro insieme, come presupposto per la tutela delle specie animali e vegetali.

Abbiamo poi tentato di esporre alcuni riferimenti metodologici da seguire per l'organizzazione pratica degli spazi del museo, considerando i principali parametri che ne determinano una confortevole fruizione, sottolineando le possibili scelte che si possono effettuare nell'individuare gli edifici che lo possono contenere, antichi o recenti.

Infine vorremmo accennare alle ulteriori possibilità di fruizione del museo che possono suggerire alcune moderne tecnologie, come CD Rom predisposti per la visita o siti di Internet pensati allo stesso scopo, spesso però ancora sperimentali e rivolte ad un pubblico particolare di appassionati ma che confermano la validità del museo come istituzione della nostra attuale società.

BIBLIOGRAFIA

- 1. Angelo Cerizza, Maria Luigia Pagliani "Musei, testi e contesti" Nardini editore 1997.
- 2. Saverio Ciarcia "Allestimento museale" Clean edizioni 1998.
- 3. Luigi Dell'Aglio "Musei interattivi. Vietato non toccare" in Gulliver Aprile 1993.
- Henric Klotz, Waltraud Krase "La nuova architettura dei musei" Goethe Institut Comune di Prato 1985.
- 5. Manuale dell'Architetto 1975.
- 6. Romano Mastrella "Exibition design" nuova arnica editrice 1998.
- 7. Franco Minissi "Il museo negli anni 80" Edizioni K 1983.
- 8. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali "L'Italia dei Nuovi Musei" Fratelli Palombi Editori 1994.
- 9. Fulco Pratesi "La Tenuta del Presidente" in "Oasis" Maggio-Giugno 1998.
- 10. Touring Club Italiano "Guida Touring Musei d'Italia" 1998.

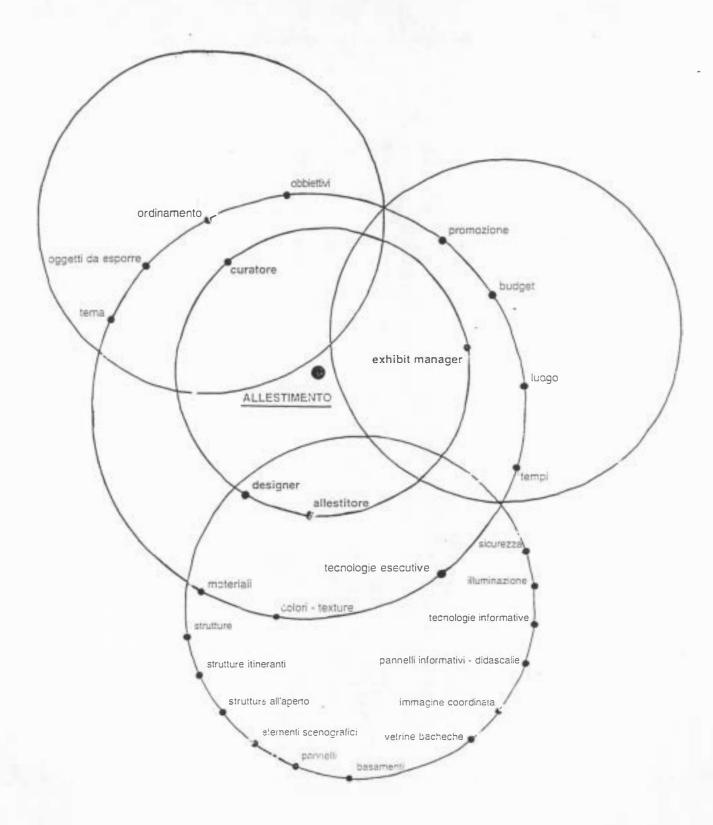


Figura 1 - Ideogramma con evidenziate le figure professionali e i contributi che esse forniscono per una giusta definizione dell'allestimento (R. Mastrella).

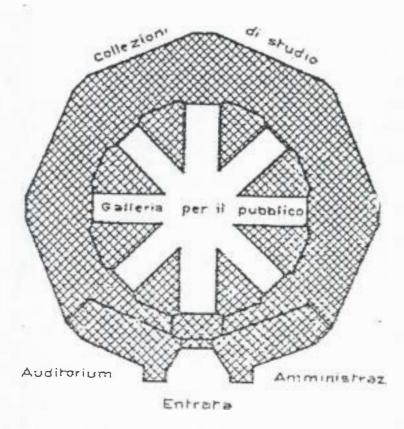


Figura 2 - Schema di museo proposto da Clarence Stein.

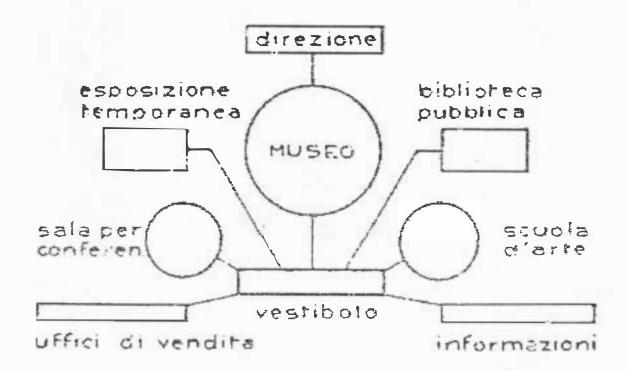


Figura 3 - Schema distributivo dei servizi del museo secondo Bierbauer.

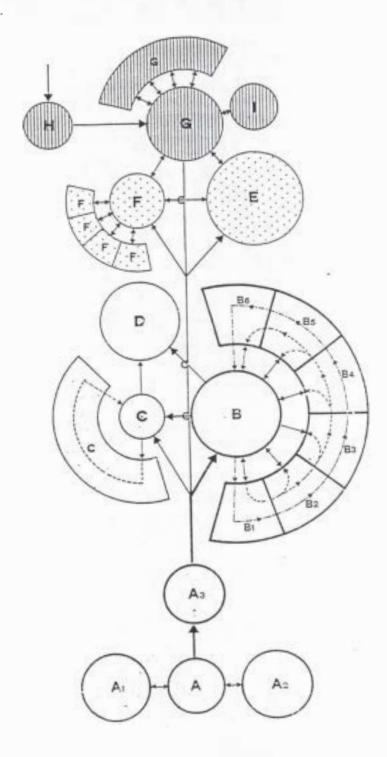
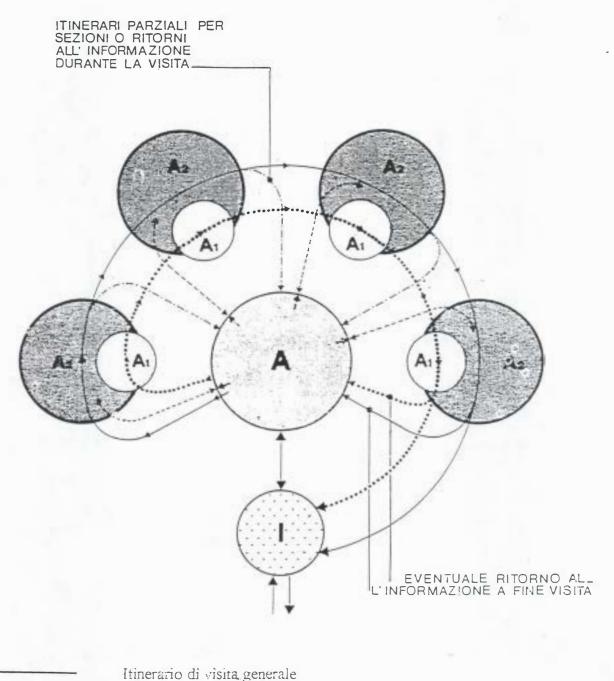


Figura 4 - Schema generale teorico del museo moderno secondo F. Minissi. A) Atrio, A1) Vendita, A2) Ristoro, A3) Informazioni, B) Introduzione al museo, B1-B6) Sezioni del museo, C) Introduzione alle mostre, C1) Percorso espositivo, D) Sala conferenze, E) Catalogo-Biblioteca-Archivio, F) Riserve, G) Direzione, H) Affluenza materiali, I) Laboratori.



Itinerari parziali per sezioni

Itinerari parziali per sezioni

Itinerari didattico di primo approccio al museo

Iumerari liberi dall'introduzione all'episodio museale di specifico interesse

Figura 5 - A) Introduzione generale al museo, A1) Raccolta di materiale informativo e didattico elementare relativo ad ogni sezione del museo, A2) Sezioni del museo. I) Servizi di ingresso e uscita. (F. Minissi).

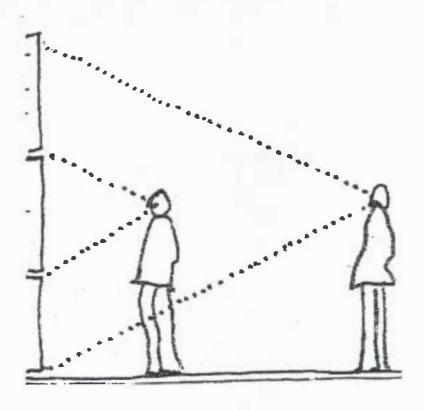


Figura 6 - E' bene considerare il rapporto tra l'altezza dei "segnali" e la distanza dell'osservatore per ottenere una buona leggibilità in spazi di grandi dimensioni (R. Mastrella).

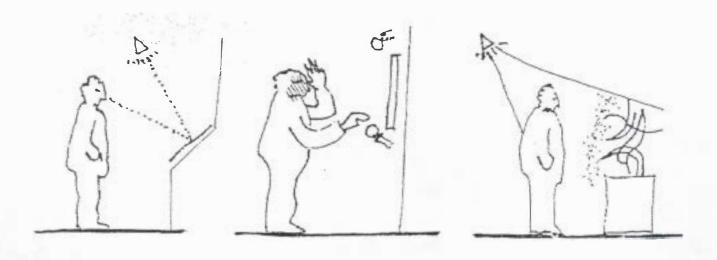


Figura 7 - Nella sistemazione delle lampade è necessario fare attenzione al riverbero, all'abbagliamento, ai coni d'ombra (R. Mastrella).

GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Storia e Modalità di Trasformazione di alcuni Percorsi

Storici: Ipotesi di Ripristino e Interventi di Mitigazione Ambientale nel Comprensorio di Castelporziano-

Castelfusano-Capocotta

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PARTECIPANTI ALLA RICERCA A. Tinelli, S. Federici

INTRODUZIONE

Nel comprensorio di Castelporziano, Castelfusano e Capocotta sono stati ricercati gli elementi di continuità territoriale e di unitarietà ambientale.

La scelta di studiare contemporaneamente le suddette aree è stata suggerita dal fatto che vengono considerate come un unico insieme ambientale, ossia zone con caratteristiche, sia dal punto di vista morfologico che ambientale e paesaggistico, simili. Purtroppo questa omogeneità, in parte, si è trasformata nel tempo probabilmente a causa di un uso differenziato ed a volte perfino improprio del territorio.

L'importanza dell'unitarietà ambientale dell'area è sottolineata dall'essere un raro esempio di evoluzione degli ecosistemi tipici dell'ambiente mediterraneo nella costa tirrenica. Partendo infatti dalle dune costiere di Capocotta e Castelporziano si può giungere alla macchia mediterranea formatasi nell'entroterra, con successioni vegetazionali preservate solo in questo tratto di costa non urbanizzata.

Origini

"E già si imporporava il mar di raggi e dall'alto fulgea bionda l'aurora su la biga di rose, allor che l'aure posarono ed ogni alito ad un tratto dié giù, stentando in lento marmo i remi. Ed ecco Enea dal mare un'ampia selva discerne.

Ameno in mezzo a quella il Tebro biondo di sabbia co' rapaci gorghi in mar prorompe"...

Virgilio (Eneide, libro VII, vv. 34-43)

"Prodotto dall'avanzamento della linea di costa e dalla deposizione e ridistribuzione dei materiali fluviali, questo paesaggio nell'antichità era assai più mutevole di quanto lo sia divenuto con la stabilizzazione dei margini costieri e la progressiva bonifica dei livelli retrostanti. E' probabile che esso allora offrisse una maggiore quantità di punti di comunicazione tra le acque marine e quelle lacustri. La vegetazione che originariamente vi predominava doveva essere caratterizzata da dense boscaglie e macchie" (N. Purcell 1991 - Castelporziano III). Questa la conclusione di N. Purcell in base agli studi effettuati durante la campagna di scavo nella Tenuta di Castelporziano in questi ultimi anni. Il sito risulta ancora oggi particolarmente suggestivo con particolari viste panoramiche e gli elementi naturali non risultano compromessi dal tempo.

L'urbanizzazione storica

Particolare importanza rivela la considerazione che questa zona posizionata a sud di Roma, fu scelta come luogo dedicato alle ville residenziali, all'otium e ai piaceri della natura da parte degli antichi

romani appartenenti ai più alti ceti sociali, a partire già dall'età repubblicana. "Il lido è contornato da ville che ora si susseguono ininterrotte, ora distanziate: danno l'impressione che si tratti di molte città" (R. Lanciani). Lanciani individua nei primi del Novecento (1845-1929) circa nove cumuli di terra che corrispondono ad antichi resti di ville sepolte nella sabbia e in alcuni casi nascoste dalla vegetazione (vedi fig. 1).

I resti archeologici rinvenuti risultano ben conservati ed unici nel loro genere da richiedere interventi di restauro non indifferenti, in particolare quelli che testimoniano della presenza del Vicus Augustanus Laurentium che raggiunse il massimo splendore tra il I e il III secolo dopo Cristo e dell'area di Tor Paterno identificata come Villa Imperiale nonostante le stratificazioni di età medievale e moderna. E' in questa zona che sono state identificate tracce imponenti di un acquedotto e della strada basolata che lo costeggia, a supportare le ipotesi che si trattasse di un sito piuttosto importante così da essere collegato con le strade di servizio del tempo.

ASPETTI LEGISLATIVI DEL COMPRENSORIO

Il comprensorio

Il comprensorio di Castelporziano, Castelfusano e Capocotta di particolare pregio ambientale ed unitarietà naturalistica include la pineta di Castelfusano che ricopre un'area di 1000 Ha, ed appartiene alla zona N (parco pubblico e impianti sportivi) come viene indicato dal P.R.G; la tenuta di Capocotta con una superficie di 1100 Ha è zona N (parco pubblico e impianti sportivi) del P.R.G.; per una superficie di 4900 Ha si sviluppa la tenuta di Castelporziano, che riveste la zona G1 (parco privato vincolato) del P.R.G., dove insiste il Vincolo Archeologico e Paesistico della Legge 1497/39 come indicato dal D.M. del 21/10/54 e successivi. In seguito tutto il complesso è stato soggetto al Decreto Galasso 431/85.

Nel 1987 è stato istituito il *Parco litorale romano* per la maggior protezione di tutto il comprensorio che complessivamente si estende su un territorio di circa 30.000 Ha senza comprendere la tenuta di Castelporziano (vedi fig. 2 Riserva del Parco litorale romano).

L'Amministrazione regionale competente ha sottoposto l'area su cui insiste il comprensorio a specifica normativa d'uso e valorizzazione facendola rientrare nell'ambito di apposito Piano Paesistico. In particolare sono assolutamente vietate modificazioni e trasformazioni dell'assetto territoriale, alterazioni delle alberature mediante l'inserimento di specie non autoctone. Tutti gli interventi di manutenzione, consolidamento e restauro conservativo, non devono alterare e compromettere in nessun modo lo stato e la consistenza dei luoghi.

Normativa

Legge nº 1497 del 29/06/39 - Protezione delle bellezze naturali.

Legge n° 431 del 08/08/85 (Legge Galasso) - Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27/06/85 n° 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Decreto n° 428 del 28/07/87 (Decreto Pavan) - Individuazione di zone di importanza naturalistica del litorale romano.

D.C.C. 24/07/91 - Variante di Salvaguardia delle zone di importanza naturalistica del litorale romano. D.M. del 09/11/94 (Decreto Matteoli) - Misure provvisorie di salvaguardia della area di importanza naturalistica del Litorale Romano.

D.C. nº 39 del 20/02/95 - Delimitazione del perimetro del Parco del Comune di Roma.

D.C. Min. Ambiente del 27/12/95 - Individuazione dell'area da proporsi come Riserva Naturale Statale "Litorale Romano".

D.M. del 29/03/96 - Istituzione della Riserva Naturale Statale "Litorale Romano" e relative misure di salvaguardia.

Abbiamo voluto qui riproporre la normativa vigente che regola il comprensorio di Castelporziano, Castelfusano e Capocotta, per meglio comprendere le scelte progettuali che proponiamo in questo studio, che devono comunque rispettare tali leggi e decreti.

Questo schema suggerisce anche una chiave di lettura per cui alcune zone tutelate siano giunte a noi in condizioni fortemente differenti da quelle che oggi vediamo degradate per un uso improprio del territorio.

METODOLOGIA D'INDAGINE

La continuità ambientale e la rilettura del territorio

La continuità ambientale del Comprensorio di Castelporziano, Castelfusano e Capocotta ha suggerito una rilettura del territorio in chiave paesaggistica attraverso l'individuazione degli aspetti storici.

Gli elementi di continuità presenti nell'area di analisi sono stati suddivisi in due fattori principali che li caratterizzano:

- il fattore naturalistico;
- il fattore antropico.

Si assiste ad una evoluzione dell'area in modo biologicamente naturale, senza la presenza dell'uomo, mentre nel secondo caso l'intervento dell'uomo, diretto e indiretto condiziona e muta la crescita del territorio manipolandolo secondo obiettivi prefissati.

Partendo quindi dagli studi sugli elementi archeologici rinvenuti in queste aree si è cercato di individuare quelli che in passato sono stati gli elementi di continuità di particolare valore del paesaggio naturale e del paesaggio antropico.

Come si può notare dalle foto riportate (Figg. 3, 4), uno stesso viale come quello di Castelporziano si presenta in maniera assai diversa nel caso lo si osservi dall'interno della Tenuta o immediatamente dal di fuori. In realtà il viale aveva la stessa funzione di collegamento con l'agglomerato urbano del castello, ma l'urbanizzazione del territorio gli ha assegnato una chiave di lettura differenziata togliendogli quella caratteristica di essere un unico elemento di congiunzione. Il nostro obiettivo sarà di riconsegnargli la valenza di continuità

L'esigenza è quella di evidenziare, in particolare, gli antichi percorsi, quali i grandi viali alberati, attraverso il loro recupero, rivalutandone gli elementi caratteristici già esistenti, proponendone la fruizione ed evidenziando gli aspetti contemplativi dei luoghi e del significato che questi hanno avuto nel tempo. Si cerca inoltre di aumentare le particolarità naturalistiche e scenografiche del sito per renderne più piacevole ed entusiasmante il percorso.

Elementi di continuità di particolare pregio

Si intendono per elementi di continuità di particolare pregio i Viali alberati, cioè percorsi che hanno segnato un uso del territorio compatibile con le esigenze del tempo.

Da qui l'idea di ricreare percorsi nuovi, riproponendo gli antichi, che chiameremo "*i percorsi paesaggistici del Presidente*" in considerazione dell'alto valore storico e di rappresentanza dell'inserimento nell'ambiente naturale.

Questi dovranno avere la caratteristica di essere di alto livello contemplativo ed offrire scorci visuali significativi su realtà naturalistiche uniche nell'evocare ambienti dalle strutture storiche e vegetazionali di elevato pregio.

Dopo una minuziosa indagine bibliografica, che ci ha permesso di immergerci nella storia del luogo, si è resa necessaria una valutazione delle notizie per rilevare eventuali contraddizioni e discordanze. In particolare analizzando la carta dell'Agro (Carta storica archeologica monumentale e paesistica del suburbio e dell'agro romano, redatta dal Comune di Roma nel 1986) e utilizzandola come base per i nostri studi abbiamo individuato e successivamente riportato gli elementi di continuità del paesaggio.

Questi sono stati distinti in:

- 1. Elementi di continuità del paesaggio naturale.
- 2. Elementi di continuità del paesaggio antropizzato.

Dalla Carta dell'Agro è stata rilevata come unica discordanza con la realtà del luogo l'individuazione dei viali alberati; così abbiamo segnato sulla carta, verificandoli, quelli ricadenti all'interno della Tenuta e lasciato quelli esterni come indicazioni del tessuto urbanistico.

Analisi storica

Per meglio comprendere l'excursus nel tempo di questo comprensorio, possiamo fare riferimento ai documenti letterari e alle carte topografiche redatte in passato. Queste le abbiamo catalogate in ordine cronologico distinguendo i mutamenti del territorio secondo tre periodi storici principali:

- Il Periodo Protostorico o dell'entroterra;
- Il Periodo Medievale;
- Il Periodo Moderno.
- Appartengono al primo periodo come documenti pervenutici:

La lettera di Plinio il Giovane a Gallo; La ricostruzione della linea di costa in epoca imperiale romana; La carta del Lanciani con le antiche Ville Romane.

Al secondo periodo:

Mappa della Campagna Romana di Eufrosino della Volpaia del 1547; Il dipinto di Pirro Ligorio del 1557; La Carta redatta da Pietro Da Cortona nel 1629; La Carta redatta dal Cingolani nel 1692; La Carta redatta dall'Ameti nel 1693.

- Al terzo periodo:

La Carta redatta dal Verani nel 1804; La Carta redatta dal Bonstetten nel 1805; La Carta redatta dal Sickler nel 1811; La Carta redatta dal Canina nel 1829; La Carta redatta dal Rosa nel 1870; La Carta redatta dal Castagnoli nel 1972; La Carta redatta dal Istituto Geografico della Marina del 1985; La Carta Tecnica Regionale del 1990.

ASPETTI PROGETTUALI

- 1) Gli elementi di continuità del paesaggio naturale (vedi "Tavola 1") sono stati così individuati:
 - a) La costa e le sue variazioni
 - b) La duna antica
 - c) La macchia mediterranea
 - d) Le zone umide.

a) La costa e le sue variazioni

Attraverso il tracciato delle antiche linee di costa si può vedere la sua evoluzione. Quella più significativa tra le antiche risale al 100 d.C. dove detengono un ruolo di primaria importanza sul mare Tirreno il Porto di Claudio (42 d.C.) prima e quello di Traiano (102 d.C.) poi. Con l'avanzamento della costa e i vari straripamenti del Tevere queste strutture perderanno d'importanza fino ad essere abbandonate.

La costa è influenzata in continuazione dalle variazioni per i sedimenti trasportati dalle acque del fiume che vengono in seguito depositati. La linea di costa ha subito pertanto nel corso dei secoli un deciso avanzamento verso il mare su tutto il tratto costiero in prossimità della foce del Tevere. Solo negli ultimi decenni a causa delle numerose dighe, delle cave estrattive e delle modifiche litoranee per la costruzione delle strutture per la balneazione, la costa è decisamente arretrata come conseguenza delle forti erosioni corrosive delle correnti marine.

b) La duna antica

In considerazione di questi complessi processi è risultato nel corso dei secoli un contestuale movimento delle dune mobili sabbiose.

Risulta ancora riconoscibile la struttura delle dune antiche costituitesi migliaia di anni orsono e la dislocazione delle dune recenti sabbiose ancora incoerenti e non stabilizzate.

c) La macchia mediterranea

Un importante funzione per la stabilizzazione delle sabbie incoerenti detengono le specie pioniere e colonizzatrici di questo ambiente.

"E' a seguito della colonizzazione, da parte di piante pioniere del tratto litorale sabbioso in avanzamento, che si deve la costituzione della prima duna costiera e della successiva stabilità della costa" (*Tinelli 1984*, - *Castelporziano I*).

E' infatti semplice rileggere la successione delle componenti vegetazionali che dall'ambiente dunale conduce alla macchia mediterranea ricca di specie sempreverdi e profumate come il lentisco, la filirea, il mirto etc.

Dalle analisi effettuate la duna antica si è preservata solo all'interno del confine della Tenuta di Castelporziano e Capocotta, mentre può considerarsi ormai scomparsa nella Tenuta di Castelfusano a causa della urbanizzazione incontrollata della vicina Ostia. La macchia mediterranea invece, risulta, nonostante l'ampia vegetazione, concentrata solo in pochi punti a nord di Castelporziano, nel tratto orientale di Castelfusano e a ridosso delle dune fino a Capocotta. Questo perché è stata in parte sostituita dai rimboschimenti di pino domestico negli ultimi secoli.

In particolare nell'individuazione della macchia si può operare un'ulteriore distinzione in macchia bassa (in prossimità del mare) e macchia alta (verso l'entroterra).

d) Le zone umide

Nelle zone più basse racchiuse dalle dune costiere durante il corso dei secoli si sono create numerose zone umide di varia e diversa ampiezza, temporanee e permanenti che hanno caratterizzato questi lembi del territorio (Vedi Fig. 5).

Paludi e acquitrini erano così frequenti da impedire il facile accesso dell'uomo creando un ambiente

selvaggio e impenetrabile, luogo di sosta di uccelli migratori e pervaso dalla malaria.

Quindi le zone umide numerose e variabili nell'arco dell'anno sono state riportate fra gli elementi di continuità del paesaggio naturale senza scendere nella particolarità di ulteriori classificazioni. Nell'area di Castelfusano è più preciso parlare di ambienti residuali di zone umide bonificate.

- 2) Gli elementi di continuità del paesaggio antropizzato (vedi "Tavola 2") sono:
 - a) Le emergenze archeologiche individuate in Ville patrizie, Vicus Augustanus, l'Acquedotto romano, Castelli e Casali
 - b) I percorsi storici così suddivisi:
 Periodo romano: via Severiana, via Laurentina, via della Selciatella
 Periodo ottocentesco: via del Telefono, via di Capocotta, via di Tor Paterno
 - c) I viali alberati caratterizzati dalle diverse alberature stradali realizzate fin dalla fine dell'800
 - d) La pineta intesa come rimboschimento antropico.

a) Le emergenze archeologiche

In alcuni punti risultano riconoscibili elementi del selciato romano e tratti dell'antica sede stradale con i basoli ed il ciglio ormai nascosti dalla vegetazione.

Sono inoltre riconoscibili fondazioni e mura di origine romana di ville patrizie con opus reticulatum e laterizi della stessa epoca. Sono evidenti i complessi archeologici di epoca imperiale oggetto di recenti scavi e tratti dell'acquedotto romano per il convogliamento delle acque (Vedi Fig. 6). Questo antico acquedotto è riconoscibile intatto e restaurato solo per alcuni metri, dove non è inglobato dalla vegetazione, mentre per la pendenza del terreno risulta interrato nei punti più bassi. Di epoca più recente appaiono la costruzione medievale del Castello e successivamente i casali della fine dell'Ottocento.

Dal punto di vista urbanistico la costa delimitata nella zona di Castelporziano e Capocotta è sempre stata fin dall'epoca imperiale meta prediletta dei romani benestanti. Le ville di tipo extra-urbano ritrovate ed individuate dal Lanciani lungo l'antica Via Severiana, accreditano la teoria odierna del luogo dedicato all'otium. Evidentemente la natura di queste aree suggeriva fin da allora passeggiate contemplative e riservate come si può leggere nella Lettera di Plinio all'amico Gallo:

"Si trova a diciassette miglia dalla città, così che tu puoi passarci i giorni che ti restano (liberi) quando hai sbrigato i tuoi affari a Roma. Vi è più di una possibilità di arrivarci, perché ti ci portano sia la via Laurentina sia l'Ostiense, sebbene tu debba lasciare la prima al quattordicesimo miglio e la seconda all'undicesimo. Da lì in poi, le strade che si dipartono da ambedue sono sabbiose in alcuni punti e un po' difficili per le vetture, ma agevoli e veloci a cavallo. La visuale cambia in continuazione: in certi punti la strada è circondata dalla vegetazione lussureggiante del bosco; in altri ne esce, correndo fra vaste distese a prato" (Lettera di Plinio il Giovane all'amico Gallo - Epistola II).

b) I percorsi storici

Sono stati individuati i nuovi elementi di continuità viaria del territorio realizzati negli ultimi secoli e riportati anche in molte carte storiche di alcuni secoli fa.

"Il complesso degli insediamenti costieri trova il collegamento a Roma attraverso un composito sistema viario costituito dagli assi principali e dalle loro diramazioni delle vie Ostiense e Laurentina, in stretto rapporto con la Severiana, antico tracciato lungo costa, divenuto via basolata nel III sec. d. C., asse attrezzato di collegamento tra il Latium Vetus costiero ed i bacini portuali ostiensi" M.G. Lauro - Castelporziano I, 1984).

Detiene una notevole importanza la necessità di servire questi siti; per questo motivo si costruisce probabilmente un'asse trasversale che collega Porto a Terracina: la *via Severiana*. Risulta così interessante scoprire le altre vie di collegamento, *Laurentina ed Ostiense* dalle quali si dipartivano numerosi sentieri.

In base a questi ritrovamenti sono stati individuati gli antichi percorsi che oggi si vogliono riproporre. In particolare sono stati fatti sopralluoghi finalizzati al ritrovamento degli antichi percorsi ed in particolare dei viali storici alberati per riproporli seguendo il fine della percezione storico-culturale dell'ambiente.

Risulta inoltre importante vedere come sono state nel tempo affiancate delle strade di servizio (alcune asfaltate altre a sfondo naturale). In questa ottica risulta così *via della Selciatella* una strada di supporto all'acquedotto romano che lo affianca nel tracciato.

Particolare interesse riveste la *via Severiana* il cui tracciato è riconoscibile da frammenti sparsi e da alcuni blocchi di selce ancora interi, per la maggior parte nascosti da una fitta vegetazione e cespugli. In alcuni brevi tratti larghi circa 5 mt. si può intravedere qualche elemento del basolato.

Può risultare importante sottolineare che alcuni percorsi storici vengono oggi individuati con altri nomi, così da indurre in inganno per un loro immediato riconoscimento. Per esempio l'odierna via Pratica di

mare ha un percorso coincidente a tratti con l'antica via Lavinate che da Roma giungeva appunto a Lavinio; così anche l'antica via Severiana, affiancata da strade costruite a posteriori si identifica in alcuni punti con l'attuale via del Telefono e via di Guardapasso, e la via della Selciatella potrebbe essere una diramazione della via Laurentina che costeggia l'acquedotto romano.

"... vi era nel periodo imperiale un'interrotta serie di insediamenti gravitanti sulla foce del Tevere, integrata nella vita economica e sociale di Roma, e che svolgeva un ruolo centrale nella vita quotidiana della corte imperiale. Le strade che congiungevano i nuovi centri erano finalizzate ad unire l'area costiera in un insieme ancora più legato al suo interno. La loro storia riflette quella degli interessi imperiali nell'area, che raggiunsero l'apice con la pavimentazione della strada litoranea a S di Ostia nel periodo severiano. La via Severiana è il simbolo di un coinvolgimento che si riflette chiaramente nell'archeologia delle ville costiere" (N. Purcell 1991 - Castelporziano III).

c) I viali alberati

Per viale alberato intendiamo una successione regolare di piante equidistanti da non confondersi con gli alberi isolati che costeggiano la strada, che fanno parte del paesaggio naturale, ma non sono disposti dall'uomo con cadenza regolare.

Sono state distinte le diverse tipologie dei viali alberati dove si succedono come alberature stradali specie vegetali diverse per altezza e conformazione della chioma.

Abbiamo così alberature di leccio, alberature di pino domestico, alberature di pino e leccio, alberature di ulivi, alberature di specie esotiche e querce maestose fiancheggianti il percorso viario (Vedi Figg. 7, 8). Una distinzione importante dei viali alberati è stata ottenuta analizzando le piante che costituiscono l'alberatura, così ad esempio l'individuazione dei viali di lecci ed ulivi che risalgono agli anni '30 ci suggeriscono un discorso di continuità con Castelfusano, mentre i viali di pini ricordano la sistemazione realizzata sotto i Savoia dopo il 1870.

d) La pineta

Vengono messi in risalto gli aspetti paesaggistici della pineta di pino domestico che pur essendo un ambiente costruito dall'uomo attraverso rimboschimenti, rimane pur sempre di particolare pregio storico e visivo con la suggestione dei grossi tronchi che si susseguono come un monumentale colonnato. Gli affacci visuali lungo i percorsi storici in tali ambienti permettono di ottenere profondità di spazi e di immagine esaltati dalla mancanza quasi totale del sottobosco e dalla copertura uniforme delle chiome ad ombrello del pino domestico.

"L'originaria copertura forestale, che occupava la parte retrodunale, è stata in gran parte sostituita a partire dal 1700 da una pineta a pino domestico, Pinus pinea, specie introdotta già in epoca romana e distribuita in modo irregolare fra la macchia mediterranea, che ne costituisce anche un insolito sottobosco. Estranea alla vegetazione spontanea, la presenza del pino domestico ha determinato un forte impoverimento del substrato arbustivo e, soprattutto, di quello erbaceo soffocato dalle foglie aghiformi molto coriacee.

Molti esemplari di pino domestico della fascia parallela alla spiaggia sono in fase di grave deperimento a causa dei venti marini che trasportano sabbia, salsedine e soprattutto aerosol inquinanti. Il fenomeno è certamente attribuibile alla scomparsa del cordone dunale che costituisce, per la componente arborea retrostante, il baluardo naturale contro i venti marini carichi di inquinanti" (Gisotti, 1979).

TAV. 3

In una fase successiva sono stati evidenziati i viali alberati di particolare interesse storico e paesaggistico (vedi Tav. 3) come il tratto A-B della via di Castelporziano nella zona Infernetto all'interno della Tenuta ed il tratto B-C ricadente all'esterno del confine. Questa via era l'unico elemento di comunicazione, in tempi storici, tra la residenza di Castelporziano e la residenza di Castelfusano e costituiva l'asse di congiunzione tra questi due ambiti territoriali. Appare evidente come il mantenimento dell'alberatura stradale a pino domestico permette di rileggere con un unico colpo d'occhio tale continuità, mantenendo una valutazione paesaggistica unitaria anche se all'esterno della Tenuta a fianco ai pini secolari, si insediano ville residenziali, canali di scolo, intersezioni viarie in luogo del bosco originario ancora evidente all'interno della Tenuta. Il tratto A-D è caratterizzato in una prima parte da una alberatura di specie ornamentale come l'ippocastano e da alberi di pino domestico.

TAV. 4

Nella Tav. 4 sono evidenti due assi principali della viabilità asfaltata all'interno della Tenuta: il tratto E-G della via delle Riserve Nuove che dal Fontanile rinascimentale della dogana conduce fino al mare ed il tratto E-F via di Tor Paterno. Il primo tratto è caratterizzato da un'alberatura di pino domestico e leccio

alternati a cadenza regolare con grande effetto estetico e con una profondità visuale inconsueta essendo lungo 4 Km. E' evidente in questo modo una direzione visuale di eccezionale bellezza e valutazione paesaggistica con un piano più basso individuato dai lecci ed una chiusura superiore di pino domestico. Nel secondo tratto (E-F) rileviamo un'unica alberatura a pino domestico di notevole altezza che ricorda un arco gotico. Appare evidente in ambedue questi casi come la serrata continuità delle presenze arboree debbano essere mantenute per non vanificare il quadro paesaggistico d'insieme. Il tratto H-I, via del Telefono, sull'antico percorso della via Severiana si snoda accanto a numerose emergenze archeologiche proponendo un interessante percorso storico-naturalistico. L'alberatura di lecci, disforme per età a tratti, propone un colpo d'occhio quanto mai suggestivo. Il tratto terminale del percorso H-I, in parte abbandonato e nascosto dalla vegetazione, è affiancato da una strada asfaltata realizzata negli anni 60 a servizio della recente lottizzazione.

TAV.5

Il tratto E-L individua un percorso di interesse storico che collega la residenza di Castelporziano alla Tenuta di Capocotta con un'alberatura in parte a pino e leccio ed in parte di soli pini di notevoli dimensioni, altezza e diametri. La struttura a pino e leccio si congiunge con quella analoga di viale delle Riserve Nuove, mentre la parte finale del tragitto è affiancata da una più recente strada asfaltata.

PROPOSTE DI RIPRISTINO E INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE

In seguito alla metodologia di indagine effettuata e agli aspetti progettuali individuati è stato possibile distinguere i viali alberati come elementi di continuità territoriale di particolare pregio estetico e di interesse storico, ci troviamo infatti di fronte ad un intersecarsi di percorsi che hanno segnato un uso del territorio in relazione alle esigenze del tempo. Alcuni tratti di questi viali alberati, come la parte finale del tratto H-I (via Severiana) e la parte finale del tratto E-L (strada dalla Dogana alla Capocotta), attualmente sostituiti da più recenti strade asfaltate che li affiancano, possono essere recuperati riproponendo gli antichi percorsi di interesse storico evidenziando gli aspetti estetici e l'inserimento paesaggistico.

In considerazione dell'alto valore storico e di rappresentanza e delle suggestioni estetiche e paesaggistiche per l'inserimento nell'ambiente naturale, possiamo individuare tali percorsi paesaggistici fra "le passeggiate del Presidente".

L'intervento può essere effettuato mettendo in evidenza le specie alboree dell'alberatura stradale liberandole dai rovi e dai cespugli che le circondano senza effettuare interventi di potatura, soprattutto in relazione al fatto che in particolare la via del Telefono si trova a poca distanza dalla costa ed è continuamente sferzata dai venti marini salsedinosi. La capacità di evidenziare la sequenza regolare dei fusti dei tronchi permette di raggiungere con un colpo d'occhio una profondità visuale d'alto valore paesaggistico cogliendo le zone d'ombra e di luce create dall'imponente intreccio delle ramificazioni più alte.

Queste passeggiate dovranno avere la caratteristica di essere di alto livello contemplativo ed estetico e offrire scorci visuali significativi su realtà naturalistiche riguardo ai siti archeologici e di interesse storico. Dovranno essere nel loro genere uniche ed eccezionali nell'evidenziare ambienti identificati dalla partecipazione antropica e vegetazionale di elevato pregio e dalla sovrapposizione nel tempo delle attività dell'uomo sull'ambiente ormai inglobate dalla vigoria della natura.

LEGENDA TAV. 2

Emergenze archeologiche

- 1. Resti Villa
- 2. Sito preistorico
- 3. Casale via del Risaro 323
- 4. Casale via Wolf-Ferrari
- 5. Cappella Santa Croce
- 6. Casale via Canale della Lingua
- 7. Castello di Castelporziano
- 8. Casale via Umberto Giordano
- 9. Casale via di Castelporziano
- 10. Complesso di Castelfusano
- 11. Casale via Carlo Calcatella
- 12. Casale
- 13. Casale Pantano
- 14. Casale Torre Tumoletti
- 15. Casale Olivella
- 16. Ruderi
- 17. Edificio "La Chiesola"
- 18. Resti Villa (Villa di Plinio)
- 19. Resti Villa
- 20. Vicus Augustanus Laurentium
- 21. 28. Emergenze archeologiche
- 29. Casale di Capocotta
- 30. Resti Acquedotto romano
- 31. Emergenze archeologiche
- 32. Casale via di Capocotta
- 33. Emergenze archeologiche
- 34. Complesso di Tor Paterno
- 35. 37. Emergenze archeologiche
- 38. Villa del Discobolo
- 39. Fontanile

LEGENDA TAVV. 3-4-5

Nomenclature

Tratto A-B

via di Castelporziano interna alla Tenuta

Tratto B-C

via di Castelporziano esterna alla Tenuta

Tratto A-D

via da Castelporziano a Tor Paterno

Tratto E-F

via da Castelporziano a Tor Paterno

Tratto E-G

via delle Riserve Nuove

Tratto H-I

via del Telefono (via Severiana)

Tratto E-L

Strada della Dogana alla Capocotta

Simboli

Alberi di pino

Alberi di leccio

Alberi di pino e leccio

Alberi di ulivi

Specie ornamentali

Interventi

Tratto H-I

via del Telefono (via Severiana)

Tratto E-L

Strada della Dogana alla Capocotta

I percorsi storici così suddivisi:

- a. Periodo romano: via Severiana, via Laurentina, via della Selciatella.
- b. Periodo ottocentesco: via del Telefono, via di Capocotta, via di Tor Paterno.

BIBLIOGRAFIA

- 1. AA.VV. Il Delta del Tevere. Un viaggio fra passato e futuro. Ed. Fratelli Palombi, Roma, 1998.
- 2. AA.VV. Castelporziano I. Campagne di scavo e restauro 1984. Ed. Viella.
- 3. AA.VV. Castelporziano II. Campagne di scavo e restauro 1985-1986. Ed. Viella.
- 4. AA.VV. Castelporziano III. Campagne di scavo e restauro 1987-1991. Ed. Viella.
- 5. AA.VV. Capocotta Ultima spiaggia. Italia nostra. Ed. Quasar, Roma, 1985.
- 6. CALZA R. NASH E. Ostia, 1959.
- 7. COMUNE DI ROMA Ufficio Speciale Tevere e Litorale Progetto Litorale 83. Ed. Quasar, Roma, 1986.
- 8. CRT. I porti alle foci del Tevere. Dai porti imperiali al parco archeologico. Roma, XIV circ., 1985.
- 9. FRUTAZ A.P. Le carte del Lazio. Roma, 1972.
- 10. IST. IDR. MARINA Pianta delle foci del Tevere e litorale adiacente, 1913.
- 11. LANCIANI R. Le antichità del territorio Laurentino nella reale tenuta di Castelporziano. Nonal XIII, 1903.
- 12. MINISTERO DELL'AMBIENTE- ITALIA NOSTRA. Parco del Litorale Romano. Roma, 1996.
- 13. NIBBY A. Carta dei dintorni di Roma secondo le osservazioni di Sir William Gell e del prof. Nibby. Roma, 1848.
- 14. REGIONE LAZIO WWF La via Severiana.
- 15. ROSA P. Carta topografica del Lazio compilata tra il 1850 e il 1870.
- 16. TESTAGUZZA O. Portus, 1970.
- 17. WWF. Incontri per la natura. Itinerari alla scoperta del Litorale Romano. Roma, 1993.



Figura 1 - Schema delle ville di R. Lanciani.

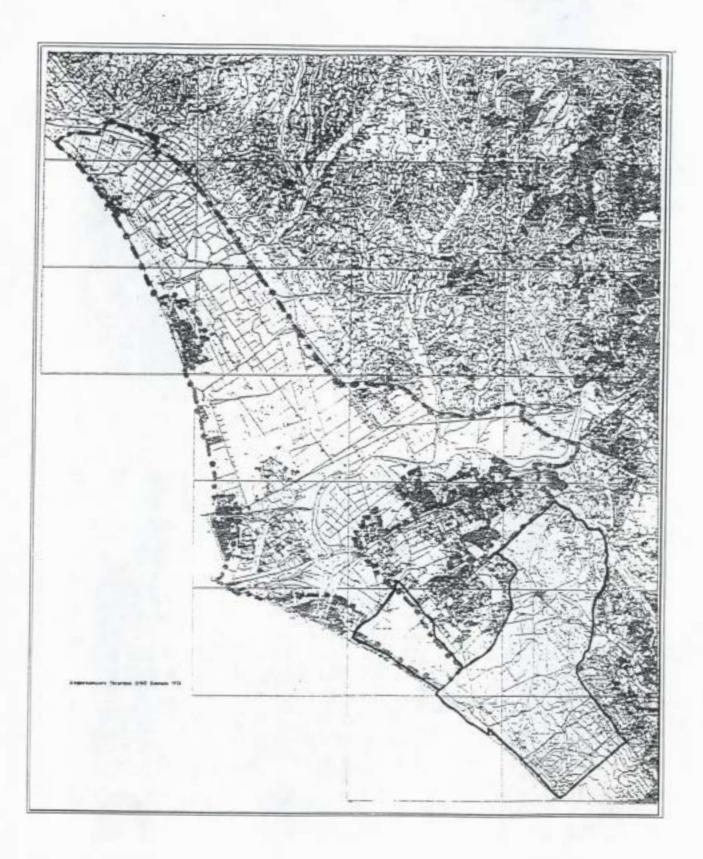


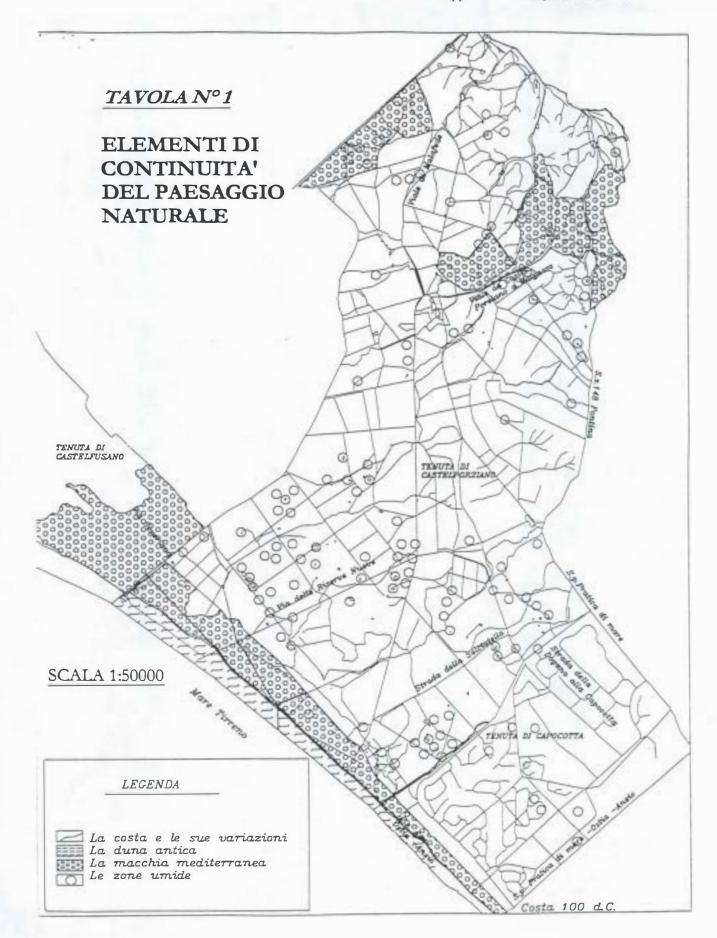
Figura 2 - Riserva del Parco litorale romano. D.M. Pavan del 28/7/87 nº 428.



Figura 3 - Viale alberato con pini all'interno della Tenuta di Castelporziano.



Figura 4 - Viale alberato con pini all'esterno della Tenuta di Castelporziano.



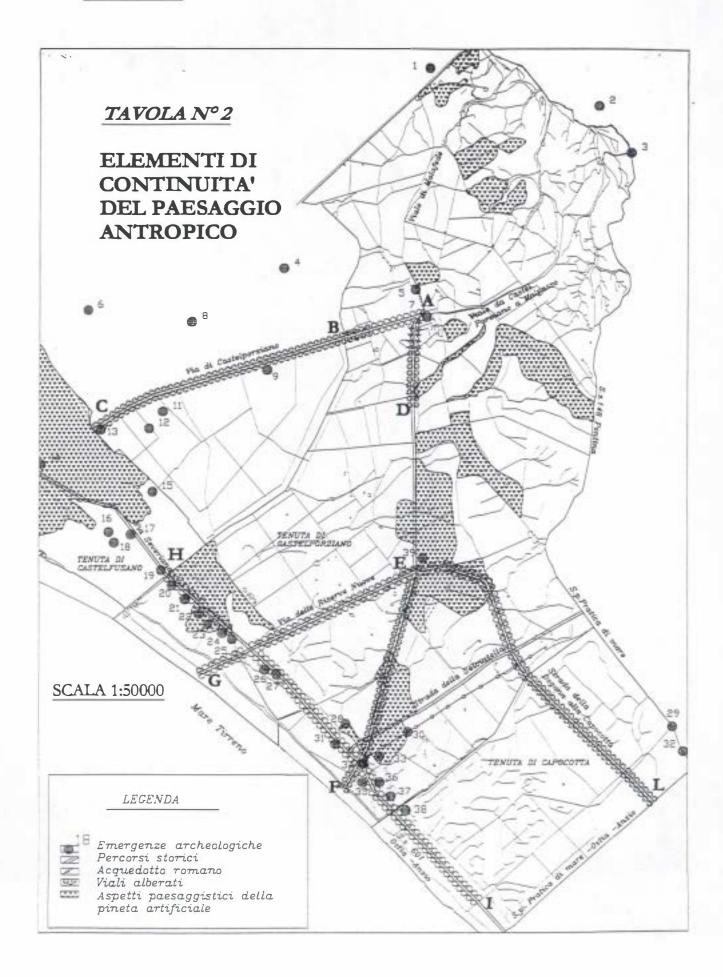




Figura 5 - Laghetto di Tor Paterno.



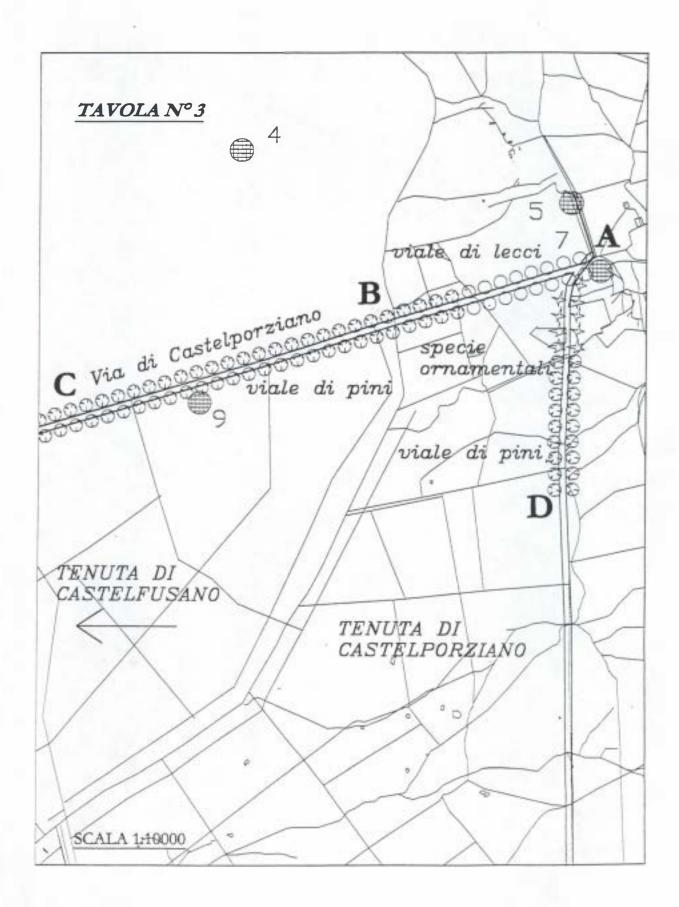
Figura 6 - Foto dell'acquedotto romano.

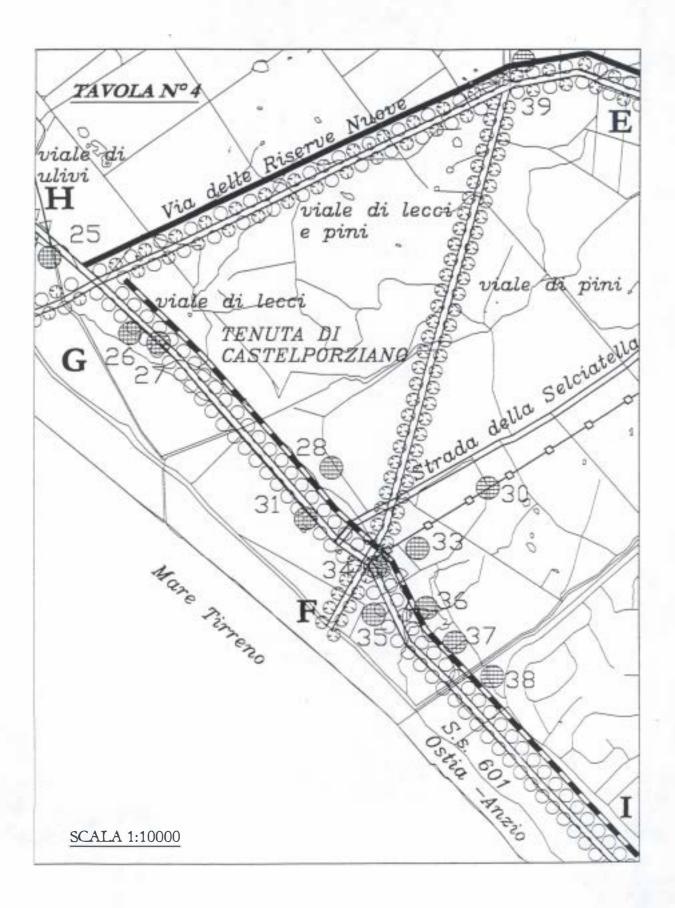


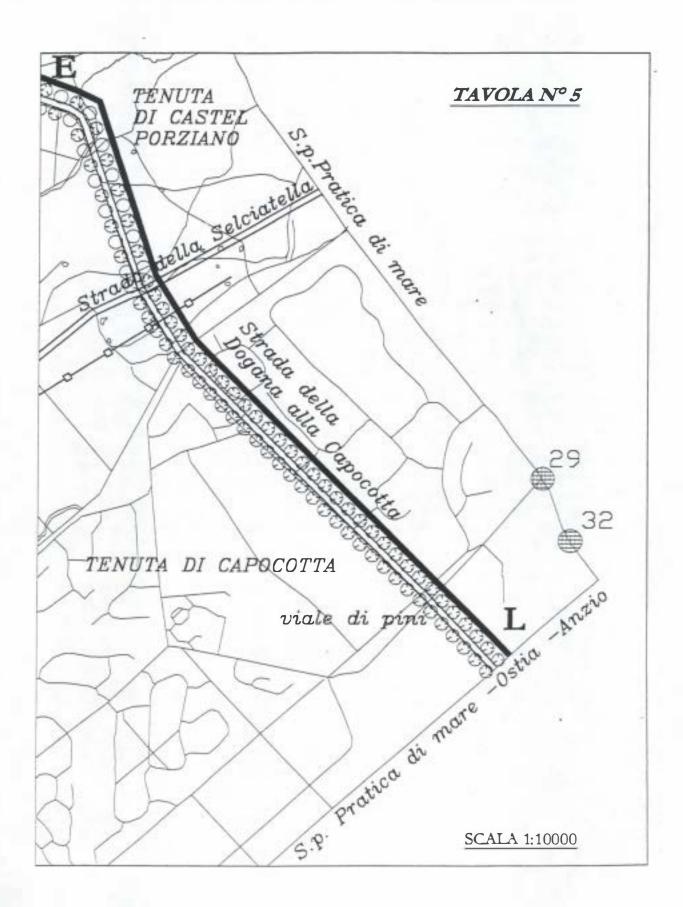
Figura 7 - Viale storico dei pini.



Figura 8 - Viale alberato con querce.







GRUPPO DI LAVORO IMPATTO ANTROPICO

TITOLO DELLA RICERCA Impatto Antropico

RESPONSABILE Dott. Ing. A. Tinelli

UNITA' OPERATIVA Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Roma

PROGRAMMA PER IL V ANNO DI RICERCA

Si ritiene opportuno coinvolgere gli altri gruppi di lavoro in linee di ricerca di interazione, in modo da approfondire quegli aspetti negativi che l'impatto antropico crea nei differenti aspetti ambientali individuando successivamente ipotesi progettuali per interventi di mitigazione.

In particolare con il gruppo di lavoro <u>Suolo</u> si intende proseguire nelle attività per lo studio dell'impatto antropico dei suoli predisponendo una Carta Tematica Pedologia, la Carta dell'Erosione e della Vulnerabilità dei Suoli, la Carta della Capacità d'Uso dei Suoli.

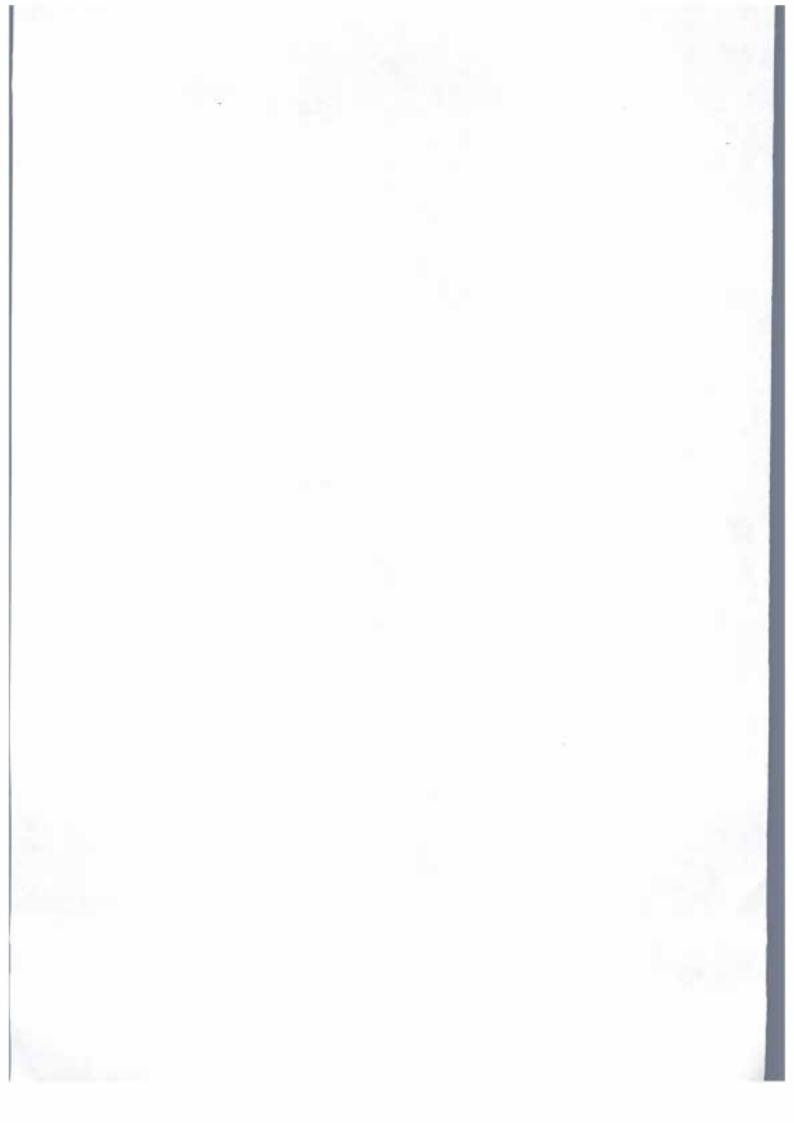
Appare necessario inoltre mettere in evidenza le trasformazioni territoriali provocate nelle aree limitrofe alla Tenuta dall'urbanizzazione e, soprattutto attraverso la digitalizzazione di immagini satellitari e di foto aeree, evidenziare gli interventi antropici di carattere selvicolturale che hanno creato l'attuale struttura del bosco.

Si intende quindi proseguire nell'individuazione di azioni di mitigazione dell'impatto antropico relative ad opere già realizzate sul territorio e per le quali è necessario approfondire l'inserimento paesaggistico come i canali di bonifica, la rete viaria, le linee elettriche aeree, le cave, i viali alberati ecc..

In collaborazione con il gruppo di lavoro <u>Atmosfera</u> si sta procedendo al rilevamento stagionale del traffico veicolare che percorre le principali arterie limitrofe alla Tenuta, la Via Cristoforo Colombo, la Via Pontina e la Via Litoranea. Tali indicazioni sono in stretta relazione con i valori di benzene e degli altri inquinanti che ricadono sull'ambiente della Tenuta.

Con il gruppo <u>Vegetazione</u> si intende procedere al rilevamento della differenziazione della struttura forestale e del consolidamento degli equilibri biologici in relazione agli interventi selvicolturali predisposti.

ALLEGATI



Allegato 1

COMUNICATO DELL'UFFICIO STAMPA DEL SEGRETARIATO GENERALE DELLA PRESIDENZA DELLA REPUBBLICA

Il Presidente della Repubblica Oscar Luigi Scalfaro ha ricevuto oggi al Quirinale il Ministro dell'Ambiente, Sen. Edo Ronchi, il Ministro per le politiche Agricole, Prof. Paolo De Castro, il Presidente dell'Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza, con i componenti la Commissione Scientifica per l'applicazione del piano di gestione dei boschi e dei pascoli della Tenuta di Castelporziano.

Durante l'incontro sono stati illustrati dal Prof. G.T. Scarascia i risultati emersi dalle ricerche svolte nell'ambito di un Progetto che, approvato nel 1994 per indagare sulle problematiche legate agli ecosistemi naturali della Tenuta ed alla loro sostenibilità, è stato costantemente seguito dal Capo dello Stato nel corso dell'ultimo quinquennio. Si è così potuto realizzare un sistema computerizzato di monitoraggio delle caratteristiche ambientali e delle risorse naturali, con particolare riferimento alle biodiversità vegetali e animali, alle caratteristiche idrogeologiche, del suolo e dell'atmosfera, ed all'impatto antropico rilevabili nel territorio di Castelporziano.

Il Presidente Scalfaro si è complimentato con i numerosi ricercatori, in gran parte giovani laureati, per i risultati conseguiti nei diversi settori interdisciplinari, ribadendo l'alto valore educativo, per i giovani e per l'opinione pubblica, delle ricerche sull'ambiente, sottolineando la circostanza che proprio il grande patrimonio naturalistico della Tenuta di Castelporziano sia servito come campo di indagine.

Il Ministro Ronchi, nel suo intervento ha voluto confermare l'importanza del programma, e ha osservato che la messa a punto di modelli di ricerca su un così ampio spettro di parametri è fondamentale per una più approfondita conoscenza delle "aree naturali protette", e dovrebbe essere esteso a tutti i parchi e riserve naturali italiani. Il Ministro ha anche auspicato che per indagini così approfondite la Tenuta di Castelporziano possa essere riconosciuta centro di ricerca avanzata e punto di riferimento per analoghi studi nei Paesi mediterranei e in Europa.

Roma, 19 Marzo 1999.

CASTELPORZIANO, QUELL'ECCEZIONALE "LABORATORIO VERDE"

Tra Roma e il mare, Castelporziano, sede di rappresentanza e residenza estiva del Capo dello Stato, è da anni un centro di studi sui boschi e l'ambiente mediterraneo. Nel 1994 il Presidente Scalfaro autorizzò il finanziamento di ricerche per una gestione naturalistica dei seimila ettari della Tenuta. Il programma prevedeva lo studio degli ecosistemi presenti: boschi, generalmente di querce e di pini, praterie e macchie, stagni e dune, e delle interazioni tra vegetazione e fauna, prevalentemente i daini, caprioli e cinghiali che popolano la Tenuta. Si trattava di misurare l'inquinamento atmosferico, le deposizioni acide sia secche ed umide (le famose piogge acide) ed il grado di tolleranza delle piante, l'entità delle ricadute di piombo ed altri metalli causate dal traffico (Cristoforo Colombo e Litoranea). Bisognava rilevare quantità, qualità e profondità delle falda acquifera, ed accertare l'impatto antropico derivante, per esempio, dai prelievi di acqua dalla falda per i bisogni delle abitazioni (spesso abusive) intorno a Castelporziano, l'inquinamento della falda per discariche limitrofe alla Tenuta e gli incendi, numerosi lungo il suo perimetro esterno, lo stato della vegetazione sulle dune tra la litoranea e il mare, ecc.

Per la complessità delle situazioni hanno lavorato in gruppo: forestali, botanici, zoologici, entomologi, fitopatologi, informatici, geologi, ingegneri, genetisti, chimici e fisici dell'atmosfera, delle acque e del suolo, appartenenti a molti Enti: le tre Università di Roma e quelle di Bologna e Viterbo, il CNR e l'ENEA, l'Istituto Nazionale della Fauna Selvatica e Istituti e gruppi dei ministeri delle Politiche Agricole e dell'Ambiente, oltre ai tecnici della Tenuta. Circa duecento ricercatori, riuniti in 32 unità operative, hanno lavorato, coordinati dall'Accademia delle Scienze e sotto il controllo della Commissione consultiva per la gestione della Tenuta e con l'appoggio del cons. Gifuni, Segretario Generale del Quirinale. La metà di questi ricercatori sono giovani sotto i 35 anni, molti di essi hanno svolto il loro tirocinio nelle scienze ambientali i questo eccezionale "laboratorio verde".

E' stata costituita una banca dati con circa duecentocinquanta milioni di informazioni computerizzate e georeferenziate, cioè riferite a precisi punti sul terreno, per cui grazie al sistema informatico ambientale elaborato da Castelporziano, i dati raccolti dai diversi specialisti possono essere interpretati interdisciplinarmente. Per esempio: rilevare lo sviluppo della biomassa vegetale in funzione di tipo di alberi, stress idrico dovuto all'aridità estiva, fertilità del terreno, livello della falda acquifera, carico di animali, tipo e concentrazione di inquinanti, e stabilire le conseguenti misure da adottare. E' comprensibile il vantaggio delle previsioni, delle simulazioni consentite dal nuovo sistema informatico. Per esempio: l'abbassamento della falda acquifera – per diminuita piovosità e per eccesso di pompaggio dai pozzi circostanti la Tenuta – potrebbe far gradualmente avanzare l'acqua salata nel sottosuolo di Castelporziano, provocando aumento dello stress idrico delle piante, allontanamento degli animali, prosciugamento di stagni, riduzione della biodiversità.

Abbiamo rilevato che Castelporziano, appena un cinquemillesimo della superficie italiana, contiene 1082 specie, cioè un sesto della biodiversità vegetale presente in Italia. Una così ampia porzione di biodiversità, tutelata anche per merito dei tecnici della Tenuta, è un fatto importante per il Piano sulla biodiversità di recente presentato dal Ministero dell'Ambiente.

Di più: il modello di sistema informatico è esportabile, cioè applicabile ai boschi e alle riserve naturali del litorale laziale e delle coste italiane e ad altre foreste delle coste mediterranee, ed in quegli ambienti a clima mediterraneo dall'America Latina all'Australia.

Il lavoro degli scienziati italiani, svolto con spirito di servizio verso lo Stato ed il suo più alto rappresentante, è stato giorni fa presentato al Presidente Scalfaro, che più volte, ed anche nel messaggio augurale del 1999, ha richiamato l'attenzione degli italiani sui problemi dell'ambiente, dell'educazione ambientale, della tutela della natura. Al Quirinale erano presenti moltissimi ricercatori, e con ciascuno il Presidente si è felicitato, ed ai Ministri dell'Ambiente e delle Politiche Agricole ed i membri della Commissione consultiva. Il Ministro Ronchi ha sottolineato che modelli di ricerca fondati su una così ampia gamma di indicatori sono essenziali per una razionale tutela delle aree naturali.

La Tenuta di Castelporziano, per decisione del Presidente Scalfaro, non è più dunque soltanto una sede di rappresentanza del Capo dello Stato con un meraviglioso patrimonio naturalistico, ma è anche un punto di riferimento e centro di eccellenza per studi ambientali.

Tratto da: L'intervento di Gian Tommaso Scarascia Mugnozza (Presidente dell'Accademia Nazionale delle Scienze), CRONACHE ITALIANE. IL MESSAGGERO, Sabato 24 Aprile 1999, pag. 11.

INDIRIZZARIO



PRESIDENTE, COMPONENTI DELLA COMMISSIONE, COORDINATORI, RESPONSABILI GRUPPI DI LAVORO, RICERCATORI (in ordine alfabetico)

Dott. Eugenio Adorisio Università di Roma "La Sapienza" Istituto di Igiene P.le Aldo Moro, 3 - 00185 Roma Tel. 06 49914510

Dott. Ivo Allegrini C.N.R. Istituto Inquinamento Atmosferico Area di Ricerca di Montelibretti Via Salaria km. 29,500 - CP 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 90672266 Fax 06 90672660 e-mail: @ntserver.iia.mlib.cnr.it

Prof.ssa Laetitia Maria Sebastiani Annichiarico Università di Roma "La Sapienza" Istituto di Igiene P.le Aldo Moro, 3 - 00185 Roma Tel. 06 49914510

P.I. Bruno Anselmi ENEA amb-cat-get C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30486427 Fax 06 30486487

Dott.ssa Silvia Anselmi Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912448 / 49912451 Fax Dipartimento 06 4463865

Dott.ssa Rita Aromolo ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008149 Fax 06 7005711 e-mail: r.francaviglia@isnp.it

Sig. Giorgio Aspri ENEA amb-cat-inat C.R. Frascati Via E.Fermi, 27 - 00040 Frascati (Roma) Tel. 06 94005726 Fax 06 94005790

Dott. A. Augusti Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 65674 Fax 0763 65330

Dott. Pietro Bacci ENEL / DSR CRAM Via Rubattino, 54 - 20134 Milano Tel. 02 72243927 / 3951 Fax 02 72243915 Dott. Matteo Baradà Ispettorato Centrale per la Difesa del Mare - Ministero dell'Ambiente Viale dell'Arte, 16 - 00144 Roma Tel. 06 59084559 / 59084520 Fax 06 59084111

Dott.ssa Luisa Barilli ENEA amb-cat-fral - C.R. Bologna Via Don Fiammelli, 2 - 40129 Bologna Tel. 051 6098351 Fax 051 6098131 e-mail: barilli@bologna.enea.it

Dott. L. Bartoloni Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 65674 Fax 0763 65330

Dott. Marcello Bazzanti Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914767 Fax 06 4958259

Dott. Alessandro Bellini Via Benedetto XIV, 21 - 00165 Roma Tel. 06 633406

Dott.ssa Anna Benedetti ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutrazotata@www.inea.it

P.I. Danilo Bersan
ENEA inn-rin-vis C.R Casaccia
Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma
Tel. 06 30486092 / 6176 Fax 06 30486038

Dott. Pietro Massimiliano Bianco Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale – Orto Botanico L.go Cristina di Svezia 24 – 00165 Roma Tel. 06 49917132 / 06 4381007 Fax 06 49917130 e-mail: pietrob66@hotmail.com

Dott. Francesco Antonio Biondi ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutrminerale@www.inea.it

Dott.ssa Maria Paola Bogliolo ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma) Tel. 06 94181526 Fax 06 94181527 e-mail: mariap@tiscalinet.it Dott. Bonanni - ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA Tel. 06 47141 / 4714261

Dott. Flavio Borfecchia ENEA inn-rin-vis C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Roma Tel. 06 30486042 / 6176 Fax 06 30486038

P.I. Umberto Brandimarte ENEA amb-cat-get C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30484889 Fax 06 30486487

Dott. Enrico Brugnoli Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 374689 Fax 0763 374330 e-mail: brugnoli@ias.tr.cnr.it

Dott. Maurizio Bucci ENEA amb-cat-get C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30484887 Fax 06 30486715 e-mail: bucci@casaccia.enea.it

Dott. Gilberto Busuoli ENEA amb C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30483611 Fax 06 30483594 e-mail: busuoli@casaccia.enea.it

Dott. Francesco Cannata Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 65674 / 65688 Fax 0763 65330

Prof. Giuseppe Capelli Università degli Studi Roma3 Dipartimento di Scienze Geologiche Largo Murialdo, 1 - 00146 Roma Tel. 06 54888205 Fax 06 54888201 e-mail: capelli@uniroma3.it

Dott.ssa Francesca Capogna Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912448 / 49912465 Fax Dipartimento 06 4463865

Dott. Leandro Capponi Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali Viale del Risorgimento, 4 - 40136 Bologna Tel. 051 2093664 Fax 051 2093654 e-mail: studci3@ms.fci.unibo.it Prof. Gianmaria Carchini Università di Roma "Tor Vergata" Dipartimento di Biologia Viale della Ricerca Scientifica - 00133 Roma Tel. 06 2026187 Fax 06 2026189

Dott. Giuseppe Carpaneto Terza Università di Roma Dipartimento di Biologia Viale Ostiense, 173 - 00154 Roma Tel 06 57372862 Fax 06 57372839

Dott. Ruggero Casacchia CNR – Istituto Inquinamento Atmosferico Area Ricerca Montelibretti Via Salaria Km 29,300 – C.P. 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 86090522 Fax 06 86090360 e-mail: rcasak@gioconda.polar.rm.cnr.it

Dott.ssa Floranna Casolaro ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 – 00040 Monteporzio Catone (Roma) Tel. 06 94181515 Fax 06 94181527

Dott.ssa Matilde Cecchini ENEA amb-cat-fral - C.R. Bologna Via Don Fiammelli, 2 - 40129 Bologna Tel. 051 6098058 Fax 051 6098131 e-mail: cecchini@amblor.bologna.enea.it

Dott.ssa Chiocchini Francesca SITAC – C.R. ENEA Casaccia Via Anguillarese 301 – 0060 Roma Tel. 06 30486046 Fax 06 30486038 e-mail: castellop@casaccia.enea.it

Dott. Alessandro Ciaccia
Università della Tuscia
DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse
Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo
Tel. 0761 357251
e-mail: gaia@unitus.it

Dott. Roberto Collepiccolo ENEA amb-cat-get CR Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Santa Maria di Galeria - Roma Tel 06 30484887 Fax 06 30486487

Dott.ssa Laura Costanzo Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale P.le Aldo Moro 5 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912358 Dott.ssa Maria Fiore Crescente Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale P.le Aldo Moro 5 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912358

Dott.ssa Laura Crisanti Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale – Orto Botanico L.go Cristina di Svezia 24 – 00165 Roma Tel. 06 49917132 Fax 06 49917130

Dott. Fiorenzo Damiani ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA Tel. 06 47141 / 4714223

Dott. Umberto De Giacomo Piazza Regina Margherita, 4 – 00198 Roma Tel. 06 85352723

Dott.ssa Manuela De Lillis Università "La Sapienza" - Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49912517 / 49912519 Fax 06 4463865

Ing. Antonio Bruno Della Rocca ENEA inn-rin-vis C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Santa Maria di Galeria -Roma Tel. 06 30486159 / 6176 Fax 06 30486038

Dott. Alessandro Demichelis Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica. Tenuta di Castelporziano Via Pontina, 690 - 00128 Roma Tel. 06 46998194 Fax 06 4699158

P.I. Nicolò Di Blasi ISNP - Istituto Superiore Nutrizione Piante Via della Navicella 2 - 00184 - Roma Tel. 06 7002538 Fax 06 7005711

Dott. Vincenzo Di Carlo ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008149 Fax 06 7005711 e-mail: r.francaviglia@isnp.it

Dott.ssa Claudia Di Dio ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutraminerale@www.inea.it Dott.ssa Patrizia Di Filippo ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamento Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 – 00040 MonteporzioCatone (Roma) Tel. 06 4714260 Fax 06 4744017

Arch. Fabio Di Paolo Via P. Togliatti, 1566 - 00100 Roma Tel. 06 4072124

Dott.ssa Giuseppina Dowgiallo Università "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Piazzale Aldo Moro, 5 - 00185 Roma Tel. 06 49912463 Fax 06 4463865

Arch. Donata Duchini Circonvallazione Gianicolense, 190 00152 Roma

Dott. Paolo Falconi ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamento Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA Tel. 06 47141 / 4714255 Fax 06 4744017

Dott. Giuliano Fanelli Università "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale - Orto Botanico L.go Margherita di Svezia - 00100 Roma Tel. 06 49912445 Fax 06 4463865

Prof. Alberto Fanfani Università "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914780 Fax 06 4958259

Dott. Giorgio Farneti ENEA amb-cat-get C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30483274 Fax 06 30486487

Dott. Antonio Febo C.N.R. Istituto Inquinamento Atmosferico Via Salaria km. 29,300 - 00016 Monterotondo Scalo - Roma Tel. 06 90672265 Fax 06 90672660

Dott.ssa Francesca Federici Università "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49912445 Fax 06 4463865 Dott.ssa Ornella Ferrara Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914760 Fax 06 4958259

Dott.ssa Adele Figliolia ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2 - 00184 Roma Tel. 06 7008260 Fax 06 7005711 e-mail: nutrminerale@www.inea.it

Dott.ssa Fabiola Fiorelli ISNP – Istituto Speimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 – 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutrazotata@www.inea.it

Dott. Stefano Focardi INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica Via Ca' Fornacetta, 9 - 40064 Ozzano dell'Emilia (Bologna) Tel. 051 6512111 Fax 051 796628 e-mail: infsdama@iperbole.bologna.it

Dott.ssa Antonina Folletto SITAC – C.R. ENEA Casaccia Via Anguillarese 301 – 0060 Roma Tel. 06 30486046 Fax 06 30486038 e-mail: castellop@casaccia.enea.it

Dott. Rosa Francaviglia
ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06 7005299 Fax 06 7005711
e-mail: r.francaviglia@isnp.it

Dott. Gianluca Franceschini INFS – Istituto Nazionale per Fauna Selvatica Via Cà Fornacetta, 9 – 40064 Ozzano dell'Emilia Tel. 051 6512111 Fax 051 796628

Dott.ssa Silvia Fratini Via delle Baleniere, 151 - 00121 Roma Tel. 06 5699608

Dott.ssa Federica Fricano ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 - Roma Tel. 06 7002538 Fax 06 7005711

Dott.ssa Licia Gataleta ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 - Roma Tel. 06 7008149 Fax 06 7005711 Dott.ssa M. Antonietta Giannini Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma Tel. 06 49912465 Fax 06 49912448

Dott.ssa Monica Giannini Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma Tel. 06 49912465 Fax Dipartimento 06 49912448

Prof. Ervedo Giordano Università della Tuscia DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo Tel. 0761 357404 Fax 0761 357389 e-mail: rik@unitus.it

Dott. Giovanni Girolimetti ENEA amb-cat-get CR Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Santa Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30484887 Fax 06 30486487

Dott. Giuseppe Gisotti S.I.G.E.A. - Società Italiana di Geologia Ambientale Casella Postale 15244 Roma Tel. e Fax 06 5086834

Dott.ssa Olga Grasselli Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali Piazza Massimo D'Azeglio, 30 - 50151 Firenze Tel. 055 2491245 Fax 055 241485 e-mail: marcello.pagliai@dada.it

Prof.ssa Loretta Gratani Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale P.le Aldo Moro 5 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912358

Dott.ssa Susanna Greco
Università della Tuscia
DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse
Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo
Tel. 0761 357251
e-mail: rik@unitus.it

Dott. Marcello Grillini
ENEA amb-cat-get C.R. S.Teresa
Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria - Roma
Tel. 06 30484889 Fax 06 30486715
e-mail: grillini@casaccia.enea.it

Dott.ssa Alessandra Grignetti CNR – Istituto Inquinamento Atmosferico Area Ricerca Montelibretti Via Salaria Km 29,300 – C.P. 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 86090522 Fax 06 86090360

Dott. Angelo Guerrini
CNR - Area della ricerca
Via Tiburtina, 770 - 00159 Roma
Tel. 06 4075823 / 49932485 / 49932555 Fax 06 4075807

Dott. Antonietta Ianniello
C.N.R. Istituto Inquinamento Atmosferico
Area di Ricerca di Montelibretti
Via Salaria km. 29,300 - Monterotondo Scalo - Roma
Tel. 06 90672262 Fax. 06 - 90672660
e-mail: ianniello@iia.mlib.cnr.it

Dott.ssa Daniela Iorio Università degli Studi Roma3 Dipartimento di Scienze Geologiche Largo Murialdo, 1 - 00146 Roma Tel. 06 54888205 Fax 06 54888201 e-mail: iorio@uniroma3.it

Dott.ssa Marzia Ippoliti
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA)
Via Urbana, 167 - 00184 ROMA
Tel. 06 4714282 Fax 06 4744017

Dott. Roberto Isotti Via Santa Maria della Speranza, 11 00139 Roma Tel. 06 8108994

Dott. Cataldo La Gioia
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA)
Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma)
Tel. 06 94181523 Fax 06 94181527
e-mail:lagioia-aldo@usa.net

Giuseppe Landucci Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica Tenuta di Castelporziano Via Pontina, 690 – 00128 Roma Tel. 06 46998165 Fax 06 46998158

Dott. Marco Lauteri Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 374674 Fax 0763 374330 Dott. Luca Lepore - ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio catone (Roma) Tel. 06 94181513 Fax 06 94181527

Dott.ssa Alessandra Macuz Università della Tuscia DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo Tel. 0761 357398 Fax 0761 357389 e-mail: rik@unitus.it

Dott. Vincenzo Magliulo CNR - Istituto per l'Irrigazione Via Cupa Patacca, 88 Ercolano - Napoli Tel. 081 5745387 / 5745388 e-mail: emagliulo@area.na.cnr.it

Dott. Paolo Maltzeff Via Nicola Stame, 83 - 00128 Roma Tel. 06 5085070

Prof. Fausto Manes
Università di Roma "La Sapienza"
Dipartimento di Biologia Vegetale
P.le Aldo Moro, 5 - 00185 Roma
Tel. 06 49912451/2465 Fax 06 49912448
e-mail: manes@axcasp.caspur.it

Dott. Alberto Manganaro Via Donna Olimpia, 152 – 00152 Roma Tel. 06 5373793

Dott.ssa Maria Marchionni ISNP – Istituto Speimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 – 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutrazotata@www.inea.it

Prof.ssa Fiorenza G. Margaritora Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914764 Fax 06 4958259

Dott. Ing. Angelo Marino ENEA amb C.R. Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 S.Maria di Galeria - Roma Tel. 06 30483374 Fax 06 30483746

Dott.ssa Luciana Mastrantuono Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914753 Fax 06 4958259 Dott.ssa Carla Mazziotti
C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico
Area di Ricerca di Montelibretti
Via Salaria km 29,300 - CP 10
00016 Monterotondo Stazione - Roma
Tel. 06 90672262 Fax 06 – 90672660
e-mail: mazziotti@ntserver.iia.mlib.cnr.it

Dott. Girolamo Mecella ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 - Roma Tel. 06 7002538 Fax 06 7005711

Dott.ssa Patrizia Menegoni Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale – Orto Botanico L.go Cristina di Svezia, 24 – 00165 Roma Tel. 06 49917132 Fax 06 49917130

Dott.Sandro Merolli ENEA amb C.R. Frascati Via E. Fermi, 45 - 00040 Frascati (Roma) Tel. 06 94005472 Fax 06 94005649 e-mail: merolli@frascati.enea.it

Arch. Maria Grazia Micheli Via Taleggio, 72 - 00166 Roma Tel. 06 30993411

Dott.ssa Orietta Micciulla ISNP – Istituto Speimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 – 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: nutrazotata@www.inea.it

Dott. Manuela Milli ENEA amb-cat-get CR Casaccia Via Anguillarese, 301 - 00060 Santa Maria di Galeria - Roma

Sig.ra Elisabetta Mitrovic Via A. Olivieri, 76 - 00122 Roma Tel. 06 5680728

Dott. Mauro Montagnoli C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico Area della Ricerca di Roma Via Salaria km 29,300 - CP 10 I - 00016 Monterotondo Scalo - Roma Tel. 06 90672691 Fax 06 - 90672660

Dott.ssa Patrizia Monteduro SITAC – C.R. ENEA Casaccia Via Anguillarese 301 – 0060 Roma Tel. 06 30486046 Fax 06 30486038 e-mail: castellop@casaccia.enea.it Dott. M.C. Monteverdi Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 374674 Fax 0763 374330

P.A. Roberto Moretti ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 - Roma Tel. 06 7005299 Fax 06 7005711

Prof. Luciano Morselli Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali Viale del Risorgimento, 4 - 40136 Bologna Tel. 051 2093668 / 0335 5479839 Fax 051 2093654 e-mail: morselli@ms.fci.unibo.it

Dott. Stefano Mugnoli SITAC – C.R. ENEA Casaccia Via Anguillarese 301 – 0060 Roma Tel. 06 30486046 Fax 06 30486038 e-mail: castellop@casaccia.enea.it

Prof.ssa Graziella Mura Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914769 Fax 06 4958259

Dott.ssa Piera Olivieri ENEA amb-cat-fral - C.R. Bologna Via Don Fiammelli, 2 - 40129 Bologna Tel. 051 6098351 Fax 051 6098131 e-mail: olivieri@bologna.enea.it

Dott. Marcello Pagliai Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo Min. delle Ris. Agr., Alim. e Forest. Piazza Massimo D'Azeglio, 30 - 50151 Firenze Tel. 055 2491255 Fax 055 241485 e-mail: marcello.pagliai@dada.it

Prof. Maurizio Parotto Università degli Studi Roma3 Dipartimento di Scienze Geologiche Largo Murialdo, 1 - 00146 Roma Tel. 06 54888205 Fax 06 54888201 e-mail: parotto@uniroma3.it

Dott. Massimo Pecci ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA Tel. 06 47141 / 4714255 Fax 06 4744017 Dott. Sergio Pellegrini Istituo Sperimentale per la Difesa del Suolo Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali Piazza M. D'Azeglio, 30 – 50151 Firenze Tel. 055 2491246

Dott.ssa Anna Bruna Petrangeli C.N.R. – Istituto Inquinamento Atmosferico Area Ricerca Montelibretti Via Salaria Km 29,300 – C.P. 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 86090522 Fax 06 86090360

Dott. Emanuele Piattella Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49912463 Fax 06 4463865

Prof. Alessandro Pignatti Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49912463 Fax 06 4463865

Dott. Stefano Polenta ENEA amb CR Frascati Via E.Fermi, 45 - 00040 Frascati (Roma) Tel. 06 94005284 Fax 06 94005790 e-mail: polenta@frascati.enea.it

Ing. Ugo Poli ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida,1 – 00040 Monteporzio Catone (Roma) Tel. 06 94181515 Fax 06 94181527 e-mail: ugopoli@tiscalinet.it

Arch. Fulco Pratesi Via di Villa Sacchetti, 8 - 00197 Roma Tel. e Fax 06 3225370

Leonardo Pucci Via S. Domenico Savio, 7 – 00044 Roma Tel. 06 9416090

Dott.ssa Deborah Ramires C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico Area della Ricerca di Roma Via Salaria km 29,300 - CP 10 I - 00016 Monterotondo Scalo - Roma Tel. 06 90672638 Fax. 06 - 90672660

Dott. Lamberto Ranazzi Via Livorno, 85 – 00162 Roma Tel. 06 44235638 Dott.ssa Maria Ravagli Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Università di Roma "La Sapienza" Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma

Dott. Sandro Rea ENEA amb CR Frascati Via E.Fermi, 45 - 00040 Frascati (Roma) Tel. 06 94005373 Fax 06 94005790

Dott.ssa Carmela Riccardi ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambeinte (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma) Tel. 06 94181521 Fax 06 94181527

Sig. Antonello Riva Via P. Rosa, 28 - 00122 Roma Tel. 06 5622932

Dott. Valerio Rocchi ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamento Produttivi ed Impatto Ambientale (DIPIA) Via Urbana, 167 - 00184 ROMA Tel. 06 4714245 Fax 06 4744017

Francesca Ronchi Via Alessandro Magno, 216 – Casalpolacco (Rm) Tel. 06 50916341

Pierfranco Ruda Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica Tenuta di Castelporziano Via Pontina, 690 – 00128 Roma Tel. 06 46998165 Fax 06 46998158

Sig. Fabrizio Sallusti
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA)
Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma)
Tel. 06 94181522 Fax 06 94181527

Dott. Roberto Salvati Università degli Studi Roma3 Dipartimento di Scienze Geologiche Largo Murialdo, 1 - 00146 Roma Tel. 06 54888205 Fax 06 54888201 e-mail: salvati@uniroma3.it

Dott.ssa Rosamaria Salvatori C.N.R. – Istituto Inquinamento Atmosferico Area Ricerca Montelibretti Via Salaria Km 29,300 – C.P. 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 86090522 Fax 06 86090360 e-mail: rosas@gioconda.polar.rm.cnr.it Dott. Giovanni Scalisi
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA)
Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma)
Tel. 06 94181522 Fax 06 94181527

Dott.ssa Patrizia Scandella ISNP - Istituto Superiore della Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 - Roma Tel. 06 7002538 Fax 06 7005711

Prof. Gian Tommaso Scarascia Mugnozza Rettore dell'Università della Tuscia Via San Giovanni Decollato, 1 - 01100 Viterbo Tel. 0761 324687 Fax 0761 325785 e-mail: rettore@unitus.it

Prof. Giuseppe Scarascia Mugnozza
Università della Tuscia
DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse
Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo
Tel. 0761 357395 Fax 0761 357389
e-mail: gscaras@unitus.it

Dott. A. Scartazza Istituto per l'Agriselvicoltura - CNR Via Marconi, 2 - 05010 Porano (TR) Tel. 0763 65674 Fax 0763 65330

Dott. Marco Seminara Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914753 Fax 06 4958259

Prof. Paolo Sequi ISNP - Istituto Sperimentale Nutrizione delle Piante Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma Tel. 06 7008721 Fax 06 7005711 e-mail: psequi@uni.net

Dott. Valerio Silli Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. e Fax 06 49912465 Fax 06 49912448

Dott. Francesco Silvestri
ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro
Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA)
Via Urbana, 167 - 00184 ROMA
Tel. 06 47141 / 4714262 Fax 06 4744017

Dott.ssa Carla Simeoni ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamenti Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma) Tel. 06 94181523 Fax 06 94181527 e-mail:carla.simeoni@usa.net

Dott. Paolo Tescarollo Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale – Orto Botanico L.go Cristina di Svezia 24 – 00165 Roma Tel. 06 49917132 Fax 06 49917130 e-mail: paolotesc@hotmail.com

Dott. Ing. Aleandro Tinelli Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica. - Tenuta di Castelporziano Via Pontina, 690 - 00128 Roma Tel. 06 46998194 Fax 06 46998158

Dott. Alberto Todini Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale – Orto Botanico L.go Cristina di Svezia 24 – 00165 Roma Tel. 06 49917132 Fax 06 49917130

Rolando Tomassi Via Vittorio Fiorini, 15/A – 00179 Roma Tel. 06 7807425

Dott. Silvano Toso INFS - Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica Via Cà Fornacetta, 9 - 40064 Ozzano dell'Emilia (Bologna) Tel. 051 6512111 Fax 051 796628 e-mail: infscons@iperbole.bologna.it

Dott. Luigi Tripodi Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica Servizio Tenute e Giardini Via Dataria, 90 - Palazzo del Quirinale - Roma Tel. 06 46991

Dott. Alessandro Urbani Via U. Sacchetto, 16 - 00122 roma Tel. 06 5621324

Prof. Carlo Utzeri Università di Roma "La Sapienza" - Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49914767 Fax 06 4958259

Dott. Riccardo Valentini
Università della Tuscia
DISAFRI- Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse
Via S. Camillo De Lellis, 1 - 01100 Viterbo
Tel. 0761 357394 Fax 0761 357389
e-mail: rik@unitus.it

Dott.ssa Caterina Vazzana C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico Area di Ricerca di Montelibretti Via Salaria km. 29,500 - CP 10 00016 Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 90672266 Fax 06 90672660 e-mail: vazzana@ntserver.iia.mlib.cnr.it

Dott.ssa Ida Ventrone ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamento Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteporzio Catone (Roma)

Tel. 06 94181522 Fax 06 94181527

Dott.ssa Nadia Vignozzi Istituto Sperimentale per la Difesa del Suolo - MIPA Min. delle Ris. Agr., Alim. e Forest. Piazza Massimo D'Azeglio, 30 - 50151 Firenze Tel. 055 2491255 Fax 055 241485

Dott. Massimo Villarini ISPESL - Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro Dipartimento Insediamento Produttivi ed Interazione con l'Ambiente (DIPIA) Via di Fontana Candida, 1 - 00040 Monteprzio Catone (Roma) Tel. 06 94181511 Fax 06 94181527

Dott. Divo Vincenzi ENEA amb-saf-din - C.R. Bologna Viale G.B. Ercolani, 8 - 40138 - Bologna Tel. 051 6098140 Fax 051 6098131 e-mail: vincenzi@amblor.bologna.enea.it

Dott. Marcello Vitale Università "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Vegetale Viale dell'Università, 32 - 00185 Roma Tel. 06 49912445 Fax 06 4463865

Dott.ssa Paola Zarattini Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo Viale dell'Università, 32 – 00185 Roma Tel. 06 49914769 Fax 06 4958259

Dott. Giovanni Zurlini C.N.R. Istituto Inquinamento Atmosferico Area di Ricerca di Montelibretti Via Salaria km. 29,500 - Monterotondo Stazione - Roma Tel. 06 90672266 Fax 06 90672660

GESTIONE ED ORGANIZZAZIONE

Sig.ra Antonella Grieco Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL Villa Lontana - Via Cassia Antica, 35 - 00191 Roma Tel. 06 3297667 Fax 06 36300057

Sig.ra Iole Nicolai Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL Villa Lontana - Via Cassia Antica, 35 - 00191 Roma Tel. 06 3297667 Fax 06 36300057

CURATORE REPORT

Prof. Luciano Morselli Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali Viale del Risorgimento, 4 - 40136 Bologna Tel. 051 2093668 / 0335 5479839 Fax 051 2093654 e-mail: morselli@ms.fci.unibo.it

EDITING REPORT

Dott. Leandro Capponi Dipartimento di Chimica Industriale e dei Materiali Viale del Risorgimento, 4 - 40136 Bologna Tel. 051 2093664 Fax 051 2093654 e-mail: studci3@ms.fci.unibo.it

Dott.ssa Matilde Cecchini ENEA amb-cat-fral - C.R. Bologna Via Don Fiammelli, 2 - 40129 Bologna Tel. 051 6098058 Fax 051 6098131 e-mail: cecchini@amblor.bologna.enea.it

REALIZZAZIONE EDITORIALE

Dott. Andrea Colombino
ENEA, Unità Comunicazione e Informazione
Lungotevere Thaon Di Revel, 76 - 00100 Roma
Tel 06 36272453 Fax 06 36272299

Edito dall'

Unità Comunicazione e Informazione Lungotevere Grande Ammiraglio Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma Sito Web http://www.enea.it

> Stampa Centro Stampa Tecnografico - C.R. Frascati Finito di stampare nel mese di dicembre 1999