

FAUSTA GALLO

IL BIODETERIORAMENTO DI LIBRI E DOCUMENTI

item Galanis, ante ordo in mundo ierurica.
ad sacra aut Imperij negotia ex more in p
is peragenda, cum Imperialibus insignib
s quidem, Moguntinensis & Colonienfi
Regno officij sui, & alter in alterius prodi
s incedunt. Archiepiscopus autem Treuer
, Rex Bohemix sequitur, Dux Saxonix
sarem & Archiepiscopum Treuerensem,
s latere dextro, Palatinus pomum, a sinistr
rgentibus septimum Imperiale gestant. Sa
re Drus... in sessionibus publicis comi

BIBLIOTHEQUE

XXII

A
50

LIBRARY

ICCROM

CENTRO DI STUDI PER LA CONSERVAZIONE DELLA CARTA

ICCROM

BIBLIOTHEQUE

XXII

A

50

LIBRARY

ICCROM

FAUSTA GALLO

IL BIODETERIORAMENTO DI LIBRI E DOCUMENTI



CENTRO DI STUDI PER LA CONSERVAZIONE DELLA CARTA

1992

47122

Edizione in lingua inglese e francese

© 1985 ICCROM - Via di San Michele 13, 00153 Roma

Biological Factors in Deterioration of Paper

Facteurs biologiques de détérioration du papier

Edizione italiana aggiornata ed ampliata

© 1992 Fausta Gallo e Centro di Studi per la Conservazione della Carta

Via Domenico Chelini 3, 00197 Roma

Redazione: Marina L. Regni

Copertina: Carmen Rinesi

Indice

<i>Introduzione</i>	Pag. V
<i>Evoluzione degli studi sul biodeterioramento</i>	» VII
1. <i>Insetti</i>	» 1
1.1 Ordine Blattoidea	» 7
1.2 Ordine Thysanura	» 12
1.3 Ordine Isoptera	» 18
1.4 Ordine Corrodentia	» 29
1.5 Ordine Coleoptera famiglie Anobidae e Dermestidae	» 32
1.5.1 Famiglia Anobidae	» 32
1.5.2 Famiglia Dermestidae	» 39
1.6 Ordine Coleoptera famiglie Lyctidae e Cerambycidae	» 45
1.6.1 Famiglia Lyctidae	» 45
1.6.2 Famiglia Cerambycidae	» 49
2. <i>Microrganismi</i>	» 55
2.1 Caratteristiche dei danni di origine microbica	» 59
2.1.1 Alterazioni cromatiche	» 59
2.1.2 Alterazioni strutturali dei componenti di base dei materiali	» 60
2.1.3 Alterazioni dei componenti additivi essenziali dei materiali	» 61
2.1.4 Miceti carticoli patogeni	» 61
2.1.5 Foxing	» 62
3. <i>Roditori</i>	» 73
4. <i>Cause favorenti i processi di biodeterioramento dei materiali librari</i>	» 75
4.1 La presenza sui materiali librari di spore di microrganismi e di uova di insetti o l'introduzione nell'ambiente di questi ultimi allo stadio larvale o adulto	» 75
4.2 Condizioni ambientali che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi e/o degli insetti	» 75
4.2.1 Microclima e biodeterioramento	» 77
4.2.1.1 Microclima dei locali	» 77
4.2.1.2 Microclima degli scaffali	» 79
4.2.1.3 Microclima dei libri	» 79
4.2.1.4 Rilevamento dei valori termoigrometrici e del contenuto di acqua dei libri	» 80

4.3	Biodegradabilità dei materiali librari	Pag. 86
4.3.1	Grado di polimerizzazione	» 88
4.3.2	pH	» 88
4.3.3	Igroscopticità	» 88
4.3.4	Materiali librari e biocidi	» 93
4.4	Eventi eccezionali (calamità naturali, cause accidentali) .	» 95
5.	<i>Interventi in biblioteche in cui si sono verificate infezioni e/o infestazioni</i>	» 97
5.1	Interventi su libri impregnati di acqua e danneggiati dai microrganismi	» 97
5.1.1	Freezing	» 98
5.1.2	Asciugamento	» 98
5.1.3	Disinfezione	» 98
5.2	Interventi su libri conservati in ambienti umidi che hanno un contenuto d'acqua superiore all'8-10% e sono danneggiati da microrganismi e/o da insetti	» 99
5.2.1	Risanamento dei locali	» 99
5.2.2	Asciugamento	» 99
5.2.3	Disinfezione e disinfestazione	» 99
5.3	Interventi su libri conservati in ambienti asciutti aventi un contenuto di acqua inferiore al 10% e danneggiati da insetti	» 106
5.4	Interventi in biblioteche nelle quali si sono verificate infestazioni di insetti xilofagi nelle strutture portanti, negli scaffali, negli infissi, negli arredi, nei parquets	» 108
5.5	Interventi in biblioteche in cui si sono verificate infestazioni di roditori	» 109
	<i>Annesso</i>	» 111
	<i>Glossario</i>	» 113
	<i>Bibliografia</i>	» 117

Il Centro di Studi per la Conservazione della Carta è molto riconoscente alla dottoressa Fausta Gallo per aver concesso la pubblicazione in lingua italiana del suo testo sul deterioramento della carta causato da fattori biologici.

Il testo, già edito nel 1985 in lingua inglese e francese sotto forma di manuale didattico ICCROM "Biological Factors in Deterioration of Paper", viene presentato oggi come nostro Bollettino n. 2 del tutto ampliato ed aggiornato dalla stessa autrice: in particolare sono stati rivisti il capitolo concernente i microrganismi e la bibliografia, inoltre sono stati aggiunti alcuni paragrafi su argomenti attinenti allo stesso campo ed un importante corredo fotografico.

L'opera, frutto della notevole esperienza acquisita dalla dott.ssa Gallo dedicatasi per decenni allo studio del biodeterioramento del materiale librario e documentario ed a tutt'oggi direttore del Laboratorio di Biologia presso l'Istituto Centrale per la Patologia del Libro, costituisce un prezioso aiuto sia per gli operatori nel settore del restauro, che per coloro (conservatori, bibliotecari, archivisti, bibliofili, ecc.) che sono interessati ad un miglioramento delle condizioni di conservazione dei beni librari ed archivistici.

A nome di tutti i soci desideriamo quindi esprimere alla dott.ssa Gallo il più vivo ringraziamento e altresì all'ICCROM (International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property) che ne ha autorizzato la pubblicazione.

IL PRESIDENTE
Giovanna Pignatelli

Ringrazio il Centro Studi per la Conservazione della Carta per avermi chiesto di ripubblicare questo lavoro, edito nel 1985 dall'ICCROM.

Nella presente edizione sono stati aggiunti i paragrafi sull'evoluzione degli studi sul biodeterioramento, sugli insetti xilofagi che più frequentemente danneggiano il legno in opera e sui roditori; sono state, inoltre, ampliate le parti relative alla degradazione microbica dei materiali librari ed ai mezzi per prevenire ed arrestare gli attacchi degli agenti biologici.

Rivolgo un ringraziamento particolare a Marina Regni che ha curato con molto impegno questa ristampa ed a Giovanni Donati che ha eseguito le fotografie dei materiali danneggiati.

L'AUTRICE

INTRODUZIONE

Gli agenti biologici rappresentano una minaccia per il patrimonio librario. Ogni anno centinaia di migliaia di volumi subiscono l'attacco degli insetti, dei microrganismi e, in misura minore, dei roditori. Nelle varie aree geografiche tali attacchi assumono aspetti e proporzioni diverse in rapporto alle condizioni climatiche delle singole aree, all'entomofauna e microflora in esse presenti e alle caratteristiche degli edifici che ospitano le collezioni librarie; questi ultimi non sempre rispondenti ai canoni che la scienza ritiene imprescindibili per la conservazione.

Le alterazioni biologiche sono, in larga misura, favorite o da condizioni ambientali non idonee e, quando si verificano, interessano spesso interi settori delle biblioteche, oppure da eventi eccezionali (alluvioni, terremoti, crolli) e in casi del genere assumono, sovente, proporzioni ancora più imponenti. Oltre ai libri possono subire processi di biodegradazione anche i microfilms, le microfiches, i nastri magnetici, i floppy disks ed altri oggetti e collezioni quali stampe e lastre fotografiche, erbari, mappamondi ecc. conservati negli stessi ambienti.

Le infestazioni in molti casi si estendono anche a materiali cellululosici e proteici presenti nei magazzini librari sotto forma di arredi, tendaggi, infissi, parquet, travi ecc.

Il presente lavoro si articola in tre parti:

- Insetti, microrganismi e roditori che arrecano danni alle biblioteche;*
- Cause favorevoli al loro sviluppo;*
- Metodi di lotta.*

Esso tratta questi argomenti in modo sintetico e si propone di diffondere tra i bibliotecari, gli archivisti, i bibliofili e i restauratori quelle nozioni che sono loro necessarie per proteggere i libri e i documenti dal biodeterioramento. Tali nozioni non dovranno però indurli a prendere iniziative senza avere prima consultato specialisti nel campo dell'entomologia, della microbiologia e del risanamento ambientale.

Nella prima parte per ogni famiglia di insetti sono descritti in dettaglio le caratteristiche morfologiche e lo sviluppo di 1 o 2 specie cosmopolite; per i microrganismi sono indicati i generi che più frequentemente causano danni. Sia per i primi che per i secondi sono elencati in tabelle riassuntive i materiali da essi degradati.

Le citazioni bibliografiche, riguardanti i vari aspetti del problema biologico delle biblioteche, poste dopo il testo, possono essere una guida per il lettore che voglia conoscere più a fondo qualche aspetto particolare.

Si è ritenuto opportuno aggiungere anche un annesso e un glossario per facilitare la comprensione dei termini tecnici.

L'EVOLUZIONE DEGLI STUDI SUL BIODETERIORAMENTO E L'ISTITUTO CENTRALE PER LA PATOLOGIA DEL LIBRO

Fino all'inizio di questo secolo le misure adottate per arrestare le alterazioni di origine biologica del materiale bibliografico ed archivistico erano empiriche, spesso inefficaci e, in taluni casi, persino dannose. Il motivo è che non avevano un serio fondamento scientifico ma erano basate su conoscenze molto limitate e approssimative. Soltanto negli ultimi anni dell'800 e nei primi decenni del '900 alcuni ricercatori, tra i quali sembra opportuno citare Blades, Houlbart, Sée(*) cominciarono ad interessarsi del problema, classificarono e descrissero la morfologia, il ciclo di vita e il metabolismo di diverse specie di insetti e di funghi che trovano sulla carta, sulla pergamena, sul cuoio condizioni favorevoli al loro sviluppo.

Questi studi, che costituiscono le pietre miliari di quella branca della biologia che studia i biodeteriogeni dei materiali librari, non furono sufficienti per razionalizzare e rendere efficace la prevenzione dei danni. Non era infatti possibile trasferire sul piano pratico i risultati di indagini eminentemente scientifiche le quali avrebbero dovuto essere estese sul piano applicativo e correlate con ricerche compiute in altri campi. Tutto questo si sarebbe potuto realizzare soltanto in centri specializzati per lo studio della conservazione del libro, ma in quell'epoca centri del genere non esistevano.

La situazione subì un'evoluzione quando iniziò a svolgere la sua attività il primo di essi, l'Istituto di Patologia del Libro(**) dotato, fin dalla fondazione avvenuta nel 1938 ad opera di Alfonso Gallo, di laboratori organizzati per studiare la microbiologia, l'entomologia, la chimica, la fisica, la tecnologia dei materiali librari.

A questi si aggiunsero negli anni '50 un laboratorio di igiene, e alla fine degli anni '70, un laboratorio per l'ambiente.

In tale struttura la ricerca del biologo poteva essere condotta con metodi sperimentali e messa in relazione con quella compiuta da specialisti di altre discipline. Venne così dato agli studi un indirizzo nuovo, moderno che si è via via sviluppato e perfezionato nel corso dei decenni ed è stato il punto di riferimento di Centri, analoghi all'Istituto di Roma, sorti in Italia e all'estero (Francia, Spagna, Polonia, Russia, Canada, Giappone ecc.).

(*) BLADES W., (1883) - *Les livres et leurs ennemis*. Claudin, Paris 128 pp.

HOULBERT C. W. (1903) - *Les insectes ennemis des livres. Leurs moeurs. Moyens de les détruire*. Picard, Paris 269 pp.

SÉE P., (1919) - *Les maladies du papier piqué*. O. Doin, Paris 157 pp.

(**) Dal 1975 ha assunto il nome di Istituto Centrale per la Patologia del Libro.

Uno dei risultati più significativi di detto metodo di lavoro è rappresentato dalle ricerche sui fattori ambientali che ostacolano e su quelli che favoriscono lo sviluppo degli insetti e dei microrganismi. Condotte da biologi, in collaborazione con gli specialisti della microclimatologia, queste ricerche hanno consentito di individuare, sia le condizioni che causano l'insorgenza delle infezioni o infestazioni, sia le condizioni ottimali da realizzare per evitare che si verifichino attacchi di agenti biologici o comunque di ridurre al minimo il rischio di tali attacchi. La loro efficacia è dimostrabile se si confronta la situazione che esisteva in tante biblioteche mezzo secolo fa con quella attuale. Allora accadeva molto più spesso di oggi di vedere raccolte librerie gravemente danneggiate da termiti, anobidi, muffe ecc.. Questo non si verifica più laddove sono integralmente applicate le misure di carattere preventivo indicate dagli specialisti, mentre si verifica ancora dove tali misure sono disattese.

Altro esempio di indagini interdisciplinari, che hanno consentito di raggiungere traguardi interessanti, sono quelle svolte sui mezzi di lotta da utilizzare contro i biodeteriogeni delle biblioteche. Oggi la scelta di tali mezzi viene compiuta dopo una serie di valutazioni fatte dal biologo, per quanto riguarda la loro efficacia e le modalità di impiego, dal chimico per l'azione a breve e a lungo termine sui materiali librari, dall'igienista e dal tossicologo per gli effetti che eventuali residui tossici possono avere su coloro che lavorano in ambienti in cui sono stati impiegati insetticidi o fungicidi o in cui sono stati posti libri trattati con essi.

L'utilità di queste ricerche è facilmente comprensibile se si considera che i disinfettanti e disinfestanti se usati in modo sbagliato possono essere inefficaci, danneggiare i materiali librari, rendendoli in alcuni casi più vulnerabili a successivi processi di biodegradazione, ed inoltre possono esporre il bibliotecario e il lettore a rischi di intossicazioni.

Negli ultimi decenni gli entomologi e i microbiologi dei paesi in cui esistono centri di ricerca specializzati hanno dato con i loro studi un contributo alla conservazione del patrimonio librario, studi che hanno avuto un'applicazione pratica anche in occasione di eventi eccezionali quali ad esempio il secondo conflitto mondiale e l'alluvione di Firenze nel 1966.

Nel primo caso, infatti, decine di migliaia di volumi posti in rifugi antiaerei, spesso in condizioni climatiche non idonee, o rimasti sepolti sotto le macerie di edifici bombardati o minati subirono attacchi di insetti e/o microrganismi.

Quanto all'alluvione di Firenze, è stata la più grande catastrofe che ha colpito le biblioteche italiane. Nel corso di una notte circa 1.700.000 unità bibliografiche furono travolte dall'acqua e dal fango. In questo caso, come nel precedente, l'intervento dei biologi fu determinante per arrestare i processi di biodeterioramento che avrebbero aggiunto altri gravi danni a quelli già causati dagli eventi bellici e dall'alluvione.

1. Insetti

Gli insetti che infestano le biblioteche e gli archivi sono alcune decine. Essi possono essere divisi in quattro gruppi comprendenti ciascuno ordini e famiglie aventi lo stesso habitat.

1° gruppo: ordini - Blattoidea, Thysanura, Isoptera (tab. 1A)

Vivono nell'ambiente e si nutrono di carta, cuoio, pergamena ecc. Tra essi, gli Isotteri, indicati comunemente con il nome di termiti, distruggono anche i materiali lignei costituenti in alcuni casi i piatti delle legature e presenti spesso nelle biblioteche sotto forma di arredi, infissi, travi ecc.

2° gruppo: ordine Corrodentia (tab. 1B)

Vivono nell'ambiente e si nutrono di muffe, che si sviluppano sui libri e sui muri, a causa di sfavorevoli condizioni ambientali.

3° gruppo: ordine Coleoptera (famiglie Anobidae e Dermestidae) (tab. 1B)

Compiono tutto il ciclo vitale all'interno dei materiali dei quali si nutrono. Arrecano danni ai libri e, talvolta, anche agli arredi, agli infissi, alle travi lignee.

4° gruppo: ordine Coleoptera (famiglie Lyctidae e Cerambycidae) (tab. 1B)

Compiono tutto il ciclo vitale all'interno dei materiali lignei dei quali si nutrono.

Raramente danneggiano i libri.

Gli insetti del primo e secondo gruppo si differenziano da quelli del terzo e quarto per le metamorfosi che subiscono nel corso dello sviluppo⁽¹⁾.

I danni che essi causano, come anche il loro rosime, hanno caratteristiche peculiari per ogni ordine e famiglia, le quali consentono allo specialista di identificare, entro certi limiti, l'agente infestante.

⁽¹⁾ Il ciclo vitale nell'ambito delle singole specie, può essere più o meno lungo; su di esso influiscono fattori nutritivi e climatici. Per evidenziare l'influenza esercitata dai secondi nelle tabelle 3, 5, 11, 13, 15, 17, 19 e 21 sono riportati i dati relativi alla durata della vita embrionale e postembrionale di alcune specie di insetti al variare della temperatura e dell'umidità relativa.

Tab. 1 A
Insetti che danneggiano i materiali librari

Insetti che vivono nell'ambiente e si nutrono di materiali librari				1° Gruppo
Ordini	Famiglie	Tipi di danno	Materiali ai quali arrecano danni	
Blattoidea	Blattellidae Blattidae	Erosioni superficiali a contorno irregolare, talvolta con i loro escrementi fluidi causano macchie nere a forma di virgola.	Carta, cartone, cuoio, pergamena, adesivi di origine animale e vegetale, fotografie.	
Thysanura	Lepismatidae	Erosioni superficiali a contorno irregolare che si differenziano da quelle delle blatte perché più minute.	Carta, cartone, adesivi di origine animale e vegetale, fotografie, tessuti di rayon, lino, cotone.	
Isoptera	Rhinotermitidae Hodotermitidae Termitidae Kalotermitidae	Nei libri scavano voragini a forma di cratere o fanno erosioni estese, profonde, di forma irregolare che si diramano dal taglio verso l'interno. In alcuni casi distruggono quasi completamente i volumi lasciando intatti soltanto i tagli e i dorsi. Nel legno scavano gallerie che corrono parallele alle fibre, preferendo gli strati più teneri, di conseguenza il legno assume un aspetto lamellare, oppure distruggono la parte interna lasciando intatta soltanto una pellicola superficiale, che cede se sottoposta ad una leggera pressione. Sia il primo che il secondo tipo di erosione possono provocare il crollo di strutture lignee portanti (travi ecc.). Le termiti, con i loro escrementi fluidi, fanno sui materiali danneggiati piccole macchie color sughero.	Legno, carta, tessuti, cuoio, pergamena. Danneggiano talvolta osso, avorio, corno e rivestimenti di cavi elettrici. Sono capaci di perforare anche materiali plastici e sottili lamine metalliche.	

Tab. 1 B
Insetti che infestano le biblioteche

2° gruppo Insetti che vivono nell'ambiente e si nutrono di muffe.	Ordini	Famiglie	Tipi di danno	Materiali ai quali arrecano danni	Rosume e fori di sfarfallamento
3° gruppo Insetti che compiono tutto il ciclo vitale all'interno dei materiali dei quali si nutrono.	Coleoptera	Anobidae	Nei libri scavano gallerie tortuose, a sezione circolare che si estendono dai margini verso il centro. Il diametro di queste gallerie varia a seconda della specie e dello stadio di sviluppo della larva. Nel legno scavano gallerie dapprima parallele alle fibre del legno e poi in tutte le direzioni.	Carta, legno, compensato, oggetti di vimini, colle di amido, collezioni di storia naturale in particolare gli erbari. Perforano films plastici. Attaccano legni sia di latifoglie che di conifere dei quali preferiscono l'alburno.	Rosume granuloso con caratteristiche morfologiche diverse a seconda della specie (pallottoline a forma di limone o di disco). Fori di sfarfallamento di forma circolare e di diametro variabile a seconda della specie infestante: da un minimo di 1.5 mm ad un massimo di 6-8 mm.
		Dermestidae	Perforazioni irregolari e a volte gallerie superficiali.	Cuoio, pergamena, adesivi di origine animale, pellicce, tessuti di lana e seta, collezioni di insetti, carta, legno. Talvolta possono danneggiare cavi elettrici provocando corti circuiti. Possono perforare materiali plastici e sottili lamine metalliche.	Fori di uscita aventi un diametro di 3-4 mm. Gallerie ripiene di escrementi polverulenti e spoglie larvali.
4° gruppo Insetti che compiono tutto il ciclo vitale all'interno dei materiali lignei dei quali si nutrono.	Coleoptera	Lyctidae	Nei libri: causano danni aventi caratteristiche simili a quelli degli anobidi. Nel legno scavano dapprima gallerie aventi un diametro di 1-2 mm. parallele alle fibre. Negli stadi più avanzati l'alburno viene completamente distrutto.	Carta, legno di latifoglie, compensato. Possono perforare anche sottili lamine metalliche e di plastica. Non si sviluppano in legni che non contengono amido.	Rosume fine, aspetto simile al talco. Fori di sfarfallamento di forma circolare aventi un diametro di 1,5 - 3 mm.
		Cerambycidae	Le gallerie, di forma ovale, aventi diametri di 6-10 mm. corrono parallele alle fibre del legno e sono, generalmente, scavate negli strati primaverili di esso. Tali gallerie, che sono piene di rosume compresso, presentano sulle pareti caratteristiche striature le quali somigliano a quelle lasciate sulla sabbia dalle maree.	Prevalentemente legni teneri.	Il rosume è costituito da pallottoline grandi, cilindriche e da polvere. Fori di sfarfallamento pochi, ovali, talvolta con bordi frastagliati, aventi diametri di 6-10 mm.

Sviluppo degli insetti appartenenti al 1° e 2° gruppo

1° gruppo

- Ordine Blattoidea famiglie Blattellidae e Blattidae
- „ Thysanura famiglia Lepismatidae
- „ Isoptera famiglie Mastotermitidae Hodotermitidae, Rhinotermitidae Termitidae, Kalotermitidae

2° gruppo

- Ordine Corrodentia famiglia Liposcelidae

Gli individui che fuoriescono dalle uova vengono indicati con il nome di *neanidi*. Queste hanno forma simile agli adulti dai quali differiscono per le dimensioni, notevolmente ridotte nei primi stadi di sviluppo, e per la mancanza di ali (nelle specie in cui queste sono presenti) (fig. 1).

Il ciclo di sviluppo, *se gli adulti non hanno le ali* è:

uovo → neanide I, II, III stadio → adulto

La metamorfosi in tal caso è molto ridotta tanto da apparire inesistente (*ametabolia*).

Se gli adulti hanno le ali il ciclo di sviluppo è:

uovo → neanide I, II, III stadio → ninfa I e II stadio → adulto

Nello stadio di ninfa si ha la comparsa delle ali.

La metamorfosi in questo secondo caso è più evidente (*eterometabolia*).

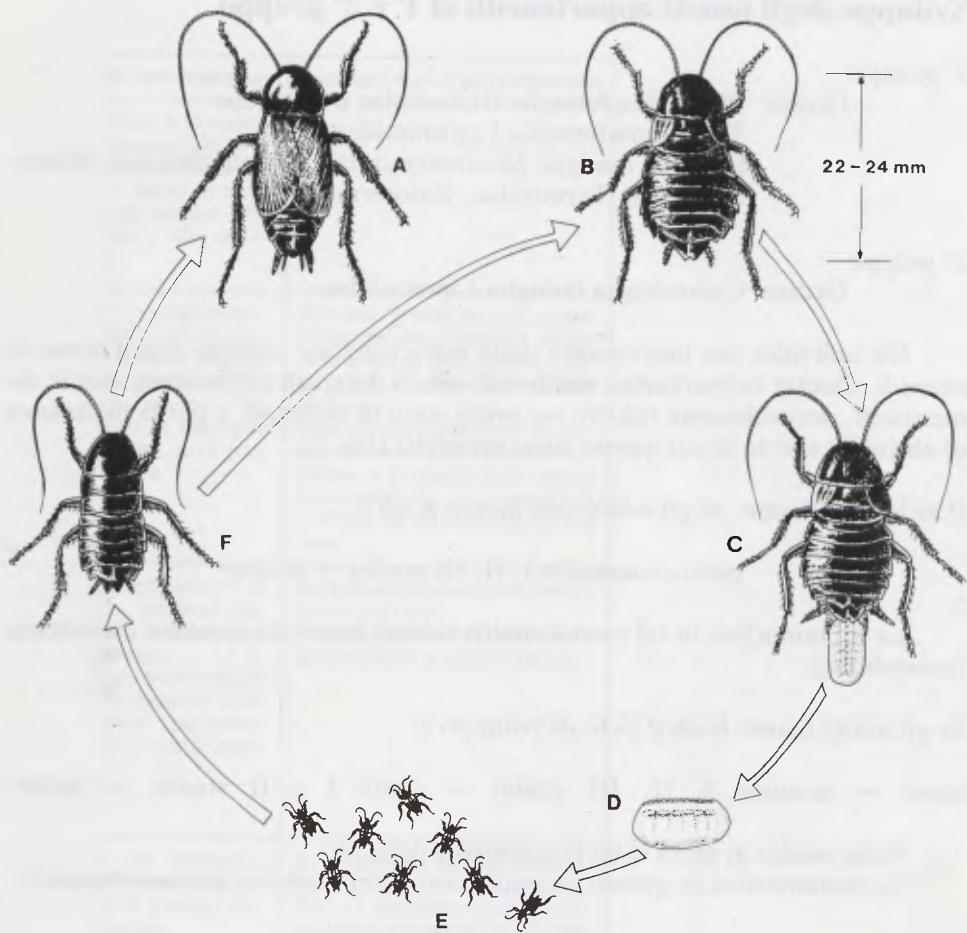


Fig. 1 - Sviluppo degli insetti appartenenti al 1° e 2° gruppo.

– Sviluppo della *Blatta orientalis* L.

A = maschio adulto

B = femmina adulta

C = femmina che depone un'ooteca

D = ooteca

E = neanidi

F = ninfa

Sviluppo degli insetti appartenenti al 3° e 4° gruppo

3° gruppo

Ordine Coleoptera
famiglie Anobidae e Dermestidae

4° gruppo

Ordine Coleoptera
famiglie Lyctidae e Cerambycidae

Essi hanno il seguente ciclo di sviluppo: (fig. 2)

uovo → larva I, II, III, IV stadio → pupa → adulto

Gli individui che fuoriescono dalle uova vengono indicati con il nome di *larve*, le quali *hanno un aspetto completamente diverso dagli adulti* (metamorfosi completa = olometabolia).

Esse sono vermiformi, il loro corpo è molle, spesso ricoperto di setole. Al termine degli stadi larvali l'insetto subisce una metamorfosi e si trasforma in pupa, stadio nel quale compaiono le ali. Questa non si muove, non si alimenta, ha il corpo molle e chiaro che acquista maggiore consistenza e diviene più scuro quando sta per trasformarsi in adulto. Al momento in cui ciò avviene la pupa rompe il sottile involucre che l'avvolge.

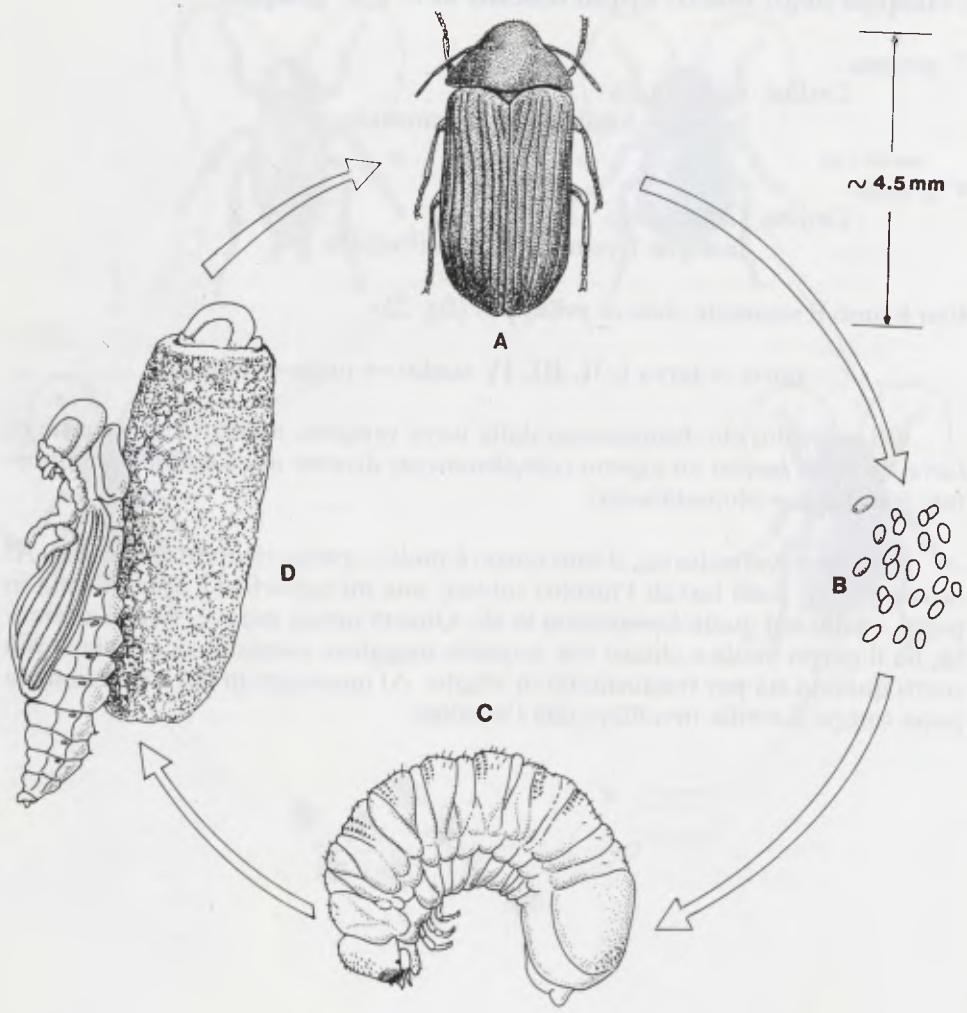


Fig. 2 - Sviluppo degli insetti appartenenti al 3° e 4° gruppo.
 - Sviluppo degli anobidi
 A = adulto
 B = uova
 C = larva
 D = pupa e involucro in cui avviene la trasformazione in adulto.

1° GRUPPO

1.1 Ordine Blattoidea - fam. Blattellidae e Blattidae

A questo ordine appartengono circa 2500 specie, in buona parte tropicali; tra esse alcune sono divenute cosmopolite. Nei paesi a clima freddo si rinven-
gono esclusivamente all'interno degli edifici. Le specie che infestano le biblio-
teche e gli archivi con maggiore frequenza sono: (tabb. 2 e 3)

fam. Blattellidae

Blattella germanica L.

nomi comuni:

- Blatta grigia
- Deutsche Schabe
- Croton bug/German cockroach
- Blatte germanique
- Cucaracha germanica

fam. Blattidae

Blatta orientalis L. (fig. 3)

nomi comuni:

- Blatta nera, scarafaggio
- Orientalische Schabe
- Oriental cockroach
- Blatte orientale
- Cucaracha oriental

Periplaneta americana L.

nomi comuni:

- Blatta rossa, scarafaggio
- Amerikanische Schabe
- American cockroach
- Coquerelle germanique
- Cucaracha americana

Tab. 2 - Fam. Blattellidae e Blattidae: Morfologia

Specie	<i>Blattella germanica</i>	<i>Blatta orientalis</i>	<i>Periplaneta americana</i>
Colore	Corpo appiattito di colore giallo bruno.	Corpo appiattito di colore bruno lucente.	Corpo appiattito di colore bruno.
Ali	Maschi e femmine hanno ali ben sviluppate.	Maschi hanno ali ben sviluppate, le ali delle femmine sono ridotte a corti lobi.	Maschi e femmine hanno ali ben sviluppate.
Dimensioni adulto	10 - 15 mm.	22 - 24 mm.	28 - 44 mm.
Numero di ooteche deposte a 25°C	6	8	53
Numero di uova contenute in ogni ooteca	30	16	16
Dimensioni ooteche	5,5 mm.	10,5 mm.	9 mm.
Stadio nel quale sono dannose	Neanidi e adulti.	Neanidi e adulti.	Neanidi e adulti.
Elementi che consentono di rilevare la presenza di blatte	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati - Ooteche - Escrementi 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati - Ooteche - Escrementi 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati - Ooteche - Escrementi

Habitat

Le blatte hanno abitudini notturne, si annidano in piccole fessure delle pareti, dei pavimenti e nei condotti di areazione. Esse hanno bisogno di elevata umidità e per tale motivo vivono nei bagni, nelle cantine e nelle fogne.

Questi insetti si arrampicano anche su superfici perfettamente lisce, come per esempio i vetri, e possono essere vettori di gravi malattie (tifo, colera). La femmina depone le uova racchiuse in involucri, *le ooteche*, aventi la forma di fagioli di colore scuro, in luoghi riparati e nascosti.



Fig. 3 - Blatta orientalis L.



Fig. 4 - Tassello in cuoio di una legatura danneggiata da blatte.

Abitudini alimentari

Le blatte sono onnivore. Esse si nutrono di derrate alimentari, feci di uomo e di animali, di vari tipi di rifiuti; attaccano la quasi totalità dei materiali librari tra i quali preferiscono la carta, gli adesivi e il cuoio.

Danni

Le blatte fanno erosioni superficiali a contorno irregolare (fig. 4) e, talvolta, sulla carta e sulla pergamena macchie nerastre a forma di virgola (fig. 5). Queste sono causate dai loro escrementi fluidi.



Fig. 5 - Stampa danneggiata da escrementi fluidi di blatte.

Tab. 3 - Fam. Blattellidae e Blattidae: Sviluppo

Specie	<i>Blattella germanica</i>	<i>Blatta orientalis</i>	<i>Periplaneta americana</i>
Sviluppo embrionale	a 21°C 28 gg. a 25°C 24 gg. a 30°C 15-17 gg.	a 21°C 81 gg. a 25°C 57 gg. a 30°C 42-44 gg.	a 27°C 57 gg. a 30°C 32-39 gg.
Sviluppo delle neanidi	a 21°C 172 gg. a 25°C 103 gg. a 30°C 40-70 gg.	a 25°C 530 gg. a 30°C 150-300 gg.	a 25°C 519 gg. a 30°C 180-195 gg.
Vitalità dell'adulto a 25°C	260 giorni	140 giorni	440 giorni
Condizioni ottimali per lo sviluppo	Temperatura 25-30°C U. R. sup. al 70%	Temperatura 25-30°C U. R. sup. al 70%	Temperatura 25-30°C U. R. sup. al 70%
Sopravvivenza a 27°C in assenza di cibo	8-12 giorni	11-13 giorni	29-42 giorni

1° GRUPPO

1.2 Ordine Thysanura - fam. Lepismatidae

A questa famiglia appartengono più di 200 specie. La presenza di questi insetti è stata segnalata in numerosi paesi con clima temperato, tropicale e subtropicale. La specie cosmopolita che più frequentemente infesta le biblioteche, gli archivi e i musei è:

Lepisma saccharina L. (tabb. 4 e 5)

nomi comuni:

- Pesciolino d'argento
- Silberfischlein
- Silverfish
- Petit poisson d'argent
- Pez de plata

Habitat

I lepismatidi (fig. 6) vivono negli ambienti umidi ed hanno abitudini notturne. Essi di giorno si nascondono dietro i battiscopa, i quadri, i mobili, all'interno dei libri e di notte escono alla ricerca di alimenti. La femmina depone le uova (1 solo uovo o 2-3 contemporaneamente) in luoghi riparati e nascosti.

Abitudini alimentari

I lepismatidi si nutrono di amido (per es. adesivi di origine vegetale), di carta, tessuti di rayon, lino e cotone. Per quanto riguarda la carta preferiscono quella di pura cellulosa a quella che contiene pasta meccanica.

Inoltre essi hanno bisogno per sopravvivere di piccole quantità di proteine e per tale motivo attaccano insetti morti e colle di origine animale. Questi insetti arrecano danni anche alle fotografie delle quali distruggono sia la carta che la gelatina (fig. 7).

Danni

I lepismatidi fanno erosioni superficiali a contorno irregolare che differiscono da quelle delle blatte perché più minute (Fig. 8).



Fig. 7 - Fotografia danneggiata da lepismatidi.

Tab. 4 - Fam. Lepismatidae: Morfologia

Specie	<i>Lepisma saccharina</i>
Uova	Ovali, bianche, molli hanno dimensioni oscillanti tra 1 mm. e 1,5 mm. Alcune ore dopo la deposizione divengono brunastre. Una femmina depone circa 100 uova.
Neanidi	Nei primi stadi di colore bianco, molto piccole (nel primo stadio misurano circa 2 mm.), divengono via via più grandi ed assumono la colorazione grigia con riflessi metallici, tipica degli individui adulti.
Adulti	Di colore grigio con riflessi metallici, misurano 8-12 mm. Hanno due lunghe antenne sul capo; l'addome termina con tre appendici.
Stadio nel quale sono dannosi	Neanide e adulto.
Elementi che consentono di rilevare la presenza dei lepismatidi.	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati. - Rinvenimento di neanidi o adulti.



Fig. 8 - Carta danneggiata da lepismatidi.

Tab. 5 - Fam. Lepismatidae: Sviluppo

Specie	Lepisma saccharina
Sviluppo embrionale	a 22°C 43 giorni a 32°C 19 giorni Le uova schiudono a temperature comprese tra 22°C e 37°C a seconda dell'umidità. Per esempio: - a 22°C è necessaria una U.R. superiore al 50% - a 29-32°C è necessaria una U.R. superiore al 75%
Sviluppo delle neanidi	a 27°C 90-120 giorni
Vitalità dell'adulto	a 27°C circa 3 anni e mezzo a 29°C circa 2 anni e mezzo a 32°C circa 1 anno e mezzo Gli adulti possono sopravvivere parecchi mesi a 1°C.
Condizioni termogigrometriche ottimali per la specie	Temperatura 16-24°C Umidità relativa 90%



Fig. 6 - *Lepisma sp.*



Fig. 9 - Alato di *Reticulitermes lucifugus* Rossi.



Fig. 10 - Soldato di *Reticulitermes lucifugus* Rossi



Fig. 11 - Operaio di Reticulitermes lucifugus Rossi.

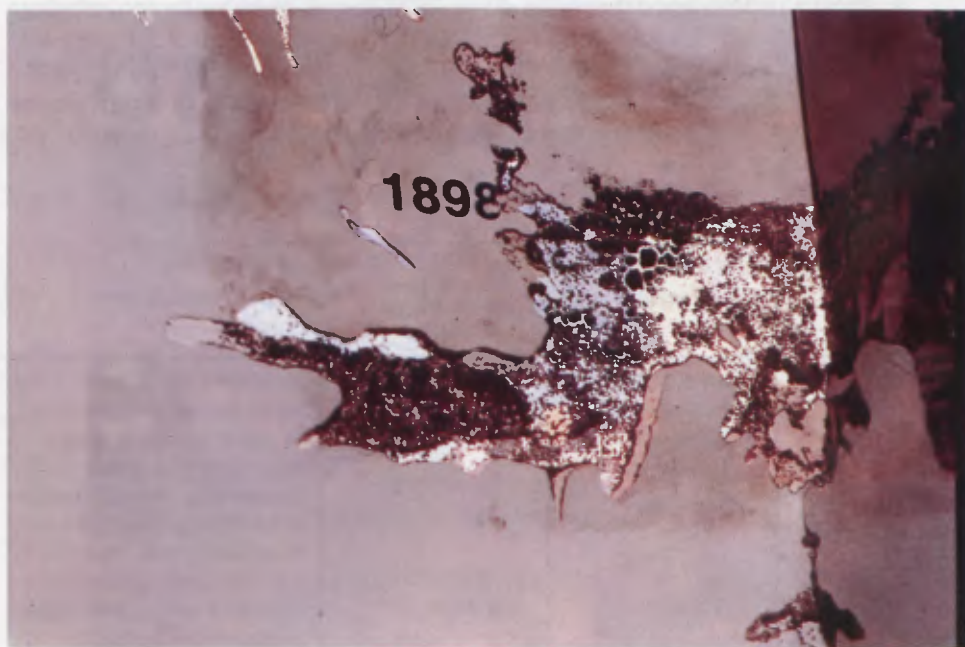


Fig. 14 - Piccole macchie color sughero causate dagli escrementi fluidi delle termiti. Gli insetti hanno distrutto la carta lasciando intatto il film plastico che la ricopriva.

1° GRUPPO

1.3 Ordine Isoptera - fam. Mastotermitidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, Termitidae, Kalotermitidae

nomi comuni:

- Termiti
- Termiten
- Termites
- Weisse Ameisen
- White ants
- Fourmis blanches
- Hormigas blancas

A questo ordine appartengono circa 1800 specie distribuite su una vasta superficie del globo. La loro area di diffusione è compresa tra il 50° parallelo latitudine nord e il 45° parallelo latitudine sud. Tra esse quelle che infestano gli edifici sono circa 130 che per l'habitat e per il diverso modo di nidificazione si dividono in: Termiti sotterranee e Termiti del legno secco (tab. 6)

Tab. 6 - Termiti: Nidificazione

Habitat	Famiglie	Numero di specie che danneggiano le costruzioni	Nidificazione
Termiti sotterranee	- Mastotermitidae - Hodotermitidae - Rhinotermitidae - Termitidae	Circa 120	Nidificano nel terreno o in legno umido, che è a contatto con il terreno, e penetrano negli edifici attraverso le fondamenta. Alcune specie di Rhinotermitidae possono occasionalmente nidificare nel legno delle costruzioni e riescono a vivere, anche senza mantenere il contatto con il terreno, purché vi siano altre fonti di umidità.
Termiti del legno secco	- Kalotermitidae	13	Nidificano nel legno del quale si nutrono.

Tra le famiglie sopraindicate quelle diffuse in Europa che arrecano danni alle biblioteche e agli archivi sono:

fam. Rhinotermitidae

Reticulitermes lucifugus Rossi

Reticulitermes lucifugus var. *santonensis* Feytaud

Reticulitermes flavipes F.

fam. Kalotermitidae

Kalotermes flavicollis F.

Questa specie raramente danneggia i libri e i documenti.

Organizzazione del termitaio

Le termiti sono come le api, le vespe e le formiche insetti sociali. Esse vivono riunite in colonie mirabilmente organizzate e costituite da un numero di individui che varia da specie a specie, da un minimo di circa 1000 nel *Kalotermes flavicollis* ad un massimo di uno o più milioni nei generi *Macrotermes*, *Amitermes* e *Anoplotermes*.

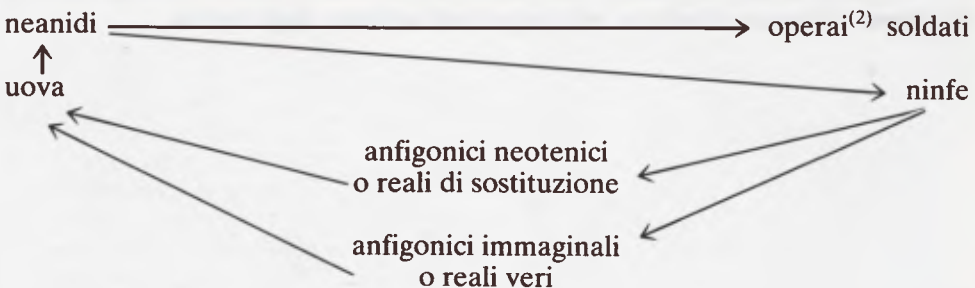
Nelle colonie si possono distinguere le seguenti caste:

casta riproduttiva: anfigonici immaginali o reali veri
anfigonici neotenici o reali di sostituzione (Tab. 7);

casta sterile: operai, soldati, pseudoergati (Tab. 8).

Ciclo di sviluppo

Il ciclo di sviluppo delle termiti può essere così schematizzato nelle grandi linee (Tab. 9):



⁽²⁾ Non vi è una distinzione netta tra neanidi e operai. Le neanidi negli stadi più avanzati e le ninfe sono noti come pseudoergati.

Tab. 7 - Termiti: Casta riproduttiva

Caste	Caratteristiche
Anfigonici immaginali o reali veri (fig. 9)	<p><i>Individui</i> di colore piuttosto scuro, hanno gli organi genitali sviluppati e due paia di ali membranose, brune, di eguale lunghezza che a riposo sono sovrapposte e ricoprono il corpo. In un determinato periodo dell'anno, che varia da specie a specie e in rapporto alle condizioni climatiche, escono dal nido, generalmente in giornate serene e assolate, e dopo un breve volo si accoppiano, perdono le ali e fondano nuove colonie di cui diventano re e regina.</p> <p><i>Questo evento</i> della fuoriuscita degli alati dal nido, che viene indicato con il nome di <i>sciamatura</i>, assume spesso proporzioni imponenti e consente di rilevare l'esistenza di un <i>focolaio termitico</i>. L'addome della femmina subisce un accrescimento che è limitato in alcune specie ed enorme in altre nelle quali può raggiungere una lunghezza di 14-15 cm.</p>
Anfigonici neotenici o reali di sostituzione	<p><i>Individui</i> maschi e femmine, provvisti di abbozzi alari, di colore grigiastro o brunastro, con organi genitali sviluppati; l'addome della femmina subisce un aumento di volume che in alcune specie è notevole. Questi individui sessuati compaiono quando nel nido mancano i reali veri. Tale evenienza si può verificare, per esempio, se per una frana delle gallerie del termitaio un gruppo di individui sterili resta isolato dalla colonia.</p>

Le neanidi hanno aspetto simile agli operai dai quali differiscono perché di dimensioni inferiori.

Le ninfe sono più grandi delle neanidi ed, inoltre, hanno abbozzi alari e l'addome di forma cilindrica, più lungo dell'addome degli operai.

Tab. 8 - Termiti: Caste sterili

Caste	Caratteristiche
Soldati (fig. 10)	<p>Individui privi di ali, sterili, hanno il capo molto sviluppato, di colore più scuro del resto del corpo e posseggono grosse mandibole. Non sono capaci di alimentarsi da soli e vengono nutriti con materiali già digeriti dalle neanidi in stadi avanzati o dagli operai. Se isolati dalla colonia muoiono di inazione. <i>Evitano la luce.</i> Essi, <i>che costituiscono una piccola percentuale (1-10%) della popolazione del termitaio, hanno il compito di difendere la colonia da altri insetti (per esempio dalle formiche).</i></p>
Operai (fig. 11)	<p>Individui privi di ali, sterili, di colore chiaro, posseggono robuste mandibole. Essi provvedono a tutte le necessità del termitaio: nutrono gli altri individui della colonia (neanidi del I e II stadio, anfigonici immaginali e neotenici, soldati), raccolgono le uova e curano i giovani individui che fuoriescono da esse e la coppia reale, facilitano l'uscita dal nido degli alati sciamanti. Costruiscono, riparano ed ingrandiscono il termitaio, scavano gallerie nel terreno o nel legno. <i>Quando devono raggiungere una fonte di nutrimento o di umidità e quando devono proteggersi dalla luce e da insetti nemici costruiscono o camminamenti sui muri, sui pavimenti ecc. o formazioni tubolari pendenti dal soffitto simili a stalattiti o che si elevano dal pavimento simili a stalagmiti.</i> Le pareti di tali camminamenti e le formazioni tubolari sono fabbricate con materiali diversi (sabbia, terra, frammenti di legno, escrementi) che vengono cementati con la saliva (fig. 12). <i>Evitano la luce.</i> Formano la casta più numerosa della colonia. Essi, grazie alla presenza nel loro apparato digerente di organismi simbiotici, hanno la capacità di digerire la cellulosa e pertanto <i>sono i principali responsabili delle gravi distruzioni delle opere dell'uomo.</i></p>



Fig. 12 - Camminamento costruito da Reticulitermes lucifugus su una tavola lignea.

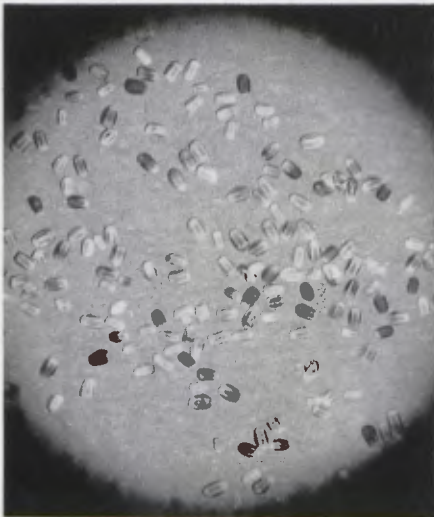


Fig. 13 - Escrementi solidi di termiti.

Tab. 9 - Dati sulla fisiologia delle Termiti

<p>Fecondità della regina</p>	<p>Varia notevolmente. Le specie poco prolifiche depongono 200-300 uova l'anno, quelle molto prolifiche fino a 13.000.000 di uova l'anno.</p>
<p>Sviluppo e vita dei termitai</p>	<p>Non esistono dati precisi sulla velocità di sviluppo delle colonie che comunque è lento e strettamente dipendente dalle condizioni climatiche e dalla fecondità della regina. Una colonia si forma nel giro di alcuni anni. I termitai hanno una vita di lunghezza variabile nelle diverse specie e comunque sempre notevole. Per esempio nel <i>Kalotermes</i> è di 12-15 anni e nel <i>Nasutitermes</i> di 50 anni. Se nel termitaio ci sono anfigonici neotenici questi tempi possono essere più lunghi.</p>
<p>Condizioni termoisgrometriche ottimali per le termiti</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura per quasi tutte le specie 26-30°C. - Umidità relativa per quasi tutte le specie 97-100%. - Le specie di termiti dei climi temperati vivono anche a temperature di 20°C o inferiori; quelle dei climi tropicali sopravvivono soltanto poche settimane a 20-22°C.
<p>Componenti della colonia che arrecano danni</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Operai. - Neanidi negli stadi avanzati di sviluppo.
<p>Escrementi</p>	<p>Le termiti espellono escrementi fluidi, semifluidi e solidi. Quelli fluidi e semifluidi vengono utilizzati per chiudere fessure del termitaio, per rivestire le superfici dei materiali che li ospitano, per fabbricare una specie di cartone con il quale costruiscono pareti divisorie. Gli escrementi solidi, fortemente disidratati, hanno dimensioni regolari e forma prismatica (fig. 13)</p>
<p>Elementi che consentono di rilevare una infestazione termitica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sciamatura. - Rinvenimento di neanidi, ninfe, soldati, operai. - Materiali danneggiati. - Camminamenti sui muri o formazioni tubolari simili a stalattiti o stalagmiti. - Piccole macchie color sughero sulla superficie dei materiali (fig. 14). - Escrementi solidi.

Abitudini alimentari

Le termiti si nutrono di legno, carta, tessuti, pelle, pergamena, tappeti, danneggiano talvolta, osso, avorio, corno, rivestimenti di cavi elettrici. Sono capaci di perforare anche materiali plastici, sottili lamine di piombo. Inoltre mangiano le loro uova e le loro esuvie.

Danni che le termiti arrecano ai materiali librari e al legno

Libri: Nei libri scavano voragini a forma di cratere (fig. 15) e fanno erosioni profonde di forma irregolare, che si diramano dal taglio verso l'interno.

In alcuni casi distruggono quasi completamente i volumi lasciando intatti soltanto il taglio ed il dorso (fig. 16).

Legno: Le termiti scavano gallerie che corrono parallele alle fibre, preferendo gli strati più teneri, di conseguenza il legno assume un aspetto lamellare (fig. 17) oppure distruggono la parte interna lasciando intatta soltanto una sottile pellicola superficiale, che cede se sottoposta ad una leggera pressione. Sia il primo che il secondo tipo di erosione possono causare il crollo di strutture lignee portanti (fig. 18).

Il modo in cui questi insetti danneggiano i libri e il legno trova una spiegazione nel loro comportamento lucifugo; essi infatti arrestano l'azione devastatrice quando avvertono di essere arrivati quasi all'esterno.

Sui materiali fanno piccole macchie, aventi un aspetto simile al sughero. Queste, causate dagli escrementi fluidi, sono un elemento rivelatore inconfondibile di infestazioni termitiche.

Descrizione del *Reticulitermes lucifugus* Rossi

Poiché per gli Isotteri non è possibile, come è stato fatto per gli altri insetti segnalati nella presente pubblicazione, descrivere una specie cosmopolita si è ritenuto opportuno riportare in forma molto schematica le caratteristiche del *Reticulitermes lucifugus*, che è diffuso soprattutto nell'area del bacino mediterraneo, dove infesta biblioteche e archivi (Tabb. 10 e 11).



Fig. 15 - Erosioni di termiti a forma di cratere.

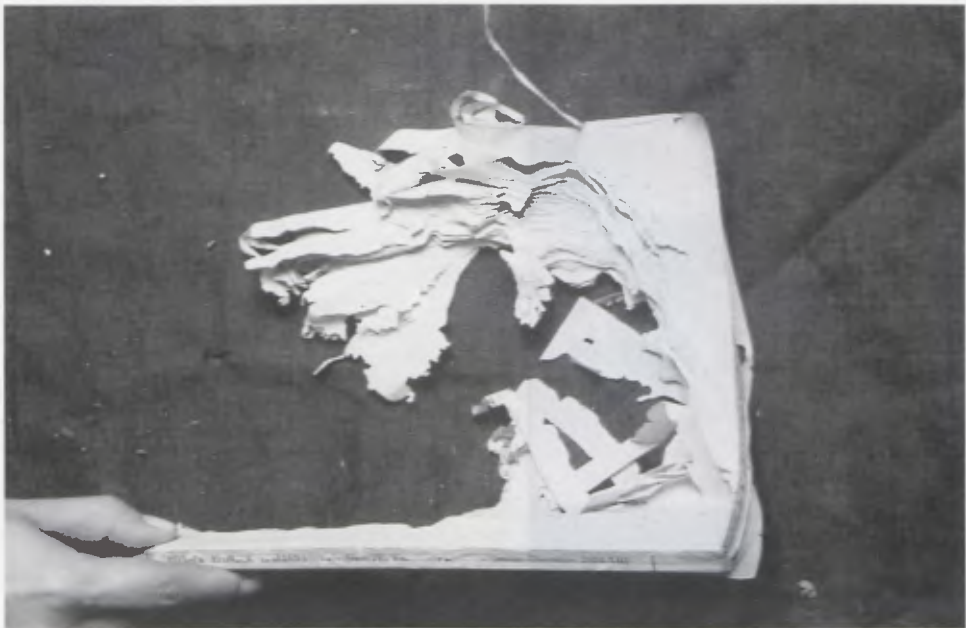


Fig. 16 - Volume quasi completamente distrutto dalle termiti.



Fig. 17 - Legno che, a causa di un attacco termitico, ha assunto un aspetto lamellare. Gli insetti hanno distrutto gli strati primaverili ed hanno lasciato intatti quelli autunnali.



Fig. 18 - Trave danneggiata dalle termiti.

Tab. 10 - Reticulitermes lucifugus: Morfologia

Specie	Reticulitermes lucifugus
Uova	Bianche di forma cilindrica, leggermente incurvate, misurano 0.6-0.7 mm.
Neanidi	Appena escono dall'uovo misurano 1-2 mm.
Ninfe	Raggiungono a completo sviluppo la lunghezza di 7-8 mm.
Operai	Lunghezza circa 5 mm.
Soldati	Lunghezza 5-5.5 mm.
Anfigonici immaginali o reali veri	Derivano da individui alati aventi le seguenti dimensioni: lunghezza del corpo 5 mm.; lunghezza del corpo ricoperto dalle ali 8.5-9.5 mm. Dopo l'accoppiamento perdono le ali e divengono anfigonici immaginali o reali veri. L'addome della regina aumenta di volume e può raggiungere 10-12 mm. di lunghezza e 4 mm. di larghezza.
Anfigonici neotenici o reali di sostituzione	La regina a completo sviluppo è lunga circa 1 cm. Gli anfigonici neotenici sono i reali normalmente rinvenuti in Italia.

Tab. 11 - *Reticulitermes lucifugus*: Sviluppo

Specie	<i>Reticulitermes lucifugus</i>
Sviluppo embrionale	<ul style="list-style-type: none"> - 30-90 giorni - in media 56 giorni.
Sviluppo postembrionale	<p>È quasi impossibile per un complesso di motivi indicare con precisione la sua durata che subisce sensibili variazioni a causa di fattori climatici e nutritivi. Inoltre l'evoluzione delle neanidi in individui fertili o sterili è determinata da fattori legati alla vita sociale della comunità la quale, con meccanismi diversi e in rapporto alle esigenze della colonia, favorisce lo sviluppo di operai, soldati o individui sessuati.</p>
Consistenza numerica della colonia	Oltre 100.000 individui.
Sviluppo della colonia	<ul style="list-style-type: none"> - La colonia raggiunge il completo sviluppo, a seconda delle condizioni climatiche, dopo 4-8 anni. - I soldati compaiono dopo il 1° anno. - Le forme riproduttive alate compaiono dopo 3-4 anni.
Condizioni ambientali ottimali per la specie	<ul style="list-style-type: none"> - Umidità relativa 96-100% - Temperatura 26-32°C. - Le neanidi e le ninfe si sviluppano anche a valori termici inferiori e tollerano temperature di poco superiori a 0°C. - Questi insetti per sopravvivere hanno bisogno di umidità relative molto elevate ma non necessariamente del contatto con il terreno. - Se le condizioni termoisigrometriche non sono favorevoli o il nutrimento è insufficiente emigrano.
Condizioni climatiche che favoriscono la sciamatura	<ul style="list-style-type: none"> - Cielo sereno, temperatura non inferiore a 22°C, umidità relativa 65-100%. - La sciamatura si verifica dalla metà di aprile alla metà di giugno.
Area di diffusione	Zone temperate. Questa specie è tipica delle regioni mediterranee. In Italia sono stati trovati focolai anche a 800-1000 metri sul livello del mare.

2° GRUPPO

1.4 Ordine Corrodentia - fam. Liposcelidae

A questo ordine appartengono circa 1000 specie.

I liposcelidi, appena visibili ad occhio nudo, sono, i più piccoli insetti bibliofagi.

La specie cosmopolita che si rinviene con maggiore frequenza nelle biblioteche è:

Liposcelis (Troctes) divinatorius Mull. (fig. 19)

nomi comuni:

- Pidocchio dei libri (tabb. 12 e 13)
- Bücherläuse
- Booklice
- Poux des livres
- Piojillo del papel

Tab. 12 - Fam. Liposcelidae: Morfologia

Specie	<i>Liposcelis divinatorius</i>
Uova	Di colore bluastrò, misurano circa 1 mm. Una femmina depone circa 200 uova.
Neanidi	Hanno lo stesso aspetto degli adulti dai quali differiscono perché di colore più chiaro.
Adulti	Corpo molle, piatto, di colore giallastro, grigiastro o brunastro avente una lunghezza che oscilla tra 1 e 3 mm. Un paio di antenne non visibili ad occhio nudo. Si muovono rapidamente.
Stadio nel quale sono dannosi	Neanide e adulto.
Elementi che consentono di rilevare la presenza dei liposcelidi	- Materiali danneggiati. - Rinvenimento di neanidi o adulti.

Habitat

Questi insetti vivono generalmente sui materiali di origine vegetale e animale. Si rinvencono sui libri e su manufatti lignei danneggiati da funghi microscopici (muffe), dei quali si nutrono, sugli intonaci degli edifici di nuova costruzione e nei locali umidi.

Danni

I liposcelidi si alimentano come già detto di muffe presenti sui materiali conservati in ambienti non idonei e in alcuni casi arrecano danni di lieve entità anche agli adesivi, alla carta, agli erbari e alle collezioni di insetti. Essi fanno erosioni minutissime a contorno irregolare (fig. 20). Alcune specie possono essere nocive per l'uomo al quale causano dermatiti e manifestazioni allergiche.



Fig. 19 - *Liposcelis divinatorius* Mull.



Fig. 20 - Minutissime erosioni a contorni irregolari causate da psocidi.

Tab. 13 - Fam. Liposcelidae: Sviluppo

Specie	<i>Liposcelis divinatorius</i>
Sviluppo embrionale	Per esempio: a 25°C 75% umidità relativa 11 giorni.
Sviluppo delle neanidi	15-30 giorni. Le neanidi non si sviluppano nelle sottoindicate condizioni: Temperatura 25°C Umidità relativa inferiore al 55% Temperatura 35°C Umidità relativa inferiore al 65%
Vitalità degli adulti	Circa 6 mesi. L'adulto muore al 75% di U.R. se esposto per 3 ore a 0°C o per 24 ore a 42.5°C.
Durata del ciclo vitale	- Nel periodo giugno-ottobre con temperature di 15-33°C 28-30 giorni. - Nel periodo invernale può raggiungere 130 giorni.

3° GRUPPO

1.5 Ordine Coleoptera - fam. Anobidae e Dermestidae

Alla famiglia Anobidae appartengono 1200 specie e a quella Dermestidae circa 1000.

Indagini condotte nelle biblioteche di vari paesi hanno evidenziato che le infestazioni più frequenti sono quelle di anobidi.

Gli insetti, appartenenti alle sopraindicate famiglie, depongono le uova in piccoli fori, fessure o anfrattuosità dei libri e del legno. La larva che fuoriesce dalla superficie dell'uovo, che è a contatto dei materiali, inizia a scavare gallerie dapprima molto piccole e poi più grandi, via via che le sue dimensioni aumentano. Parte dei materiali viene ingerito e digerito. La larva, quando ha raggiunto il completo sviluppo, costruisce una piccola camera in cui si trasforma in adulto; questo rompe la superficie che lo separa dall'esterno, fuoriesce, si accoppia e dopo un tempo variabile da specie a specie muore.

1.5.1 fam. Anobidae

Le specie cosmopolite che infestano le biblioteche con maggior frequenza sono: (tabb. 14 e 15)

Anobium punctatum (De Geer) -

nomi comuni:

- Tarlo dei mobili
- Holzwurm Werkholzkäfer
- Common furniture beetle (borer)
- Vrilette domestique
- Carcoma de los muebles

Stegobium paniceum L.

nomi comuni:

- Anobio del pane
- Brotkäfer
- Drug store weevil
- Coléoptère des drogueries ou vrilette du pain
- Carcoma de las drogas-Escarabajo del pan

L'*Anobium punctatum* è il più comune e il più distruttivo degli anobidi dell'Europa centrale, settentrionale ed orientale. Per esempio, secondo Becker, in Germania si trova in ogni casa.

Tab. 14 - Fam. Anobidae: Morfologia

Specie	<i>Anobium punctatum</i>	<i>Stegobium paniceum</i>
Uova	Bianche elissoidali. dim. 0.35 mm. x 0.55 mm. Una femmina depone in media 28 uova.	Bianche ovali. dim. 0.2-0.3 mm. Una femmina depone in media 40-60 uova.
Larve (fig. 21)	Corpo molle, vermiforme, biancastro o giallo, dapprima molto piccolo e diritto, assume poi un aspetto arcuato. A completo sviluppo raggiunge le seguenti dimensioni: lungh 4-5 mm. largh. 2 mm. circa.	Corpo molle, vermiforme, biancastro, dapprima molto piccolo e diritto, assume poi un aspetto arcuato. A completo sviluppo raggiunge la lunghezza di 4 mm.
Pupe	Colore dapprima biancastro poi scuro.	Colore dapprima biancastro poi scuro.
Adulti (fig. 22)	Colore bruno o bruno rossiccio, dimensioni variabili oscillanti tra 2.5 mm. e 4.5 mm.	Colore bruno giallastro o bruno scuro, dimensioni variabili oscillanti tra 1.8 e 3 mm.
Stadio nel quale sono dannosi	– Larva. – Adulto quando fora i materiali per uscire all'esterno.	– Larva. – Adulto quando fora i materiali per uscire all'esterno.
Diametro dei fori di sfarfallamento	1.5 - 2 mm. circa.	1 - 1.5 mm. circa.
Elementi che consentono di rilevare la presenza degli insetti	– Materiali danneggiati. – Piccoli depositi di rosime sugli scaffali e sui pavimenti. Tali depositi se l'attacco è in atto hanno spesso la forma di cono. – Insetti adulti che volano o camminano nell'ambiente.	– Materiali danneggiati. – Piccoli depositi di rosime sugli scaffali e sui pavimenti. Tali depositi se l'attacco è in atto hanno spesso la forma di cono. – Insetti adulti che volano o camminano nell'ambiente.



Fig. 21 - Larva di anobide.



Fig. 22 - Adulto di anobide.



Fig. 24 - Lastra di plexiglass perforata da anobidi.

Habitat

L'intero ciclo vitale degli anobidi avviene, come già detto, all'interno dei materiali in cui sono annidati e, pertanto, della loro presenza, quasi sempre ci si accorge quando l'insetto adulto rompe la superficie che lo separa dall'esterno e fa su di essa fori di forma circolare. Tali fori di sfarfallamento, il cui diametro è un elemento utile per l'identificazione della specie infestante, si riscontrano spesso sul legno degli scaffali, sul dorso e sui piatti dei libri e, talvolta, anche su lamine di plexiglass e di piombo (figg. 23-24-25).

Materiali molto danneggiati possono contenere anche 2-3 larve per cm³.

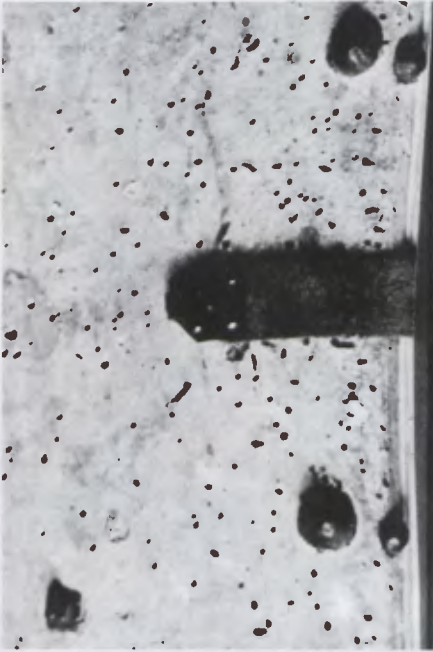


Fig. 23 - Fori di sfarfallamento di anobidi sui piatti di una legatura.



Fig. 25 - Fori di sfarfallamento di anobidi su legno.

Tab. 15 - Fam. Anobidae: Sviluppo

Specie	Anobium punctatum	Stegobium paniceum
Sviluppo embrionale	<p>a 20°C 87% U.R. 15.5 gg. a 20°C 43% U.R. 23.3 gg. - a 22.5°C le uova non schiudono se l'umidità relativa è inferiore al 45%; a questa temperatura i valori igrometrici ottimali per la schiusa delle uova sono compresi tra il 65% e il 95%.</p>	<p>Le uova non si sviluppano a +4°C, ma possono conservare la loro vitalità per mesi anche a -5°C.</p>
Sviluppo larvale	<p>a 20°C lo sviluppo si verifica se l'umidità relativa dell'aria è superiore al 65%.</p>	<p>- a 22°C 70% U.R. 50 giorni. - a 18°C 110-140 giorni.</p>
Condizioni termoigrometriche ottimali per la specie	<p>T 22-23°C U.R. 80-90%. - Questi insetti resistono a temperature inferiori a 0°C purché l'abbassamento di temperatura sia graduale. - Temperature letali: superiori a 30°C. A 51°C le larve muoiono in 5 minuti.</p>	<p>T 28°C U.R. 70%. - Temperature letali: -10°C +44°C.</p>
Durata del ciclo vitale	<p>- Generalmente 2 anni. - Nei climi caldi si possono avere anche 2 generazioni in un anno.</p>	<p>- A temperature relativamente basse 1 generazione l'anno. - Negli ambienti riscaldati 3-4 generazioni in un anno.</p>



Fig. 26 - Gallerie tortuose a percorso irregolare scavate da anobidi.

Abitudini alimentari

Questi insetti arrecano danni alla carta, al legno, al compensato, ad oggetti di vimini, al cuoio, alla colla di amido, alle derrate alimentari, alle collezioni di storia naturale e in particolare agli erbari. Essi attaccano sia legni di conifere che di latifoglie dei quali preferiscono l'alburno.

Danni

Gli anobidi allo stadio larvale scavano nei materiali gallerie tortuose a sezione circolare che nei libri, generalmente, si estendono dai margini verso il centro delle pagine (fig. 26).

Il rosime che si trova nelle gallerie, costituito da frammenti di materiale e da escrementi, ha un aspetto granuloso ed esaminato al microscopio presenta caratteristiche morfologiche diverse a seconda della specie infestante (pallottoline a forma di limone o di disco) (fig. 27). Alcuni insetti, appartenenti all'ordine degli Imenotteri, parassiti degli anobidi, procurano fastidiose punture all'uomo (fig. 28).

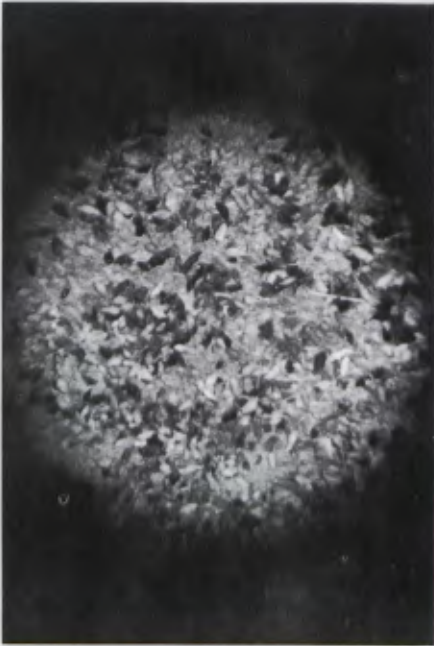


Fig. 27 - Rosime di anobidi.



Fig. 28 - *Scleroderma domesticum* Latr. Imenottero parassita di anobidi.

1.5.2 Fam. Dermestidae

Le specie cosmopolite che infestano le biblioteche e gli archivi con maggiore frequenza sono (tab. 16):

Dermestes lardarius L.

nomi comuni:

- Dermeste del lardo
- Gemein Speckkäfer
- Bacon beetle or larder beetle
- Dermeste du lard
- Dermeste del tocino

Attagenus piceus Ol.

nomi comuni:

- Attageno dei tappeti
- Braune Pelzkäfer
- Black carpet beetle
- Charançon des tapis
- Escarabajo de las alfombras

Attagenus pellio L.

nomi comuni:

- Attageno o pellicciaio
- Pelzkäfer
- Fur beetle
- Charançon de la fourrure
- Escarabajo de las pieles

Anthrenus verbasci L.

nomi comuni:

- Antreno dei tappeti
- Textilkäfer
- Varied Carpet Beetle
- Charançon des vêtements
- Gorgojo de los tejilos

Anthrenus museorum L.

nomi comuni:

- Antreno dei musei
- Kabinettkäfer
- Museum beetle
- Charançon des musées
- Gorgojo del museo

Tab. 16 - Fam. Dermestidae: Morfologia

Specie	<i>Dermestes lardarius</i>	<i>Attagenus piceus</i>	<i>Anthrenus verbasci</i>
Uova	Dapprima bianche divengono, nel giro di poche ore più scure. Dimensioni: 2 mm. x 0.3-0.6 mm. Una femmina depone da 200 a 800 uova.	Una femmina depone da 50 a 100 uova.	Una femmina depone da 20 a 100 uova.
Larve	Bianche appena fuoriescono dall'uovo, dopo poche ore diventano scure. Esse hanno il corpo coperto di peli. Evitano la luce e se disturbate restano immobili, si aggomitolano e si fingono morte. Le larve a completo sviluppo misurano 10-15 mm.	Corpo allungato, ricoperto di una folta peluria dorata e all'estremità posteriore un lungo ciuffo di peli che conferisce alla larva un aspetto molto caratteristico. (fig. 29) Evitano la luce, se disturbate si aggomitolano e si fingono morte.	Corpo giallastro, ricoperto da ciuffi di lunghi peli bruni. All'estremità posteriore 3 grossi fasci di peli. A completo sviluppo misura 4-5 mm. (fig. 31).
Pupe	Colore avorio, divengono rapidamente scure, dimensioni 8-9 mm. x 3 mm.	Gialle ricoperte da una peluria bianca.	Giallastre.
Adulti	Corpo di colore nero, di forma ovale, ricoperto da una peluria giallastra. Lungh. 7-9 mm.	Corpo di colore nero, di forma ovale con riflessi bruni o rossastri, lungo da 3,6 mm. a 7 mm. (fig. 30).	Corpo di colore nero, di forma leggermente ovale, ricoperto da scaglie bianche e gialle. Lungh. 2-3 mm. (fig. 32).
Stadio nel quale sono dannosi	Larva e adulto.	Larva.	Larva.
Elementi che consentono di rilevare la presenza degli insetti	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati. - Insetti allo stadio adulto che strisciano o che volano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati. - Insetti allo stadio adulto che volano nell'ambiente soprattutto in prossimità delle finestre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati. - Insetti allo stadio adulto che volano nell'ambiente soprattutto in prossimità delle finestre.



Fig. 29 - Larva di Attagenus sp.

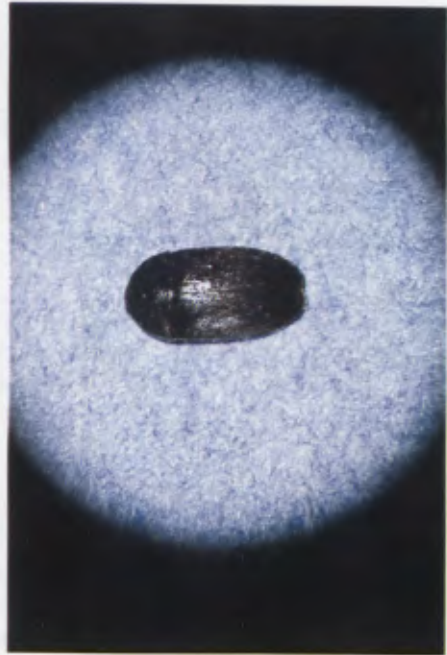


Fig. 30 - Adulto di Attagenus piceus Ol.



Fig. 31 - Larva di Anthrenus sp.

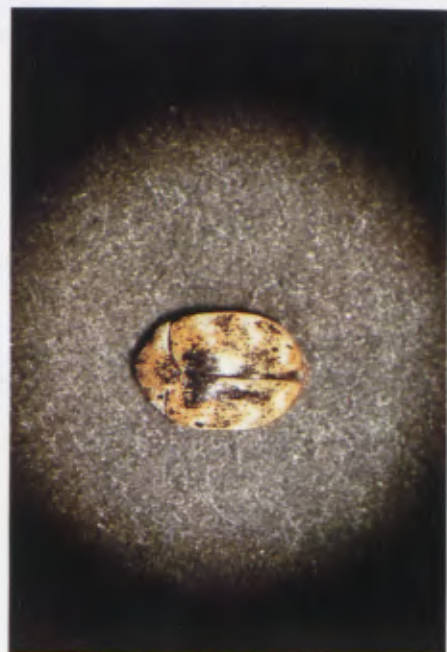


Fig. 32 - Adulto di Anthrenus sp.

Tab. 17 - Fam. Dermestidae: Sviluppo

Specie	<i>Dermestes lardarius</i>	<i>Attagenus piceus</i>	<i>Anthrenus verbasci</i>
Sviluppo embrionale	a 17°C 9 giorni. a 25-29°C 2.5 giorni.	a 18°C 22 giorni. a 25°C 8-9 giorni. a 30°C 5-6 giorni.	a 18°C 31 giorni. a 29°C 11 giorni.
Sviluppo larvale	5-8 settimane.	a 25-30°C 65-180 giorni in rapporto a fattori nutritivi.	Non esistono dati precisi, notevole influenza è esercitata dai fattori nutritivi. Se l'ambiente è freddo trascorrono l'inverno allo stadio larvale.
Stadio pupale	8-15 giorni.	a 18°C 18 giorni. a 30°C 5.5 giorni.	a 18°C 19 giorni. a 29°C 7 giorni.
Vitalità adulto	Circa 3 mesi. Gli adulti spesso restano per tutto l'inverno all'interno dei materiali.	L'insetto iberna qualche volta allo stadio adulto. 15-25 giorni a 29°C. 60-70 giorni a 18°C.	7-40 giorni.
Durata ciclo vitale	a 18-25°C 2-3 mesi.	Generalmente un anno. In condizioni particolarmente favorevoli o particolarmente sfavorevoli può avere una durata minima di 6 mesi o massima di 3 anni.	Nei climi temperati generalmente una generazione per anno. In ambienti riscaldati 2 generazioni per anno. In condizioni climatiche sfavorevoli una generazione ogni due anni.
Condizioni termogrometriche ottimali per la specie	Temperatura 18-25°C. Umidità relativa 70%.	Temperatura 24-25°C. Umidità relativa 70%.	Temperatura 25°C. Umidità relativa 70%.

Habitat

L'intero ciclo vitale, come per gli anobidi, avviene all'interno dei materiali in cui sono annidati; sulla sua durata esercitano un'influenza notevole i fattori nutritivi (tab. 17).

Abitudini alimentari

I dermestidi si nutrono di cuoio, pergamena, adesivi di origine animale, tessuti di lana e seta, carta, legno e derrate alimentari. Talvolta utilizzano come fonte di nutrimento le esche topicide.

Danni

I danni sono causati quasi esclusivamente, dalle larve che fanno perforazioni irregolari e, a volte, gallerie superficiali, contenenti escrementi polverulenti ed esuvie (fig. 33). Al termine dello stadio larvale l'insetto scava, più in profondità e in materiali anche non commestibili e abbastanza duri, una cavità nella quale si trasforma in pupa. I dermestidi arrecano frequentemente danni alle legature di pelle e di pergamena, e sono temibili distruttori delle collezioni entomologiche. Si nutrono anche di carta, legno e derrate alimentari, talvolta, attaccano i cavi elettrici, provocando corti circuiti, e perforano materiali plastici e sottili lamine di piombo, stagno e amianto.



Fig. 33 - Erosioni di dermestiti. Gli insetti hanno arrecato gravi danni al cuoio ed hanno lasciato l'impronta del loro attacco sul cartone sottostante.

4° GRUPPO

1.6 Ordine Coleoptera - fam. Lyctidae e Cerambycidae

Alla famiglia Lyctidae appartengono 60 specie e a quella Cerambycidae 20.000 specie.

Gli insetti appartenenti a queste famiglie sono xilofagi e, come gli anobidi e i dermestidi, compiono l'intero ciclo vitale all'interno dei materiali nei quali sono annidati.

Essi arrecano, talvolta, danni agli arredi delle biblioteche, alle strutture lignee degli edifici che le ospitano, raramente ai libri.

1.6.1 fam. Lyctidae

Le specie più diffuse in Europa sono il *Lyctus brunneus* Steph. e il *Lyctus linearis* Goeze (fig. 34)

Lyctus brunneus Steph. (Tab. 18)

nomi comuni:

- Tarlo bruno del legno
- Schwarzer SplintholzKäfer
- Powder post beetle
- Vrilette brune du bois
- Carcoma de la albura

Lyctus linearis Goeze

nomi comuni:

- Tarlo dei parquet
- Parkettkäfer
- Powder post beetle
- Vrilette des parquet
- Carcoma de la luneta

Habitat

Quest'insetto vive nel legno, raramente nei libri. Esso, dopo aver raggiunto lo stadio adulto, rompe la superficie che lo separa dall'esterno e lascia come traccia del suo passaggio piccoli fori di forma circolare, aventi un diametro di 1,5 - 3 mm. (fig. 35). Lo sviluppo è influenzato da vari fattori rappresentati essenzialmente dalle condizioni climatiche e dalle caratteristiche del materiale in cui si annida (contenuti di amido e di acqua) (Tab. 19).

Danni

I lictidi preferiscono l'alburno di legni teneri, non molto secchi, di latifoglie (quercia, frassino, castagno, noce, ecc.), non danneggiano mai quelli resinosi e, generalmente, non attaccano legni che hanno basse percentuali di amido e di sostanze azotate, che hanno vasi di diametro inferiore a 0,07 mm. e contenuti di acqua inferiori all'8% o superiori al 30%. Il valore ottimale per lo sviluppo dell'insetto è il 16% corrispondente circa al 78% di umidità relativa dell'aria.

I lictidi scavano gallerie parallele alle fibre del legno che riempiono di rosume avente una consistenza farinosa, simile al talco.

Questi insetti possono perforare sottili lamine di metallo (piombo, argento) e di plastica.



Fig. 34 - Adulto *Lyctus linearis* Goeze.



Fig. 35 - Legno danneggiato da lictidi.

Tab. 18 - Fam. Lyctidae: Morfologia

Lyctus brunneus	
Uova	Lunghe, strette con un prolungamento all'apice simile ad uno stelo. Lunghezza da 0.8 a 1 mm., larghezza da 0.15 a 0.17 mm. Una femmina depone in un anno in media una ventina di uova in legni ricchi di amido (alburno di quercia, frassino, ecc.) e aventi vasi sufficientemente grandi ($>70\mu$).
Larve	Corpo molle, bianco, glabro, arcuato. A completo sviluppo raggiunge le seguenti dimensioni 5-6 mm. x 1.5 mm.
Pupe	Dapprima bianche divengono poco a poco scure. Esse hanno le stesse dimensioni delle larve.
Adulti	Forma allungata di colore bruno rossiccio lunghi 3-5 mm.
Stadio nel quale sono dannosi	<ul style="list-style-type: none"> - Larva. - Adulto quando fora i materiali per uscire all'esterno.
Fori di uscita	Circolari, aventi un diametro di 2-3 mm. e margini netti.
Elementi che consentono di rilevare la presenza degli insetti.	<ul style="list-style-type: none"> - Materiali danneggiati. - Depositi di rosime. - Insetti adulti nell'ambiente.

Tab. 19 - Fam. Lyctidae: Sviluppo

<i>Lyctus brunneus</i>	
Sviluppo embrionale	8-15 giorni. a 20-23°C 8 giorni e mezzo. a 29°C 6-7 giorni. a 15°C 19-20 giorni.
Sviluppo larvale	8-10 mesi.
Stadio pupale	12-30 giorni.
Vita dell'adulto	L'adulto vive da 3 a 6 settimane.
Durata del ciclo vitale	1 o 2 generazioni per anno, a seconda delle condizioni climatiche; se queste sono sfavorevoli o se il legno contiene poco amido il ciclo vitale può durare 2 anni.
Condizioni termoigrometriche ottimali per la specie.	Temperatura 20-30°C. Umidità relativa 75-90%.

1.6.2 fam. Cerambycidae

La specie più diffusa nei legni strutturati è l'*Hylotrupes bajulus* L.

Hylotrupes bajulus L. (tab. 20)

nomi comuni:

- Capricorno delle case
- Hausbock
- House longhorn beetle
- Le capricorne des maisons
- Capricornio

Habitat

L'habitat preferito di questo insetto sono le travi di legni teneri e resinosi dei quali danneggiano prevalentemente gli strati primaverili. Esso quando ha raggiunto lo stadio adulto, ciò che avviene in genere nei mesi estivi, abbandona il legno nel quale si è sviluppato. I fori di sfarfallamento, relativamente poco numerosi, sono di forma ovale (6 mm. x 10 mm.). La durata del ciclo vitale, che è influenzato da fattori ambientali e nutritivi, varia da un minimo di 3 anni ad un massimo di 11 anni (tab. 21).

Danni

Le gallerie scavate dall'*Hylotrupes bajulus* corrono parallele alle fibre del legno, sono di forma ovale, hanno un diametro di 5-6 mm. e pareti leggermente striate (fig. 36). Tali striature somigliano a quelle lasciate sulla sabbia dalle maree. Le gallerie sono piene di rosime compresso costituito da pallottoline cilindriche e da polvere (fig. 37).

Nel momento in cui l'insetto scava fa un rumore simile a quello dei roditori. Esso è capace di perforare anche sottili lamine metalliche.

Attacchi in atto di notevole entità si possono riscontrare in legni non molto vecchi, messi in opera da qualche decennio.

Tab. 20 - Fam. Cerambycidae: Morfologia

Specie	Hylotrupes bajulus
Uova	Fusiforimi, bianche, lisce. Dimensioni: 0.5 mm. x 1-2 mm. Una femmina depone in una anno 100-120 uova in piccole fessure di legni teneri.
Larve (fig. 38)	Corpo molle, bianco, carnoso, diviso da profonde pieghe trasversali in anelli o segmenti. I primi segmenti sono più larghi e più sviluppati. A completo sviluppo raggiunge le seguenti dimensioni: 20-25 mm. x 7 mm.
Pupe	Dello stesso colore della larva e di dimensioni leggermente inferiori a quelle dell'insetto adulto.
Adulti (fig. 39)	Forma appiattita, colore bruno-nero, antenne più corte del corpo. Dimensioni: femmina lungh. 10-20 mm. maschio lungh. 8 mm.
Stadio nel quale sono dannosi	- Larva. - Adulto quando fora il legno per uscire.
Fori di uscita	Forma ovale - dimensioni 6 mm. x 10 mm.
Elementi che consentono di rilevare la presenza degli insetti.	- Materiali danneggiati. - Rumore simile a quello fatto dai roditori. - Depositi di rosame. - Insetti adulti nell'ambiente.



Fig. 36 - Gallerie scavate da cerambicidi; sulle loro pareti sono evidenti le caratteristiche striature che somigliano a quelle lasciate sulla sabbia dalle maree.



Fig. 37 - Gallerie di cerambicidi. All'interno si notano una larva e pallottoline di rosume compresso.



Fig. 38 - Larve di Hylotrupes bajulus L.



Fig. 39 - Adulto di Hylotrupes bajulus L.

Tab. 21 - Fam. Cerambycidae: Sviluppo

Specie	Hylotrupes bajulus									
Sviluppo embrionale	<table border="0"> <tr> <td>a 16.6°C</td> <td>18% U.R.</td> <td>48 giorni.</td> </tr> <tr> <td>a 21-23°C</td> <td>50% U.R.</td> <td>16-17 giorni.</td> </tr> <tr> <td>a 31°C</td> <td>90-95% U.R.</td> <td>6 giorni.</td> </tr> </table>	a 16.6°C	18% U.R.	48 giorni.	a 21-23°C	50% U.R.	16-17 giorni.	a 31°C	90-95% U.R.	6 giorni.
a 16.6°C	18% U.R.	48 giorni.								
a 21-23°C	50% U.R.	16-17 giorni.								
a 31°C	90-95% U.R.	6 giorni.								
Sviluppo larvale	La durata varia tra 2 e 10 anni, in media 3-4 anni.									
Stadio pupale	15 giorni circa.									
Vita dell'adulto	<ul style="list-style-type: none"> - Maschio circa 15 giorni dopo l'accoppiamento. - Femmina 1 settimana dopo l'accoppiamento. - L'adulto vive da 5 a 7 mesi nel legno prima di uscire per l'accoppiamento. 									
Durata del ciclo vitale	<p>La durata del ciclo vitale, che è influenzato dalle condizioni ambientali e dal tipo di legno, varia da 3 a 11 anni.</p> <p>Gli adulti fuoriescono dai materiali, in cui si sono sviluppati, nei mesi estivi.</p>									

2. Microrganismi

Le alterazioni microbiche dei materiali librari si riscontrano in locali poco areati e nei quali i valori termici ed igrometrici si mantengono per periodi prolungati su livelli elevati. In questi locali, sovente, appaiono sui dorsi e sui piatti delle legature muffe di colore generalmente bianco o grigio aventi un aspetto lanuginoso (fig. 40). In una fase successiva i processi di degradazione si verificano anche all'interno dei volumi.

Il fenomeno, in alcuni casi, è limitato a qualche settore del magazzino librario, per esempio ove la ventilazione è più scarsa o in corrispondenza di pareti umide. Se le condizioni ambientali non sono particolarmente critiche l'insorgenza delle infezioni è meno eclatante e più lenta.

Questi danni, ed altri che saranno descritti nel paragrafo successivo, se non bloccati con idonei interventi sui libri e sull'ambiente possono assumere proporzioni notevoli ed avere conseguenze gravi e talora irreparabili. Essi sono causati da quella microflora che trova sulla carta, la pergamena, il cuoio, gli adesivi ecc. condizioni adatte per lo sviluppo, e che è costituita in netta prevalenza da funghi (oltre 200 specie) e in limitata misura da batteri e lieviti.

I batteri che più frequentemente si sviluppano sulla carta e sulla pergamena appartengono ai generi *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Cellfalcicula*, *Cellvibrio*, *Serratia*, *Nocardia* (tab. 22). Per quanto riguarda i funghi, quelli che si rinvencono più spesso sui libri e i documenti, conservati anche in paesi lontani e aventi diverse caratteristiche climatiche, appartengono ai generi *Penicillium*, *Aspergillus* (fig. 41), *Chaetomium* (fig. 42), *Mucor*, *Rhizopus* (fig. 43), *Fusarium*, *Stemphylium*, *Cladosporium*, *Stachybotrys*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Trichothecium*. Tra questi miceti alcuni degradano soltanto la carta, il cartone, il cuoio, altri anche adesivi, films plastici, sigilli di cera, nastri magnetici, microfilms, fotografie, lastre fotografiche ecc. (tab. 23) ⁽³⁾.

Da indagini statistiche è emerso che le più elevate percentuali di infezioni nelle biblioteche e negli archivi sono dovute agli aspergilli (circa il 30%) e ai penicilli (oltre il 30%) e che le parti del libro più attaccate sono le prime e le ultime pagine, i margini esterni e le legature. I risultati di tali indagini trovano una spiegazione, per quanto riguarda la elevata frequenza con cui si rinvencono determinati miceti, nella capacità che hanno alcune specie, peraltro ubiqui-

⁽³⁾ Nelle tabelle 22 e 23 sono elencati tali microrganismi e i materiali ai quali arrecano danni. Per ogni batterio e fungo è citato soltanto il nome del genere in quanto non sarebbe stato possibile indicare le singole specie che, come già detto, sono oltre 200. Comunque il lettore che voglia approfondire le sue conoscenze potrà farlo consultando la bibliografia sull'argomento citata nella presente pubblicazione.

Tab. 22 - Materiali danneggiati dai batteri

Batteri	Materiali danneggiati								
	Carta, cartone	Cuoio	Pergamena	Adesivi di origine animale e vegetale	Materiali sintetici	Tessuti	Sigilli di cera	Fotografic	Nastri magnetici
Cellvibrio	X								
Cellfalcicola	X								
Serratia			X	X	X				
Bacillus subtilis Cohn ⁽⁴⁾		X	X		X	X			
Nocardia	X						X		
Streptomyces		X	X					X	X
Cytophaga	X								
Sporocytophaga	X								

⁽⁴⁾ Poiché al gen. *Bacillus* appartengono molte specie ma tra esse è soprattutto il *subtilis* che arrecava danni ai materiali librari, si è ritenuto opportuno segnalare, in questo caso, il nome della specie.

Tab. 23 - Materiali danneggiati dai funghi

Funghi	Materiali danneggiati									
	Carta, cartone	Cuoio	Pergamena	Inchiodi	Adesivi di origine animale e vegetale	Materiali sintetici	Tessuti	Sigilli di cera	Fotografie	Nastri magnetici
Rhodotorula	X	X								
Mucor	X	X	X				X			
Rhizopus	X	X	X				X		X	
Chaetomium	X	X	X			X	X	X	X	X
Gymnoascus	X									
Aspergillus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Penicillium	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Phoma	X						X			
Trichoderma	X	X	X			X	X	X	X	
Paecilomyces (= Spicaria)	X	X					X		X	
Trichothecium	X		X		X				X	
Cephalosporium	X		X				X	X		
Scopulariopsis	X	X	X				X	X	X	
Monilia	X		X			X	X			
Verticillium	X						X			
Aureobasidium (= Pullularia)	X	X				X	X	X		
Hormiscium	X									
Helminthosporium	X				X					
Stachybotrys	X				X	X	X		X	
Cladosporium	X	X	X			X	X	X	X	X
Alternaria	X	X	X		X	X	X	X		X
Stemphylium	X	X			X	X	X	X		X
Fusarium	X	X	X		X	X	X	X	X	
Doratomyces (= Stysanus)	X						X	X		

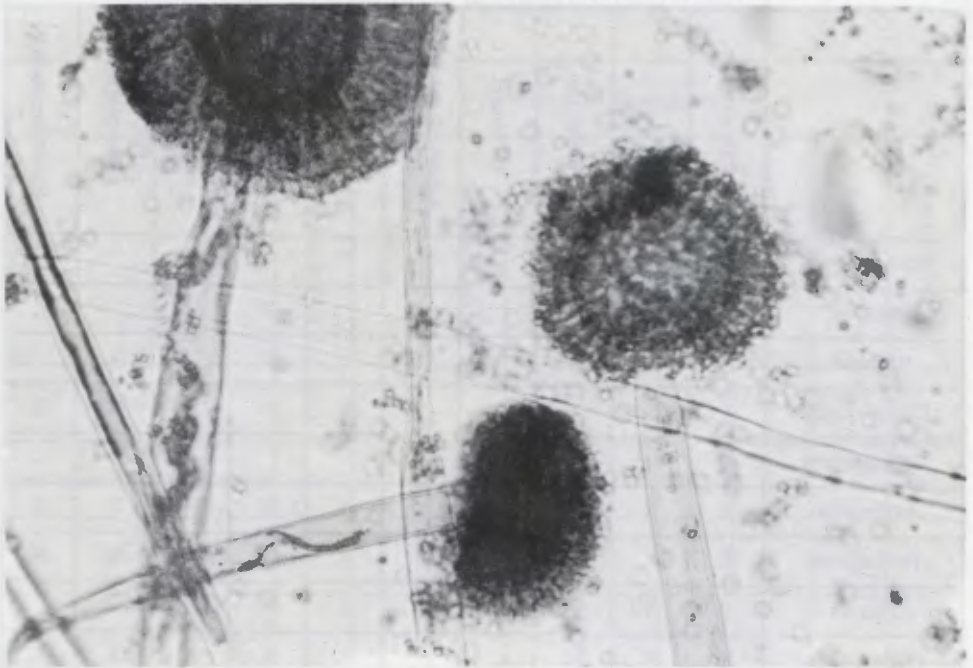


Fig. 41 - *Aspergillus* sp.

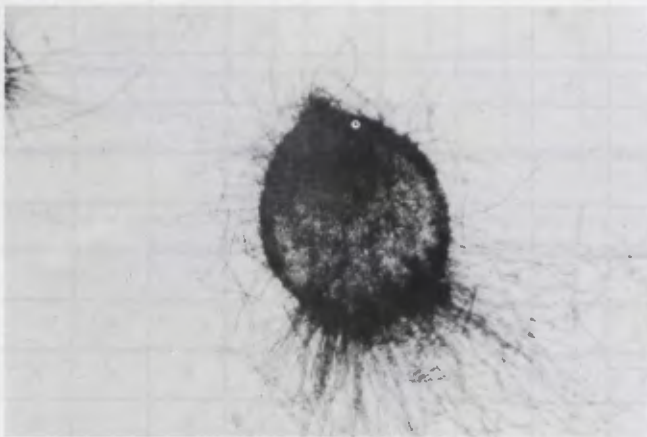


Fig. 42 - *Chaetomium* sp.

tarie, di germinare anche a valori igrometrici di poco superiori al 60%. Esse iniziano i processi di deterioramento e causano, con i prodotti del loro metabolismo, un aumento del contenuto di acqua dei materiali favorendo così attacchi di altri microrganismi che hanno bisogno di maggiori quantità di acqua per svilupparsi.

Per quanto riguarda i motivi della maggiore biodegradabilità delle parti più esterne dei volumi sono facilmente comprensibili se si considera che esse entrano per prime in equilibrio con l'ambiente e pertanto, se questo è umido, raggiungono più rapidamente il contenuto percentuale di acqua che consente alle spore, eventualmente presenti di germinare. Inoltre, in corrispondenza dei margini esterni, la quantità di ossigeno è maggiore che al centro delle pagine e tale condizione favorisce lo sviluppo dei microrganismi.

È infine da tener presente un altro fattore che gioca un ruolo determinante, e cioè l'elevata igroscopicità dei materiali (cartoni, adesivi, ecc.) che in genere costituiscono le legature.

2.1 Caratteristiche dei danni di origine microbica

I danni che gli agenti microbici, ai quali si è accennato, arrecano sia ai materiali di origine animale e vegetale, sia a quelli sintetici, possono assumere aspetto e gravità diversi e sono essenzialmente riconducibili ai seguenti tipi:

- a) alterazioni cromatiche;
- b) alterazioni strutturali del componente di base dei materiali;
- c) alterazioni dei componenti additivi essenziali.

2.1.1 Alterazioni cromatiche

Sono provocate dai pigmenti batterici e fungini. Esse sono le più frequenti e presentano caratteristiche molto varie sia dal punto di vista della forma che del colore (rosse, gialle, violacee, brune, verdi, nere); talvolta sono isolate, nucleate, di dimensioni limitate, talvolta di dimensioni notevoli, hanno forma irregolare e ricoprono ampie superfici delle pagine (figg. 44-45-46).

Tra le alterazioni cromatiche frequenti sono quelle color ruggine, indicate comunemente con il nome di foxing, sulla cui origine si è molto indagato nell'ultimo decennio ⁽⁵⁾.

⁽⁵⁾ Sembra opportuno, considerato l'interesse che il problema riveste, descrivere più in dettaglio questo tipo di danno e i risultati delle ricerche condotte su di esso nel successivo paragrafo 2.1.5.

Il colore delle macchie non consente l'identificazione dell'agente che le ha provocate. Infatti il pigmento della stessa specie microbica assume tonalità e intensità diverse in rapporto alle caratteristiche chimiche del substrato (per esempio pH, tracce di metalli ecc.), all'eventuale contemporanea presenza su di esso di più microrganismi e all'età della vegetazione⁽⁶⁾.

2.1.2 Alterazioni strutturali dei componenti di base dei materiali

Sono le più devastanti; si verificano generalmente negli stadi più avanzati dell'infezione, sono causate dagli enzimi (cellulasi, proteasi, ecc.) e si manifestano con la fragilità dei materiali e, talvolta, con la loro distruzione. Per esempio la carta assume un aspetto feltroso, diviene fragile e tende a sbriciolarsi (fig. 47); la pergamena assume un aspetto poroso, presenta perforazioni od appare parzialmente distrutta (fig. 48). Lo strato sensibile delle fotografie viene devastato ecc. (fig. 49).



Fig. 49 - Fotografia gravemente danneggiata da microrganismi che hanno distrutto lo strato sensibile e la carta sottostante.

⁽⁶⁾ L'identificazione può essere fatta soltanto dal microbiologo per mezzo di esami colturali e microscopici.

2.1.3 Alterazioni dei componenti additivi essenziali dei materiali

In alcuni casi i microrganismi si sviluppano a spese di sostanze (plastificanti, ingrassanti, collanti ecc.) che, pur facendo parte integrante del materiale, non ne costituiscono l'elemento principale. A causa della degradazione di questi componenti additivi il materiale perde certe caratteristiche e, talvolta, diviene inutilizzabile.

2.1.4 Miceti carticoli patogeni

Frequentemente in corrispondenza delle alterazioni si osservano formazioni polverulente o lanuginose oppure minutissimi corpiccioli aderenti al substrato (figg. 50-51). Esse sono costituite dai corpi fruttiferi e da agglomerati di ife e spore fungine. Queste ultime si disperdono nell'aria, per esempio quando il volume viene sfogliato, e si depositano poi su altri volumi diffondendo l'infezione.

Tali spore costituiscono un pericolo anche per il bibliotecario e il lettore in quanto tra i miceti che si sviluppano sulla carta, sulla pergamena, sul cuoio ecc., vi sono una ventina di specie patogene che possono provocare micosi o agire da allergeni. Studi condotti dagli igienisti hanno evidenziato che le manifestazioni allergiche possono essere determinate anche da piccole cariche microbiche e che il rischio di contrarre micosi è maggiore se le difese immunitarie dell'organismo sono ridotte ⁽⁷⁾.

«Nel valutare i rischi di infezioni da aspergilli ci sembra che si debbano considerare due fattori: la concentrazione dei miceti con i quali viene a contatto l'organismo umano e il livello delle difese immunitarie. Le micosi possono insorgere se la prima è molto elevata oppure se le seconde sono fortemente depresse oppure se sono presenti entrambi i fattori.

Se la carica microbica è ridotta e i poteri di difesa sono normali è estremamente improbabile che si ammalino le persone le quali maneggiano libri infetti. In questi casi il rischio è estremamente ridotto.

Esso aumenta considerevolmente se l'ambiente di lavoro è inquinato da forti concentrazioni di miceti, come può accadere quando il materiale librario è carico di ife e spore. Una situazione del genere si verifica facilmente in libri conservati in ambienti con elevata umidità relativa dell'aria (superiore al 75-80%) o bagnati da acque infette, come avvenne a Firenze nel 1966 quando si verificò l'inondazione della Biblioteca Nazionale per lo straripamento dell'Arno.

⁽⁷⁾ Il testo riguardante i miceti patogeni è di P. Gallo e fa parte di una comunicazione presentata da F. Gallo e P. Gallo nel 1988 al Seminario di Studi su «La tutela dei documenti di archivio, disinfezione e disinfestazione con ossido di etilene» citata in bibliografia.

Esso tratta in particolare il problema delle infezioni da aspergilli i quali, come detto in precedenza, sono funghi che si trovano frequentemente nelle biblioteche.

La scarsa areazione degli ambienti di lavoro e il conseguente ridotto ricambio dell'aria aumentano la concentrazione atmosferica dei funghi e le probabilità di infezione. Tuttavia anche in presenza di ridotte cariche microbiche possono verificarsi micosi dell'apparato respiratorio qualora l'organismo sia affetto da malattie polmonari croniche predisponenti quali tumori bronchiali o tubercolosi polmonari.

Il rischio diviene elevatissimo in soggetti immunodepressi o immunodeficienti. In queste condizioni le aspergillosi si manifestano con alta frequenza e particolare gravità ed hanno frequentemente una evoluzione fatale. Una caduta delle difese immunitarie può essere causata da diverse malattie o da determinate terapie. Tra le prime ricordiamo il diabete mellito. Tra le seconde le terapie a base di citostatici o di corticosteroidi».

2.1.5 Foxing

Il foxing è frequente su libri e opere grafiche di varie epoche conservate in ambienti non idonei.

Con tale nome viene indicata una gamma di macchie che vanno dal bruno rossiccio, al bruno, al giallastro, generalmente di dimensioni limitate, a margini netti o frastagliati, spesso puntiformi, talvolta nucleate. Larga parte di esse, se eccitate con raggi ultravioletti, mostrano fluorescenza bianca, gialla o bluastra, fluorescenza che sovente si riscontra anche in aree nelle quali il danno non è ancora visibile a luce ordinaria, ma è probabilmente in formazione (figg. 52-53).

Spesso questa alterazione si riscontra sulle legature e sul taglio di libri non spolverati nè consultati da molto tempo e su stampe sotto vetro conservate in ambienti umidi. Talvolta, in corrispondenza delle macchie, si trova una lanugine giallastra costituita da concentrazioni di ife fungine (fig. 54).

Gli studi sui processi di degradazione sopradescritti, condotti in varie nazioni, e che hanno compiuto notevoli progressi nell'ultimo decennio, hanno consentito di:

- A) Classificare le macchie in base alle caratteristiche morfologiche e cromatiche che esse mostrano sia a luce ordinaria che ultravioletta (tabb. 24 e 25).
- B) Individuare alcuni fattori di ordine biologico e chimico che isolatamente o insieme, e quasi sempre in concomitanza con condizioni ambientali non idonee, sembra favoriscano la comparsa del foxing. Essi sono:
 - *il ferro* – le aree “foxed” generalmente contengono più ferro delle aree ad esse circostanti.
 - *i microrganismi* – dalle macchie sono stati isolati raramente batteri, più spesso miceti appartenenti ai generi *Aspergillus* e *Penicillium* e i prodotti

del loro metabolismo. Si tratta di microrganismi che, generalmente, si sviluppano a valori igrometrici non molto elevati (fig. 55-56). Secondo alcuni ricercatori questi funghi possono accrescersi a spese di particelle di polvere o delle sostanze nutritive delle loro spore.

- C) Evidenziare che il foxing non si trova mai o quasi mai su carte:
 - aventi un elevato contenuto di pasta meccanica (ad esempio quella dei giornali);
 - aventi altre alterazioni cromatiche (gialle, verdi, violacee ecc.) di origine microbica.
- D) Rilevare che le carte con macchie tipo foxing non perdono mai la loro consistenza e non divengono fragili, anche se il danno è diffuso e in uno stadio avanzato.

Tab. 24 - Classificazione delle macchie tipo foxing
 (secondo Cain e Miller)

Classi	Aspetto a luce naturale	Aspetto all'U.V.
1 Oblo	macchie con nuclei neri e anelli concentrici.	a) bruno nero con un anello giallo arancio. b) non fluorescenti.
2 Fiocco di neve	a) macchie bruno chiaro non nucleate a margini frastagliati. b) di colore più chiaro delle precedenti. Forse rappresentano uno stadio di sviluppo del tipo 2a.	a) fluorescenza uniforme bianca o giallo pallido. b) stesso aspetto delle precedenti.
3 Offprints	macchie che ricoprono vasta parte della superficie e riproducono per forma e colore quelle del foglio con il quale sono a contatto.	fluorescenza blu pallido o bianca.
4	la composizione tipografica è inclusa in una macchia leggermente più larga.	il testo appare immerso in una fluorescenza giallo arancio o gialla.
5	aree più chiare della carta circostante.	aree fluorescenti bianche di forma irregolare.

Tab. 25 - Classificazione delle macchie tipo foxing
(secondo Carter)

Classi	Aspetto a luce naturale	Aspetto all'U.V.
1	macchie da giallo, ad arancio a bruno rossastro-scuro spesso a margini ben definiti.	nero rossastro molto scuro.
2	macchie a margini sfumati di colore bruno/arancio.	le macchie non sono fluorescenti mentre il tessuto ad esse circostante è fluorescente.
3	macchie simili a quelle del tipo 2 ma con un nucleo più scuro e il margine più chiaro.	il margine delle macchie ha una fluorescenza bianca.
4	macchie di colore giallo molto pallido.	le macchie appaiono più grandi ed hanno una fluorescenza bianca.



Fig. 40 - Sviluppo di muffe sui dorsi dei libri.

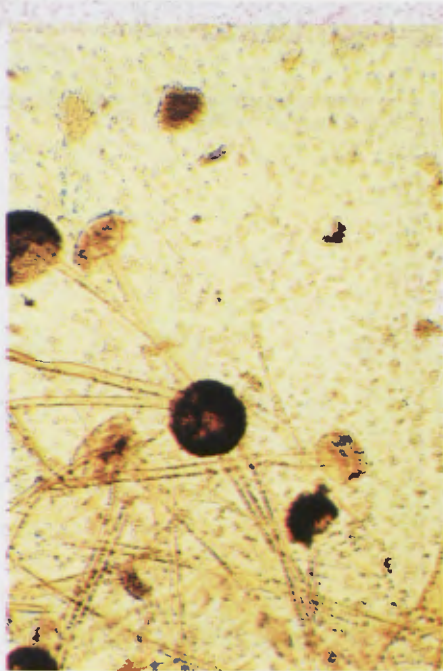


Fig. 43 - *Rhizopus* sp.

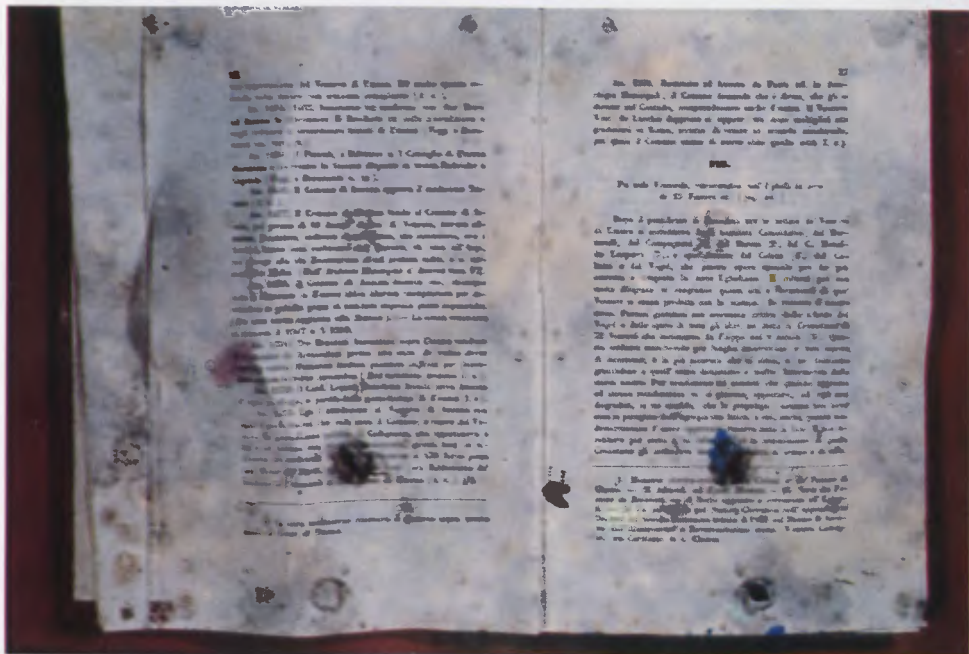


Fig. 44 - Macchie isolate di origine microbica su carta.



Fig. 46 - Foglio cartaceo con macchie di origine microbica diffuse su tutta la superficie e degradazione del supporto

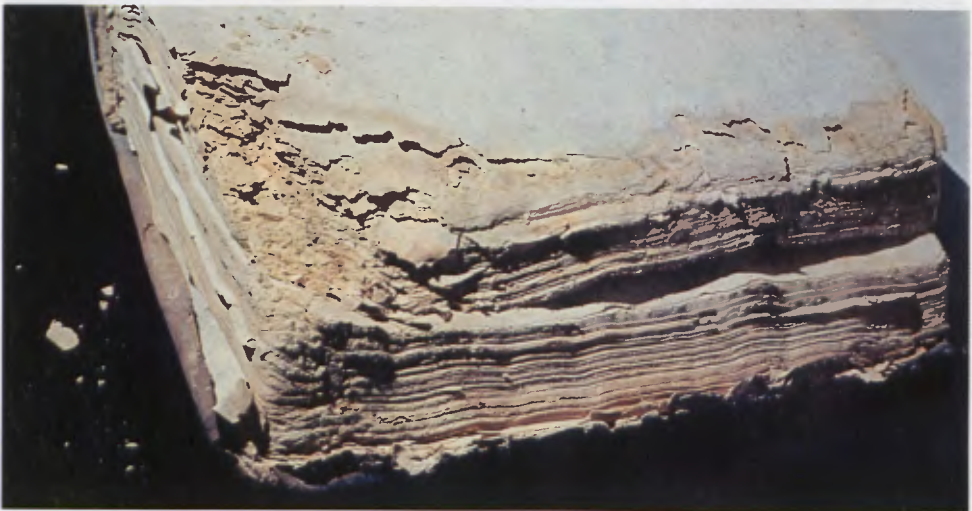


Fig. 47 - Alterazioni strutturali della carta provocate da attacco microbico.



Fig. 48 - Alterazioni cromatiche e strutturali della pergamena causate da microrganismi.



Fig. 50 - Agglomerati di ife e spore fungine su volumi conservati in ambienti umidi.

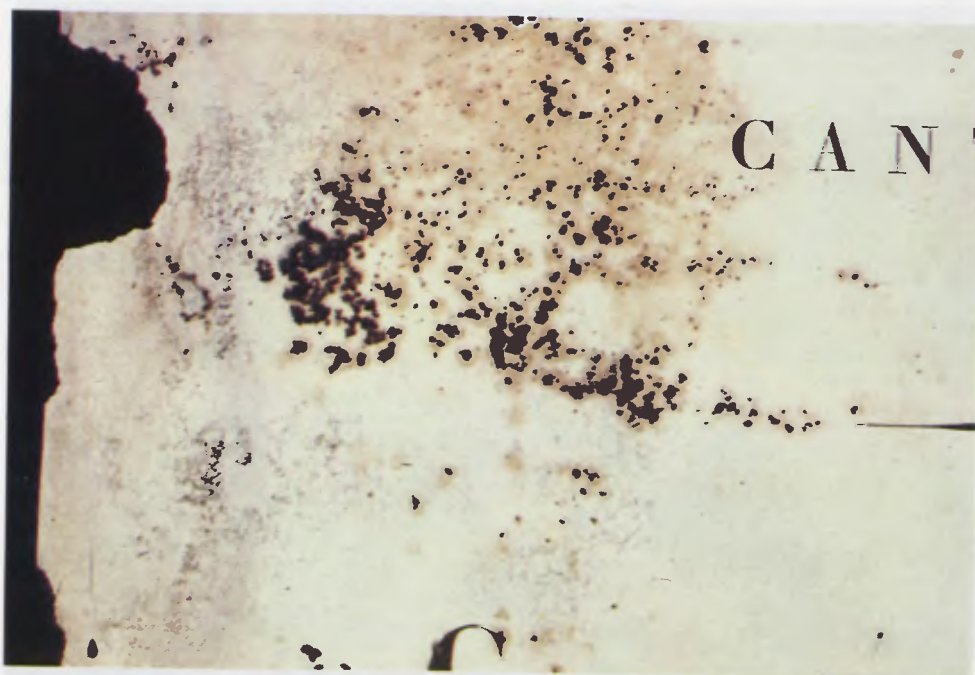


Fig. 51 - Agglomerati di spore fungine in corrispondenza di un'alterazione cromatica.

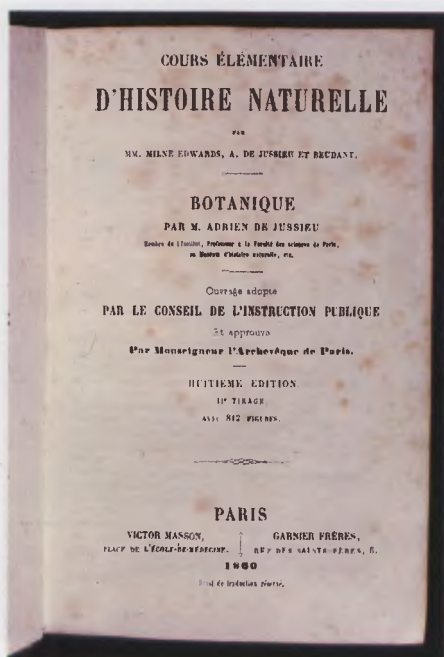


Fig. 52 - Libro con danni da foxing (ripresa a luce ordinaria).

Fig. 53 - Lo stesso libro della figura precedente (ripresa a luce U.V.). Le macchie appaiono più grandi che a luce ordinaria e sono fluorescenti. La fluorescenza bluastro è presente anche in aree nelle quali il danno non è ancora evidente a luce ordinaria.

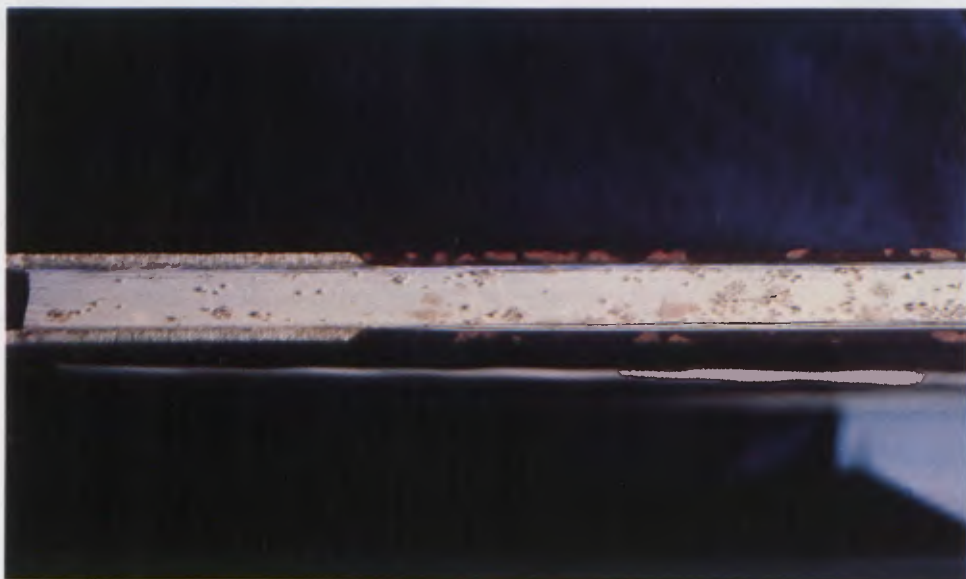


Fig. 54 - Taglio di un libro con colonie fungine in corrispondenza di macchie tipo foxing.



Fig. 55 - Carta con macchie di foxing esaminata al microscopio elettronico a scansione: spore e ife in corrispondenza delle alterazioni cromatiche.

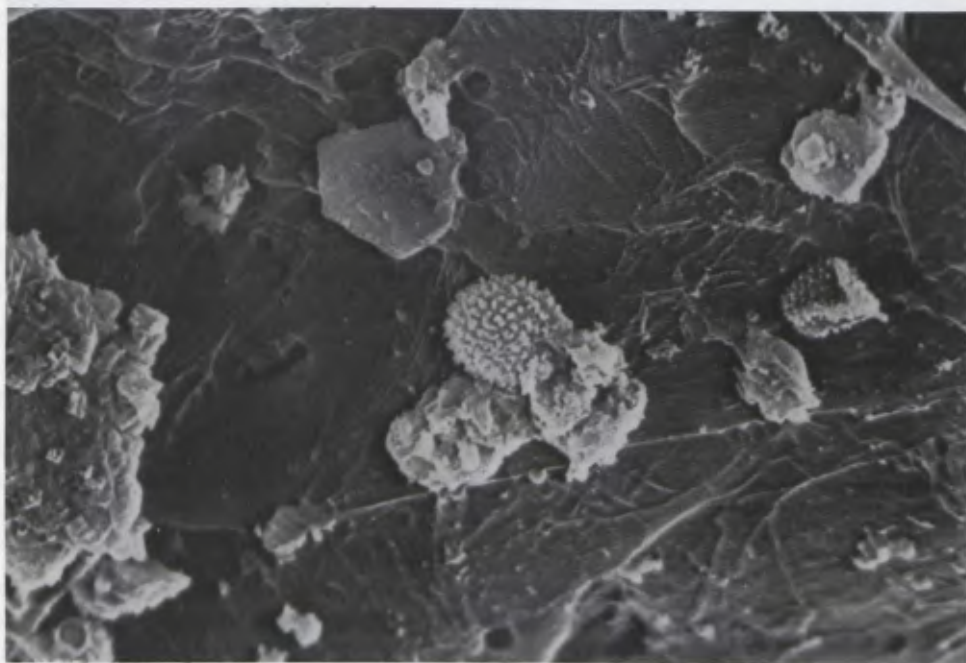


Fig. 56 - Carta esaminata al microscopio elettronico a scansione: spore e ife in corrispondenza di macchie tipo foxing. Osservazione effettuata su macchia non fluorescente.

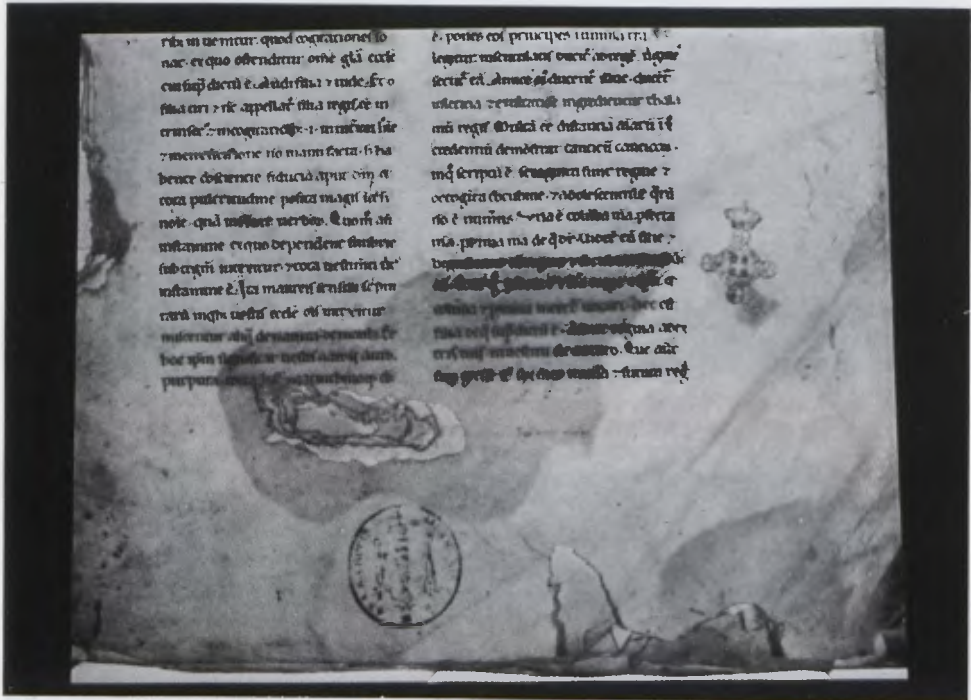


Fig. 57 - Volume cartaceo danneggiato dai roditori: roscature e macchie di urina.

3. Roditori

I roditori che infestano le biblioteche appartengono al sottordine Myomorpha, famiglia Muridae, sottofamiglia dei murini della quale fanno parte il *Rattus norvegicus* o *surmolotto* (peso 250-500 grammi; lunghezza esclusa la coda 175-230 mm.), il *Rattus rattus* o *ratto nero* (peso 120-175 grammi; lunghezza esclusa la coda 165-205 mm.), il *Mus musculus* o *topo domestico* (peso 10-15 grammi; lunghezza esclusa la coda 65-90 mm.). Quest'ultima specie è quella che si riscontra con maggiore frequenza.

Essi arrecano danni oltre che ai libri anche agli arredi, agli impianti elettrici ed idraulici e possono costituire un rischio per la salute del personale e dei lettori. Infatti i roditori sono responsabili della diffusione di diverse malattie infettive. L'uomo può essere contagiato, sia direttamente mediante morsicatura o graffiatura, sia indirettamente per mezzo dei loro ectoparassiti (pulci) o attraverso l'assunzione di alimenti contaminati dai loro escrementi. La carta, la pergamena, il cuoio, il legno vengono rosicchiati, sbriciolati, frammentati ed utilizzati per la costruzione del nido. Il rosicchiamento non è limitato al periodo della nidificazione ma è un comportamento costante dovuto alla necessità di limare i denti incisivi che crescono in continuazione.

I libri sono danneggiati anche dalle urine e dalle feci dei ratti e dei topi (fig. 57). La presenza dei roditori può essere inoltre causa di danni indiretti, per esempio quando essi rosicchiano i cavi elettrici possono provocare corti circuiti.

I roditori lasciano negli ambienti tracce della loro presenza o del loro passaggio che sono utili elementi per identificare la specie infestante, per valutare l'entità dell'infestazione e per localizzarla. Tali tracce sono:

escrementi: la loro forma, dimensione, numero e grado di freschezza consentono di individuare la specie, i luoghi da essi frequentati e forniscono dati orientativi sul numero di individui presenti nel locale. Gli escrementi del *Mus musculus* sono piccoli, allungati (circa 2 mm.), di colore bruno nero;

impronte: le dimensioni e il numero delle impronte, lasciate dalle zampe e dalla coda sulle superfici polverose, permettono di identificare il roditore e di fare una stima dell'entità dell'infestazione;

piste di sporco: i topi e i ratti si allontanano poco dalle loro tane (il *Mus musculus* non più di 10 metri) e seguono quasi sempre i medesimi percorsi lungo le pareti e gli scaffali. Con il tempo tali percorsi divengono evidenti perchè marcati da tracce di sporco (urina, feci, unto);

rosicchiature: le loro caratteristiche morfologiche consentono di stabilire se sono state causate da topi o da ratti. Le rosicchiature dei primi sono minori di quelle dei secondi.

4. Cause favorenti i processi di biodeterioramento dei materiali librari

Le principali cause che concorrono all'insorgenza di infezioni e infestazioni nelle biblioteche sono:

- 4.1 La presenza sui materiali librari di spore di microrganismi e di uova di insetti o l'introduzione nell'ambiente di questi ultimi allo stadio larvale o adulto.
- 4.2 Condizioni ambientali che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi e/o degli insetti.
- 4.3 La biodegradabilità dei materiali librari e degli arredi della biblioteca.
- 4.4 Eventi eccezionali (calamità naturali, cause accidentali).

4.1 La presenza sui materiali librari di spore di microrganismi e di uova di insetti o l'introduzione nell'ambiente di questi ultimi allo stadio larvale o adulto

La prima eventualità si verifica sovente, per non dire sempre, in quanto il pulviscolo che, con la ventilazione o a causa di movimenti convettivi, si deposita sui libri e sugli scaffali contiene particelle chimiche di diversa origine e natura, uova di insetti, spore batteriche e fungine. La percentuale delle componenti biologiche varia al variare delle stagioni, dell'ubicazione della biblioteca, delle attività che si svolgono nei locali, della presenza o meno in essi di libri infetti o infestati.

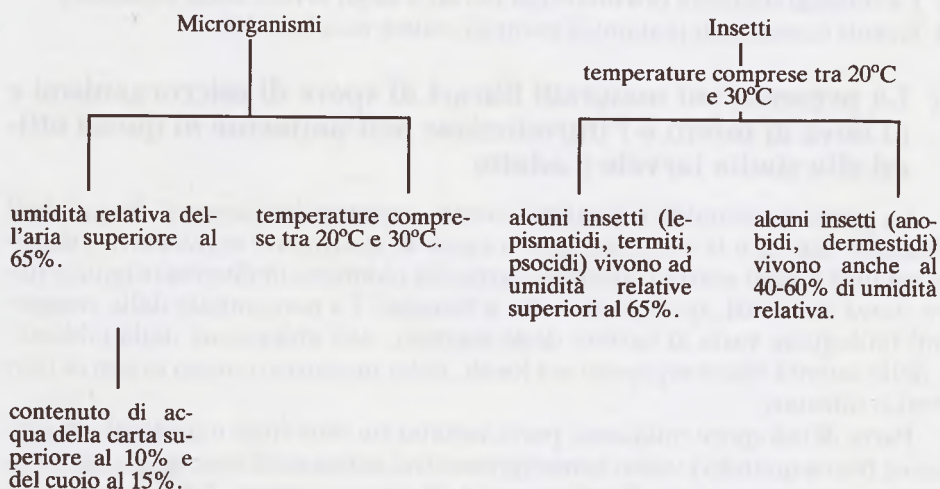
Parte di tali spore muoiono, parte restano sui libri vitali ma silenti ed inoffensive fino a quando i valori termoigrometrici ambientali non raggiungono livelli che consentono loro di svilupparsi e di arrecare danni. La loro vitalità è molto lunga; in letteratura sono segnalati casi di specie in cui raggiunge 12 anni e 35 anni.

Quanto alla seconda eventualità, vale a dire l'introduzione nell'ambiente di insetti allo stadio larvale o adulto, si può verificare o da locali adiacenti o a mezzo di libri o altri materiali infestati.

4.2 Condizioni ambientali che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi e degli insetti nelle biblioteche

I fattori ambientali che, in più larga misura, favoriscono i processi di biodeterioramento nelle biblioteche sono temperature ed umidità elevate (schema 1) e scarsa areazione. Quest'ultima, se buona, ha un duplice effetto benefico perchè ostacola sia lo sviluppo delle spore microbiche, eventualmente presenti sulle parti esterne dei volumi, sia i processi di condensazione che possono verificarsi sulle superfici fredde quali gli scaffali metallici.

Schema 1
Valori termoigrometrici e contenuto di acqua dei materiali
che favoriscono lo sviluppo dei microrganismi e degli insetti nelle biblioteche



Temperatura: la maggior parte degli agenti biologici che arrecano danni ai materiali librari e alle scaffalature lignee hanno la più intensa attività metabolica nel range compreso tra 20°C e 30° C. Tra essi alcuni sopravvivono a temperature notevolmente superiori a 30°C e inferiori a 0°C. Indagini condotte recentemente dal laboratorio di biologia dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro hanno evidenziato che le spore di certi miceti carticoli restano vitali anche a -75° C.

Umidità: gli insetti hanno esigenze diverse. Alcuni (blattidi, termiti, lepismatidi, psocidi) vivono esclusivamente in ambienti umidi, altri (anobidi, dermestidi, cerambicidi, lictidi) anche in ambienti asciutti (U.R. 40-60%).

I microrganismi si sviluppano soltanto se l'umidità relativa supera il 60-65% e se rimane su livelli elevati per un periodo di tempo tale da consentire ai libri, che sono igroscopici, di entrare in equilibrio con essi e di acquisire quei contenuti di acqua indispensabili alle spore batteriche e fungine per germinare, ciò si verifica quando le carte e i cartoni superano la soglia del 10% e i cuoi e la pergamena quella del 15%. Vi sono tuttavia casi in cui particolari proprietà dei materiali (ad esempio la presenza di lignina nella carta) ostacolano l'insorgenza di infezioni anche a livelli più elevati di quelli sopraindicati.

* * *

È evidente quindi che i processi di biodeterioramento possono essere in larga misura prevenuti conservando i libri in locali ben areati e nei quali la temperatura e l'umidità relativa siano basse. Ovviamente non si può scendere al di sotto di certi limiti in quanto le condizioni climatiche di una biblioteca devono essere compatibili con le esigenze di chi vi lavora o vi studia e con i principi della conservazione. *La valutazione di questi due aspetti ha condotto all'individuazione del range, considerato «ottimale» per soddisfarle entrambe. Esso è T. 16-20°C, U.R. 40-60%.*

* * *

4.2.1 Microclima e biodeterioramento

Per stabilire se in una biblioteca esistono o meno condizioni idonee per la conservazione dei libri è necessario valutare le componenti del microclima, indicate nel precedente paragrafo, sia singolarmente, sia ponendole in correlazione perchè tanto più bassi sono i valori termici tanto più alti sono i valori igrometrici ai quali i microrganismi si sviluppano (tab. 26). È inoltre necessario prendere in considerazione oltre al microclima dei locali anche quello degli scaffali e dei libri.

4.2.1.1 Microclima dei locali

Su di esso influiscono numerosi fattori tra i quali:

- la posizione geografica della biblioteca;
- le caratteristiche e l'ubicazione del locale in cui sono conservati i libri;
- le attività che si svolgono nel locale.

- *Posizione geografica della biblioteca:* le caratteristiche climatiche dell'area geografica e le oscillazioni termoigrometriche stagionali che in essa si verificano giocano un ruolo determinante sul microclima della biblioteca, se questa non ha impianti di condizionamento, termoventilazione, riscaldamento.

Tab. 26

Specie fungina	Temperatura	Umidità relativa minima alla quale avviene lo sviluppo
Penicillium chrysogenum	10°C	83.5%
	15°C	77%
	25°C	72.5%
Aspergillus flavus	12°C	95%
	16°C	90%
	30°C	81%
Aspergillus tamarisii	15°C	90%
	20°C	85%
	30°C	79%

L'influenza esercitata dal clima varia anche al variare della struttura dell'edificio. Ad esempio in locali con ampie vetrate non schermate, sovente, si hanno nell'arco delle 24 ore sensibili oscillazioni della temperatura e dell'umidità relativa, che possono arrecare danni di tipo fisico ai materiali librari.

Forti escursioni termiche si hanno, generalmente, nel corso dell'anno nei magazzini librari privi di impianto di riscaldamento. In essi durante l'inverno la temperatura tocca, talvolta, minimi prossimi allo zero e in estate supera i 20-25° C e, talvolta, i 30° C. Le situazioni più critiche, che possono favorire l'insorgenza di infezioni si verificano, di solito, nel periodo primaverile estivo quando si hanno in concomitanza elevati valori termici ed igrometrici.

— *Caratteristiche e ubicazione del locale in cui sono conservati i libri:* nell'ambito di uno stesso edificio si riscontrano di frequente differenze climatiche tra i diversi locali, per esempio, tra quelli ubicati ai piani seminterrato e terra e quelli ubicati ai piani più alti o addirittura nei sottotetti. Nei primi, se umidi e poco areati, si può avere sviluppo di funghi sui materiali librari. Nei secondi, se l'illuminazione naturale è intensa o se in essi i valori termici raggiungono livelli elevati, i libri possono subire danni di ordine fisico o attacchi di alcuni tipi di insetti.

— *Attività che si svolgono nei locali:* determinano in alcuni casi variazioni della temperatura e umidità. Per esempio in una sala di lettura si può avere in giornate piovose un aumento del livello igrometrico, se l'afflusso di pubblico è notevole e se questo entra con indumenti umidi.

4.2.1.2 *Microclima degli scaffali*

Tra i fattori che influiscono sul microclima degli scaffali i principali sono:

- il microclima del locale in cui si trovano;
- le loro caratteristiche strutturali;
- la loro posizione nel locale.

– *Caratteristiche strutturali degli scaffali:* in essi si hanno condizioni diverse a seconda che siano lignei o metallici, aperti o chiusi da sportelli a superficie intera di vetro, legno o metallo o che siano del tipo compactus. Sulle superfici metalliche, che sono fredde, in particolari situazioni ambientali si hanno processi di condensazione i quali possono favorire la germinazione di spore microbiche presenti sulle legature dei volumi.

Le escursioni termoigrometriche che si verificano nel locale avvengono nella stessa misura negli scaffali aperti e più lentamente e in misura più limitata in quelli chiusi. Ciò risulta, ad esempio, dai grafici delle figg. 58A-58B registrati contemporaneamente all'interno e all'esterno di scaffali del tipo «compactus». L'attenuazione di tali escursioni e di eventuali eccessi di umidità si ha anche in contenitori di legno come evidenziano i grafici delle figg. 59A-59B-59C registrati nella stessa settimana con tre termoigrografi di cui due posti all'interno di essi e l'altro nell'ambiente. I contenitori differiscono tra loro perché uno è stato costruito con pannelli multistrati e uno con pannelli tamburati. In questo caso ai valori igrometrici ambientali corrispondono livelli più bassi all'interno dei contenitori: il 5% in meno in quello fabbricato con pannelli tamburati e il 10% in meno in quello fabbricato con pannelli multistrati.

Un'indagine condotta da Miura ha evidenziato che alcuni tipi di legno, aventi basso peso specifico, esercitano più di altri questa azione stabilizzante.

– *Posizione degli scaffali nei locali:* nell'ambito di uno stesso locale si hanno, talvolta, condizioni differenti in scaffali diversamente situati. Per esempio, ove l'aerazione è scarsa o in prossimità di pareti umide o di fonti di calore si possono verificare condizioni favorevoli all'insorgenza di infezioni e/o infestazioni.

4.2.1.3 *Microclima dei libri*

Su di esso influiscono i microclimi del locale e degli scaffali. Le legature e le carte entrano in equilibrio con essi in tempi diversi, le prime molto più rapidamente delle seconde. Le carte entrano in equilibrio con l'ambiente e raggiungono quei contenuti di acqua, che consentono ai microrganismi di svilupparsi, in tempi che sono tanto più lunghi quanto maggiore è la mole del singolo volume e quanto più grande è la massa dei volumi nella quale esso è inserito.

4.2.1.4 *Rilevamento dei valori termoigrometrici e del contenuto di acqua dei libri*

La valutazione dei microclimi viene fatta da specialisti sulla base di rilevamenti effettuati con idonei strumenti (termoigrografi, stazioni microclimatiche). È ovvio che per acquisire dati significativi sulle condizioni ambientali e sull'influenza che esse possono avere sulla conservazione dei libri è necessario eseguire registrazioni nell'arco dell'intero anno, ponendo gli strumenti o le loro sonde in diversi settori dei locali sia all'interno che all'esterno degli scaffali.

Il contenuto di acqua dei materiali viene misurato con particolari igrometri muniti di sonde che vengono poste a contatto delle legature o introdotte tra le pagine. Questo metodo di misura non distruttivo, indubbiamente meno preciso di quelli distruttivi (ad esempio peso secco), consente di fare ampie campionature e fornisce informazioni di notevole utilità sull'esistenza di situazioni di rischio che possono favorire l'insorgenza di infezioni e sulla necessità o meno di asciugare i libri prima della disinfezione e/o disinfestazione.

I grafici delle figg. 58A-58B sono stati registrati nel corso della stessa settimana, uno nell'ambiente in cui si trovano scaffali tipo compactus e l'altro all'interno di tali scaffali.

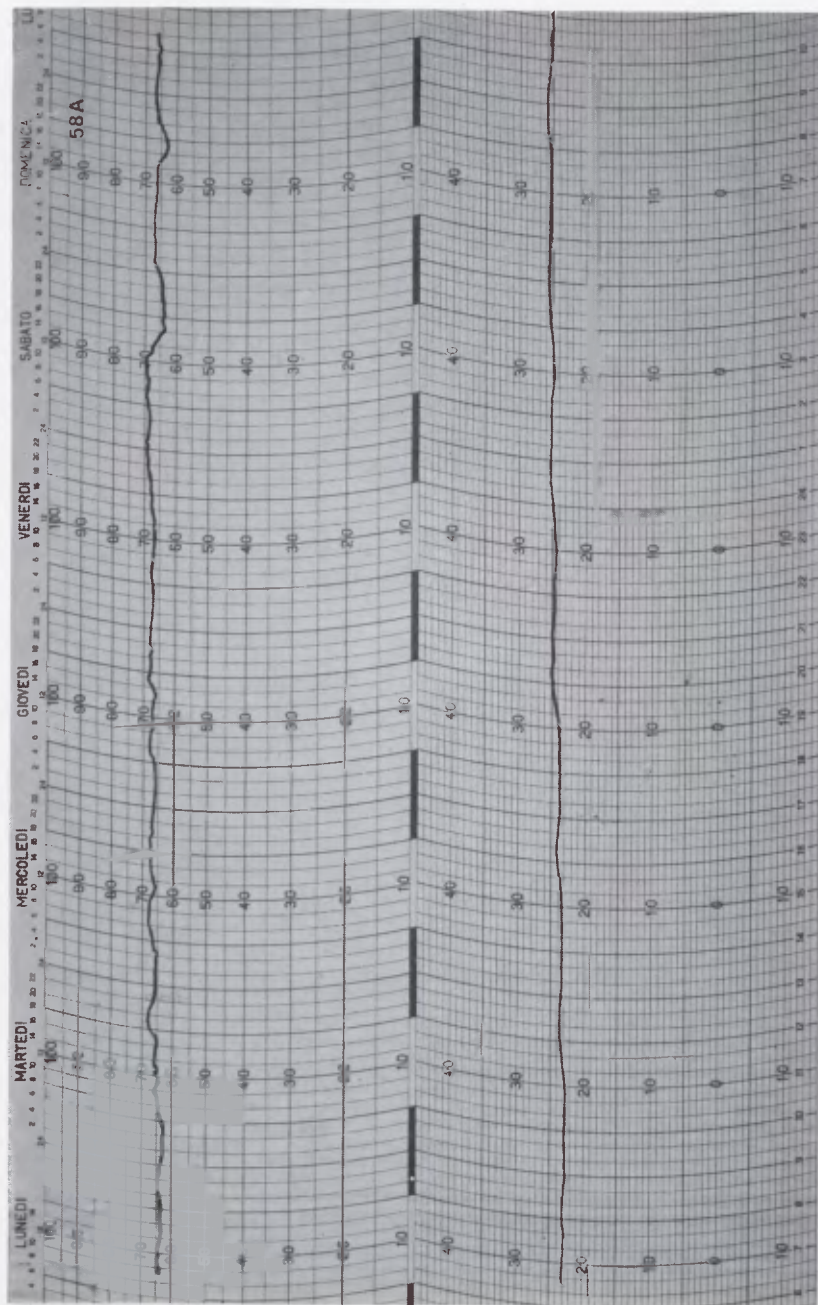


Fig. 58A - Grafico registrato all'interno di uno scaffale di tipo "compactus".

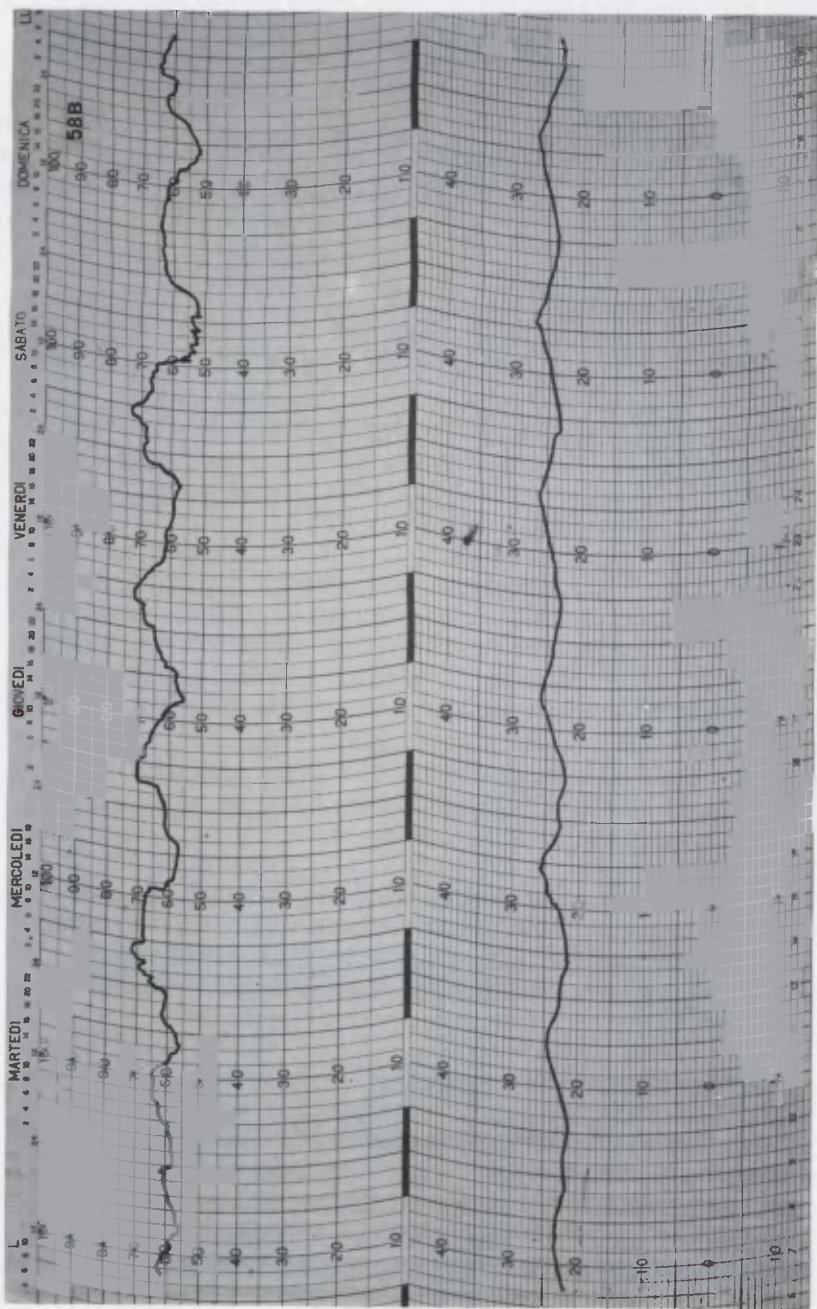


Fig. 58B - Grafico registrato nell'ambiente.

I grafici delle figg. 59A, 59B e 59C sono stati registrati nel corso della stessa settimana, uno nell'ambiente in cui si trovano contenitori di legno fabbricati con pannelli multistrati e tamburati e gli altri all'interno di tali contenitori.

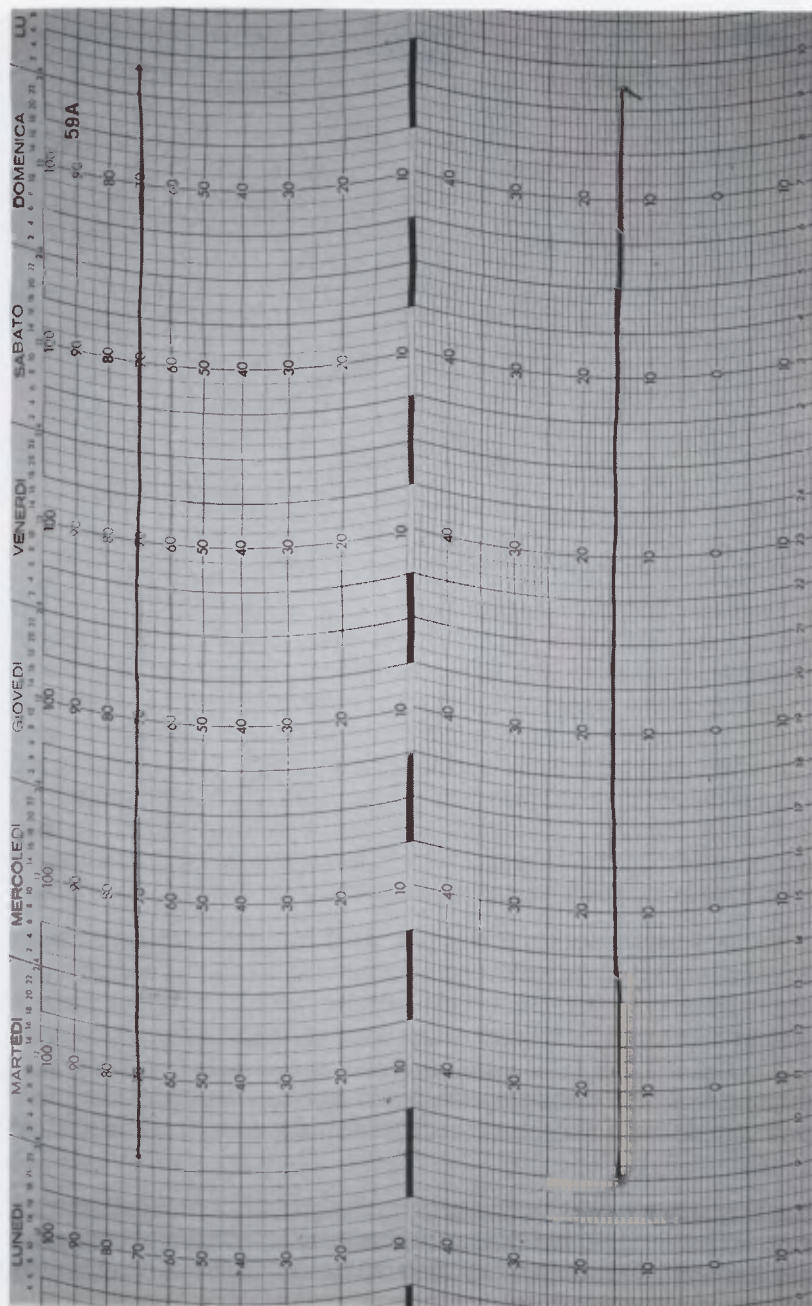


Fig. 59A - Grafico registrato all'interno di un contenitore fabbricato con pannelli multistrati.

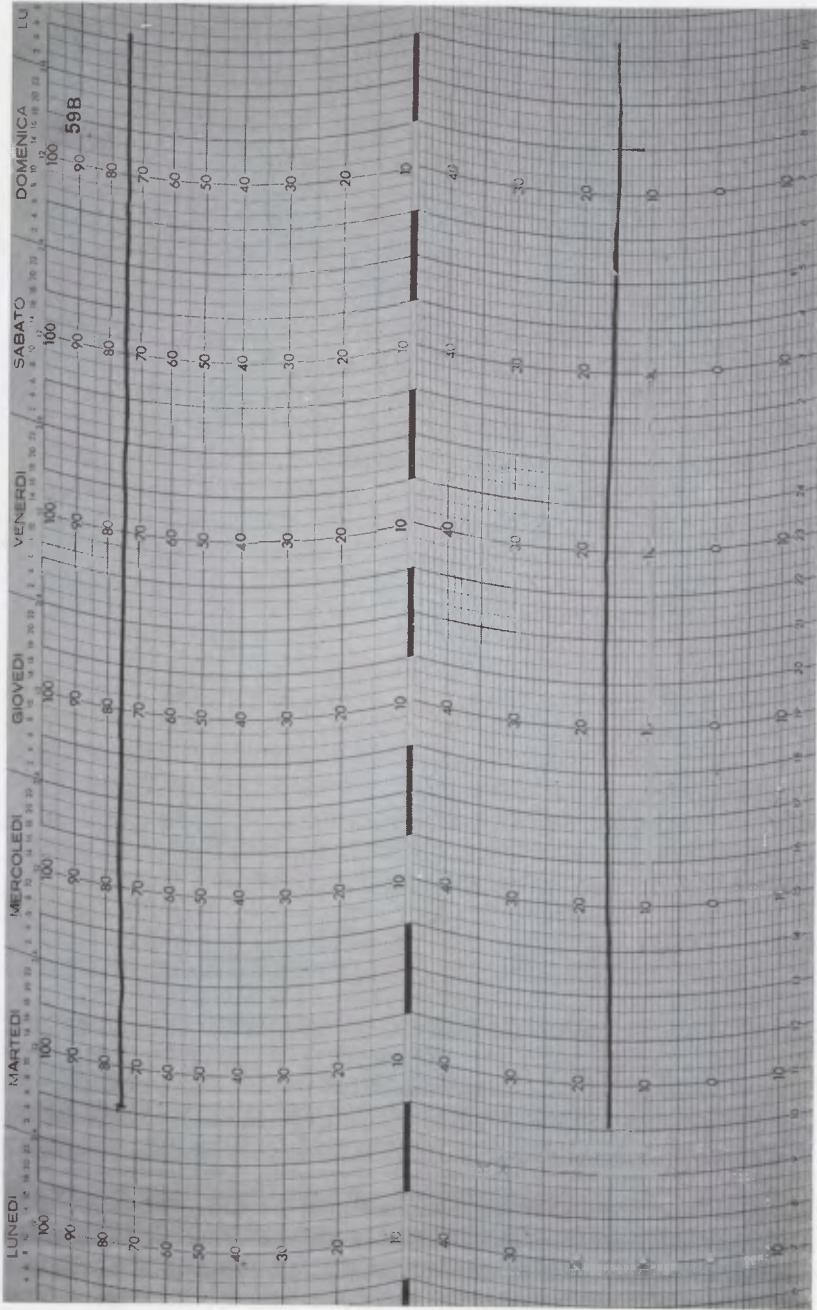


Fig. 59B - Grafico registrato all'interno di un contenitore di legno fabbricato con pannelli tamburati.

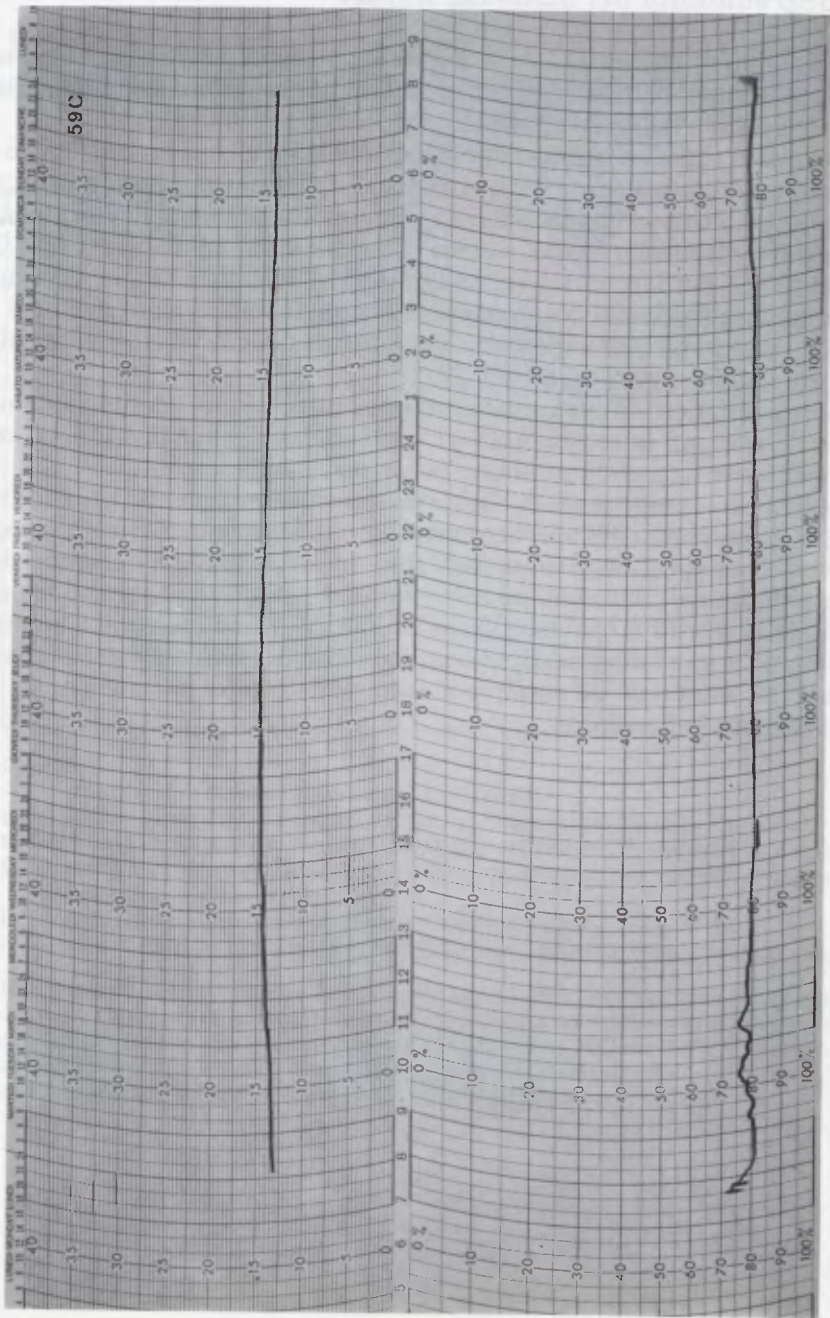


Fig. 59C - Grafico registrato nell'ambiente in cui si trovavano i contenitori da parecchie settimane.

4.3 Biodegradabilità dei materiali librari

Tutti i materiali librari siano essi naturali o sintetici, se non contengono biocidi, quando conservati in ambienti caldi e umidi vengono danneggiati dagli insetti e ancor più dai microrganismi.

Fra essi però alcuni sono più degradabili di altri e alcuni lo sono anche a livelli igrometrici relativamente bassi. I motivi di tali differenze vanno ricercati nelle proprietà fisico-chimiche dei loro componenti di base e dei loro componenti additivi essenziali. Questi ultimi, come già detto nel paragrafo 2.1.3, sono sostanze che pur facendo parte integrante del materiale non ne costituiscono l'elemento principale. Ad esempio nel cuoio il componente di base è il collagene; i tannini, gli ingrassanti ecc. impiegati per renderlo elastico ed utilizzabile, sono additivi essenziali (tab. 27).

Numerosi polimeri sintetici sono i componenti di base di adesivi, collanti, films plastici impiegati in campo librario; i plastificanti, gli antiossidanti, immessi per conferire ad essi determinate proprietà, sono additivi.

In molti casi i componenti di base sono bioresistenti mentre gli additivi non lo sono. Lo sviluppo dei microrganismi causa alterazioni diverse a seconda che si verifichi a spese degli uni o degli altri. Infatti se i funghi e i batteri degradano quelli di base, utilizzandoli come fonte di carbonio e azoto, si hanno alterazioni della struttura con conseguenti danni di ordine meccanico mentre se si sviluppano a spese degli additivi si hanno modificazioni delle caratteristiche peculiari dei materiali: ad esempio la carta può divenire più igroscopica, il cuoio può perdere la flessibilità.

Tab. 27

Percentuali di umidità relativa alle quali si è verificato lo sviluppo microbico dopo 20 settimane di incubazione su cuoi sottoposti a vari tipi di concia, contenenti o non contenenti ingrassanti e inoculati o non inoculati con ceppi fungini

Temperatura		20°C		35°C	
		campioni non inoculati	campioni inoculati	campioni non inoculati	campioni inoculati
Campioni	A	100	91	100	91
	B	85	85	85	85
	C	85	91	85	91
	D	85	85	85	85
	E	85	85	85	85
	F	65	65	85	85

Legenda:

- A - pelle di capra conciata al cromo, non ingrassata.
- B - pelle di capra conciata al cromo e ingrassata con grasso sintetico e lanolina.
- C - pelle di capra conciata al cromo, riconciata con estratto di mimosa e non ingrassata.
- D - pelle di capra conciata al cromo, riconciata con estratto di mimosa e ingrassata con grasso sintetico e lanolina.
- E - pelle di capra conciata con estratto di mimosa, non ingrassata.
- F - pelle di capra conciata con estratto di mimosa e ingrassata con grasso sintetico e lanolina.

I dati riportati nella tabella, frutto di una sperimentazione condotta da M. Montanari (1989), evidenziano l'aumento della biodegradabilità conseguente all'immissione di additivi. Infatti sui cuoi conciati con tannini vegetali lo sviluppo microbico si è verificato a livelli igrometrici più bassi che su quelli conciati al cromo ed inoltre per ogni tipo di concia tale sviluppo è avvenuto ad umidità relative più basse su quelli ingrassati rispetto ai non ingrassati.

Dunque la microbioresistenza dei materiali varia al variare delle loro proprietà chimico-fisiche e tra esse giocano un importante ruolo:

- il grado di polimerizzazione;
- il pH;
- l'igroscopicità.

4.3.1 Grado di polimerizzazione

I componenti dei materiali librari sono, per la quasi totalità polimeri. Tra i composti chimici appartenenti alla stessa classe quelli più altamente polimerizzati hanno una maggiore resistenza ai processi di degradazione biologica. Una eventuale diminuzione del grado di polimerizzazione, conseguente ad esempio all'azione di agenti chimici (disinfettanti, ossidanti ecc.), può rendere i materiali più sensibili all'attacco microbico.

4.3.2 pH

I microrganismi si adattano a pH compresi tra 3 e 9. Tuttavia la loro attività metabolica è più intensa in un range ristretto che varia da specie a specie. Esso per la maggior parte dei batteri è compreso tra 7 e 8 e per la maggior parte dei funghi tra 5 e 7. Ciò spiega perché i primi siano prevalentemente gli agenti causali delle alterazioni della pergamena, che è alcalina, e i secondi della carta e del cuoio che hanno un pH tra la neutralità e l'acidità. Se il pH si discosta dai valori ottimali lo sviluppo dei microrganismi è più limitato e conseguentemente i danni che essi arrecano sono meno gravi.

4.3.3 Igroscopicità

Quanto più un materiale è igroscopico tanto più bassa è l'umidità relativa alla quale si verificano i processi di biodeterioramento. L'igroscopicità varia da materiale a materiale (tab. 28), nell'ambito dello stesso materiale (tab. 29) e può subire modificazioni a seguito di interventi di restauro (ricollatura, velatura a caldo ecc.) (tab.30).

Tab. 28

Contenuto di acqua di vari materiali ad umidità relativa dell'80%

Carta	9-14%
Colla di farina	15%
Colla di amido	10-12%
Vari tipi di cuoio	18-28%

Tab. 29

Contenuto percentuale medio di acqua (calcolato rispetto al peso secco)
di 10 tipi di carta posti a diversi valori termogrometrici

Tipi di carta	100% U.R.		91-92% U.R.		85% U.R.		75% U.R.		63% U.R.	
	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C
Ev	17.53	19.74	12.46	13.16	11.14	11.41	9.74	9.26	7.73	7.45
En	15.11	17.82	11.80	13.37	9.60	8.75	7.41	7.62	6.80	6.45
In	17.74	17.66	14.73	13.72	12.34	11.98	9.51	10.40	8.84	8.85
Du	14.25	20.78	11.32	14.76	10.68	10.10	8.19	8.85	7.44	7.17
Um	15.81	17.51	13.07	12.02	10.03	10.05	8.16	7.86	6.83	7.21
Sc	16.08	17.57	13.19	12.46	9.92	11.10	9.03	8.74	7.94	7.96
Ex	16.09	18.79	14.06	13.74	11.65	11.66	9.75	8.89	7.84	7.79
W	16.13	18.97	12.46	18.20	10.48	10.11	8.63	8.92	7.90	7.86
G	20.72	21.03	15.58	17.17	14.97	12.26	12.40	11.68	10.96	10.20
GC	20.17	22.50	16.37	17.00	13.43	14.39	12.43	12.11	10.10	10.20

Risultati di una sperimentazione condotta da Gallo e coll. (1976-77) su carte a composizione chimica nota.

Legenda: Ev - Edizione vergata (lisciata), En - Enciclopedia (calandrata), In - Incudine 881 bis (satinata), Du - Duraflex 417 (lisciata), Um - Uso mano fine (lisciata), Sc - Stato civile 400 (lisciata), Ex - Extra forte grigio perla (calandrata), W - Whatman n. 1, G - Carta giornale contenente 30% di pasta meccanica di abete, GC - Carta giornale contenente 75% di pasta meccanica di conifera e latifoglia.

I primi sette tipi di carta sono contraddistinti con le sigle corrispondenti alle iniziali dei nomi commerciali indicati nella legenda. Essi si differenziano per varie caratteristiche chimiche che non è possibile qui elencare per esteso e per le quali si rimanda il lettore alla pubblicazione sopra citata. Tali differenze riguardano i componenti di base (cellulosa di straccio, cellulosa di paglia, pasta meccanica ecc.), e i componenti additivi essenziali vale a dire i collanti (gelatina, amido ecc.) e le sostanze di carica (talco, caolino ecc.).

Le sigle W, G e GC indicano rispettivamente carta Whatman di pura cellulosa e due tipi di carta di giornale la G e la GC contenenti diverse percentuali di pasta meccanica.

Tab. 30

“Velatura a caldo”
Contenuto percentuale di acqua di carta Whatman velata e non
e dei materiali utilizzati per la velatura

Materiali	100% U.R.		91-92% U.R.		85% U.R.		75% U.R.		63% U.R.	
	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C	20°C	30°C
0	16.13	18.97	12.46	18.20	10.48	10.11	8.63	8.92	7.90	7.86
1	11.04	12.10	9.78	10.27	8.63	8.85	7.59	7.42	6.64	6.31
2	13.17	14.63	9.94	10.00	8.39	8.20	7.20	6.28	5.99	5.66
3	17.99	20.19	14.23	15.03	12.40	11.84	10.60	10.13	8.82	8.34
4	10.37	11.48	8.75	9.78	7.52	7.98	6.76	6.73	5.82	5.47
5	7.72	8.13	5.41	5.45	4.44	4.74	4.02	4.04	3.52	3.35
6	9.70	10.28	7.05	6.48	6.14	5.57	5.22	4.56	4.47	3.53

Risultati di una sperimentazione condotta da Gallo e coll. (1982-83) per valutare gli effetti dal punto di vista biologico di quella operazione di restauro che viene indicata con il nome di “velatura a caldo”.

Legenda: 0 - carta Whatman n. 1.

1 - carta Whatman n. 1 + carta giapponese 502 impregnata con Paraloid B 72.

2 - carta giapponese 502 impregnata con Paraloid B 72.

3 - carta giapponese 502 Vang.

4 - carta Whatman n. 1 + Archivart Nylon Gossamer CP.119.NW + Adhesive Heat Set Tissue CP.133.AD.

5 - Archivart Nylon Gossamer CP.119.NW (tessuto leggerissimo, di colore bianco, costituito al 100% da fibra di nylon).

6 - Adhesive Heat Set Tissue CP.133.AD (adesivo che si presenta sotto forma di un tessuto leggerissimo di colore bianco che viene interposto tra il documento da restaurare e l'Archivart Nylon Gossamer CP.119.NW).

Esso è costituito al 100% da una resina poliammidica, non contiene plastificanti o altri additivi.

È stato misurato il contenuto di acqua a 20°C e a 30°C e a valori igrometrici compresi tra il 100% e il 63% di carta Whatman tal quale, di carta Whatman sottoposta a velatura a caldo con i materiali indicati nella legenda, e dei materiali prima dell'applicazione.

Dalla sperimentazione è emerso che i due tipi di velatura diminuiscono l'igroscopicità della carta.

Se si esaminano gruppi di libri conservati nello stesso ambiente si riscontrano ovviamente differenze, tra il contenuto di acqua di quelli cartacei e di quelli membranacei (tab. 31). Si riscontrano, altresì, differenze nell'ambito dei singoli gruppi a seconda del tipo di carta o di pergamena di cui sono costituiti ed ancora del singolo volume tra l'interno e la legatura, essendo questa ultima costituita in genere da materiali alquanto igroscopici.

Se le proprietà alle quali si è accennato (grado di polimerizzazione, pH, igroscopicità) giocano un ruolo importante sulla biodegradabilità di tutti i materiali librari ve ne sono altre peculiari di alcuni di essi. Sembra interessante fare due esempi.

I componenti di base più importanti della carta sono la cellulosa, che è un polimero del glucosio e, nelle carte contenenti pasta meccanica, quali ad esempio quelle di giornale, la lignina costituita da unità di fenilpropano. La lignina rende la cellulosa difficilmente aggredibile dai microrganismi perché questi per depolimerizzarla devono distruggere i legami esistenti tra le due. Elevate percentuali della prima rendono pressoché inattaccabile la seconda (tab.32).

Gli adesivi e i collanti, impiegati in campo librario, sono polimeri naturali o sintetici. I primi quali l'amido, la caseina, la destrina ecc. sono molto appetibili per gli insetti e facilmente e rapidamente degradati da batteri e funghi ed alcuni di essi, influenzano il pH della carta spostandolo verso l'acidità.

Tra i secondi vale a dire i sintetici, meno degradabili di quelli naturali, i più usati sono a base di composti vinilici (alcooli polivinilici, acetato di polivinile, polivinilpirrolidone), resine acriliche e derivati della cellulosa. Per quanto riguarda questi ultimi sono tanto più resistenti quanto più elevato è il grado di sostituzione vale a dire il numero di gruppi ossidrilici (OH) della cellulosa convertiti in gruppi eteri (metilici, etilici, ecc.) o esteri.

Tab. 31

Contenuti percentuali di acqua di materiali cartacei
e membranacei conservati nello stesso ambiente ⁽⁸⁾

Volumi cartacei		Volumi membranacei	
contenuto % di acqua		contenuto % di acqua	
legatura ⁽⁹⁾	interno	legatura ⁽⁹⁾	interno
10	9.5	14	18
8.5	9	14.2	14.5
9.5	8	15	15
8.5	8.3	13.5	15
8.5	8.3	14	18
8.5	10	8	18.4
7.5	8.5	12	16.5
8	9	15	16.4
9.5	9	13.5	17.6
8.5	9	11	15
8.3	7.3	13	17
8.2	8.2	13.8	18
10.3	10.3	16	17.8
8.5	8.7	15	16
8.4	8.6	17	15.3
9	8.5	16	18.3
9.3	11.5	14	16
8.5	8.5	16	16.5
8.6	8.6	14	16
8.9	7.7	15	17.8
9.3	8.3	14.8	15
9	8	16	16.5
8.5	8	14	17
10.4	8.5	16	17
9.3	11.7	15	18
8	8	17	17
8.9	8.9	14.3	17.3
8.5	9.3	16.8	17.3
9.2	10.2	14.3	17

⁽⁸⁾ Condizioni termoigrometriche dell'ambiente:

T = 15-16°C

UR = 58-60%

⁽⁹⁾ Misurazione eseguita ponendo gli elettrodi dell'igrometro Aqua Boy tra il piatto della legatura e il foglio di guardia.

Tab. 32

Contenuto in % di lignina	% cellulosa degradata da enzimi batterici e fungini
0	95%
5-9	80%
10-14	60%
13-16.5	40%
16-18.5	20%
20-25	0-5%

4.3.4 Materiali librari e biocidi

Tutti i materiali librari, dunque, possono venire degradati, seppure in diversa misura, dagli agenti biologici quando sono conservati in condizioni ambientali non idonee. Di qui la opportunità, per prevenire o limitare il rischio dell'insorgenza di infezioni e infestazioni, di impiegare quelli più resistenti. Tuttavia una domanda viene spontaneo porsi. È possibile, è opportuno raggiungere tale scopo con biocidi a lunga persistenza di azione? Sull'adozione di tali misure si possono esprimere riserve in quanto è molto difficile trovare un composto chimico che risponda a 3 requisiti:

- che sia attivo a tempo indefinito su tutte le specie biologiche che potenzialmente possono arrecare danni;
- che sia innocuo per i materiali librari;
- che sia innocuo per i restauratori, i bibliotecari e i lettori.

La scelta del biocida viene fatta, ovviamente, prendendo in considerazione il suo spettro di azione, la sua persistenza e le dosi con le quali è possibile ottenere una totale protezione dalla microflora ed entomofauna eterogenee che danneggiano i libri. A questa prima ricerca indicativa, che può condurre anche a risultati soddisfacenti, segue quella chimica relativa agli effetti che il biocida prescelto, alle dosi alle quali si è dimostrato efficace, può avere sui materiali sia al momento dell'applicazione, sia a lungo termine. Questa valutazione è molto importante. Vi sono, infatti, casi di composti chimici che non erano stati sottoposti a tale tipo di controlli o lo erano stati in modo inadeguato e che nel tempo si sono rivelati agenti degradanti. Per esempio nel Museo Civico di Bristol alcune stampe in esposizione hanno subito un processo di in-

giallimento. Esse erano incorniciate e a contatto nella parte anteriore con lastre di polimetacrilato e sul retro con carta impregnata di timolo, quest'ultimo largamente utilizzato, soprattutto in passato, anche per il trattamento di materiale librario. Un'indagine condotta sul fenomeno da Daniels e Boyd ha consentito di accertare che il danno era dovuto ad un processo di fotossidazione del fungicida il quale, inoltre, quando è venuto a contatto con il polimetacrilato si è sciolto in esso e ne ha causato una variazione di colore.

Sono segnalate anche alterazioni di altro tipo, conseguenti al contatto di carte impregnate di timolo con pergamena.

Ma se l'individuazione di un biocida che risponda ai primi due requisiti di ordine biologico e chimico è difficile, ancora più difficile è l'individuazione di un biocida che risponda al terzo requisito, l'innocuità per l'uomo ⁽¹⁰⁾.

«Non esistono prodotti antiparassitari innocui, esistono dosi innocue, esistono cioè dosi che l'organismo umano può tollerare o per lo meno sembra possa tollerare senza danni».

È un concetto illustrato nello schema 2.

Schema 2

DOSI SUPERIORI: dosi capaci di provocare fenomeni tossici acuti, subacuti e cronici sui quali esiste una vastissima letteratura.
M.A.C. (massime concentrazioni ammesse): dosi apparentemente innocue per l'organismo.
DOSI INFERIORI: dosi incapaci di provocare fenomeni tossici rilevabili con i mezzi e i metodi attualmente disponibili. Ma la loro azione sui più delicati fenomeni biochimici cellulari non è completamente nota e potrebbe rivelarsi capace di indurre alterazioni le quali sono sfuggite alle indagini condotte fino ad ora.

Ma la storia della tossicologia è ricca di esempi di sostanze chimiche le quali hanno dimostrato di possedere, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, un potenziale tossico profondamente diverso o notevolmente maggiore di quello che era stato accertato nelle indagini iniziali.

Sul piano qualitativo sarà sufficiente ricordare i composti ritenuti in passato incapaci di indurre tumori, composti che ricerche più approfondite durate anni hanno dimostrato essere dotati di potere cancerogeno, quale ad esempio l'o-fenilfenolo.

⁽¹⁰⁾Il testo che segue, riguardante questo argomento, è di P. Gallo ed è apparso nell'articolo di F. Gallo (1990) "Biologia e restauro" citato in bibliografia.

È evidente che coloro i quali li maneggiavano o venivano a contatto con i loro residui, erano esposti a un rischio non indifferente.

Molte sono le sostanze di questo tipo con le quali l'organismo umano viene continuamente in contatto, e ciò spiega almeno in parte l'aumento dell'incidenza dei tumori nei paesi industrializzati.

Sul piano quantitativo è interessante rilevare che il perfezionamento dei metodi e degli strumenti di indagine può arrivare a dimostrare la tossicità di dosi inferiori alle massime concentrazioni ammesse. Dosaggi che erano ritenuti innocui si sono rivelati capaci di indurre negli animali da esperimento e nell'uomo stesso importanti alterazioni strutturali o metaboliche. Ciò spiega perché i valori della M.A.C. (massime concentrazioni ammesse nell'ambiente di lavoro) di diverse sostanze chimiche e di diversi antiparassitari siano stati abbassati negli ultimi anni dalle Autorità Sanitarie dei più importanti paesi del mondo.

La conclusione che si può trarre è che si deve evitare, per quanto più è possibile, il contatto dell'organismo umano con qualunque sostanza chimica.

Ed è questo criterio che ci induce ormai da venticinque anni a sconsigliare l'impiego nelle biblioteche e negli archivi e nel corso degli interventi di restauro di biocidi a lunga persistenza d'azione. Ed è questo criterio che ci ha fatto considerare le sostanze gassose, la cui azione è potente ma fugace, di gran lunga preferibili a quelle allo stato liquido o solido che lasciano residui tossici negli ambienti e nei materiali trattati, residui che se inalati quotidianamente e per lunghi periodi di tempo possono arrecare danni alla salute.»

4.4 Eventi eccezionali

Calamità naturali (alluvioni, terremoti ecc.) o cause accidentali (incendi, crolli, infiltrazioni di acqua dai tetti, rotture di impianti idraulici, di riscaldamento, di fogne ecc.) possono causare ingenti danni alle raccolte librerie.

Nel corso degli ultimi decenni, in tutto il mondo vi sono state biblioteche interessate da eventi del genere. Si possono menzionare ad esempio l'alluvione di Firenze nel 1966, l'inondazione delle biblioteche del Corning Museum di New York del 1972, della University Case-Western di Cleveland del 1974, della Taylor Institution Oxford University del 1979, l'incendio delle biblioteche del Parlamento di Ottawa del 1952 e Charles Klein di Filadelfia del 1972.

I guasti che le calamità naturali o le cause accidentali arrecano sono vari: lacerazioni, solubilizzazioni degli adesivi e degli inchiostri, saldatura delle carte patinate, macchie, spappolamento della carta, rigonfiamento della pergamena ecc.. Le conseguenze possono essere ancora più gravi in caso di incendi che provocano la distruzione dei materiali o nei casi in cui all'acqua siano frammisti fango e inquinanti chimici e biologici.

Sui libri così degradati è frequente lo sviluppo di batteri e funghi. Il rischio della insorgenza di infezioni è tanto maggiore quanto più elevati sono i valori termici ambientali e quanto più lungo è il tempo che intercorre tra il momento in cui i volumi si sono bagnati e il loro asciugamento.

I problemi di ordine tecnico ed organizzativo da affrontare in situazioni dei tipi sopraindicati sono molteplici e spesso di non facile soluzione, sia per la grande quantità di materiale (quasi sempre decine, centinaia di migliaia di libri) sulla quale si deve intervenire in tempi brevi, sia, in alcuni casi, per la scarsità di attrezzature (congelatori, impianti per l'asciugamento e la disinfezione) necessarie per prevenire o bloccare i processi di degradazione.

5 Interventi in biblioteche in cui si sono verificate infezioni e/o infestazioni

Tali interventi vengono impostati ed eseguiti in modo diverso a seconda che:

- a) I danni siano stati arrecati da eventi eccezionali e sui libri impregnati di acqua vi sia sviluppo di microrganismi.
- b) Lo sviluppo degli agenti biologici sia stato favorito o causato da elevati valori termoisometrici ambientali e il contenuto di acqua dei libri sia superiore all'8-10%.
- c) I libri siano stati attaccati dagli insetti e il loro contenuto di acqua sia inferiore all'8-10%.
- d) Negli arredi, nei parquet e nelle strutture portanti dell'edificio, che ospita la biblioteca, si siano verificate infestazioni di insetti xilofagi e i libri siano indenni.
- e) Nella biblioteca si sia verificata un'infestazione di roditori.

Per scegliere i provvedimenti più idonei da prendere nelle situazioni prospettate ai paragrafi b) c) d) è necessario:

- identificare l'agente o gli agenti che hanno prodotto l'alterazione;
- valutare l'estensione dell'infezione e/o infestazione;
- individuare i fattori ambientali che hanno favorito o causato l'infezione e/o infestazione;
- misurare il contenuto percentuale di acqua delle carte e delle legature.

5.1 Interventi su libri impregnati di acqua e danneggiati dai microrganismi

Si possono adottare misure diverse se il numero dei volumi impregnati di acqua è elevato o limitato. Nel primo caso è opportuno sottoporli nell'ordine ai seguenti interventi:

- freezing
- asciugamento
- disinfezione.

Qualora il numero sia limitato si può evitare il freezing ed effettuare direttamente l'asciugamento e quindi la disinfezione.

5.1.1 Freezing

Il freezing impedisce la solubilizzazione degli inchiostri, la saldatura delle carte patinate, la proliferazione dei microrganismi e consente di effettuare le successive fasi di asciugamento e, se necessario, di disinfezione anche a notevole distanza di tempo. Qualora sui volumi siano presenti residui solidi (ad esempio fango) è opportuno sottoporli ad un lavaggio prima del congelamento.

L'abbassamento di temperatura a valori compresi tra -20°C e -30°C deve essere rapido per evitare la formazione di grossi cristalli di ghiaccio che possono danneggiare le strutture dei materiali librari.

5.1.2 Asciugamento

Tra i metodi utilizzabili quelli più rapidi e che danno i migliori risultati sono il *vacuum drying* e il *vacuum freeze-drying* (liofilizzazione). Con il *vacuum drying*, impiegato per asciugare libri congelati e non congelati, si può avere la solubilizzazione degli inchiostri e dei colori e si possono formare gore. Tali inconvenienti non si verificano con il *vacuum freeze-drying*, impiegato per asciugare i materiali congelati in quanto tutta l'acqua, in essi contenuta, passa direttamente dallo stato solido a quello di vapore. I libri così trattati subiscono una forte disidratazione e sono necessarie parecchie settimane perché riacquistino la loro flessibilità. Particolari accorgimenti devono essere adottati qualora tale intervento venga effettuato su cuoi degradati. Secondo Flieder, Lecercler, Chahine (1978) la liofilizzazione danneggia la pergamena.

Se il numero dei volumi è limitato o non si dispone di impianti in cui eseguire gli interventi sopradescritti si può far ricorso a metodi di asciugamento più semplici, più lenti, con il conseguente maggior rischio dell'insorgenza di infezioni, quali l'interfogliazione con carta da filtro o ponendo i libri aperti a ventaglio su griglie in un ambiente in cui si crea una circolazione forzata di aria asciutta.

Nel corso dell'asciugamento è necessario misurare il contenuto d'acqua delle carte e delle legature ed interrompere l'operazione quando esso scende a valori intorno al 6-9%, valori questi che evitano processi di re-infezione e consentono di ottenere risultati soddisfacenti nel successivo intervento di disinfezione. Infatti livelli più bassi o più elevati possono impedire ai battericidi e fungicidi di esplicare la loro azione.

5.1.3 Disinfezione (vedere paragrafo 5.2.3).

5.2 Interventi su libri conservati in ambienti umidi, che hanno un contenuto di acqua superiore al 10% e sono danneggiati da microrganismi e/o da insetti

In situazioni di questo tipo è necessario:

- risanare i locali;
- asciugare i libri per riportare il loro contenuto di acqua a livelli inferiori al 10%;
- disinfettarli e/o disinfestarli.

5.2.1 Risanamento dei locali

Questo intervento, che deve essere operato da ingegneri specializzati in questo specifico campo, è preliminare agli altri indicati nei paragrafi 5.2.2 e 5.2.3 ed è indispensabile sia per evitare che i danni verificatisi si aggravino, sia che i materiali librari trattati con microbicidi subiscano re-infezioni. Infatti tutti i mezzi fisici e quasi tutti quelli chimici, impiegati nella lotta contro i bio-deteriogeni dei libri, non hanno attività residua e quindi non esercitano un'azione protettiva.

5.2.2 Asciugamento

Il problema dell'asciugamento si pone oltre che nei casi già citati nel paragrafo 4.4 anche, e con notevole frequenza, per le collezioni librarie conservate in condizioni ambientali non idonee. Il contenuto di acqua dei volumi che si trovano in magazzini umidi può raggiungere, soprattutto nelle legature, livelli del 25-30%. In situazioni del genere è necessario intervenire per abbassarlo e riportarlo ai valori indicati nel precedente paragrafo 5.1.2. L'eliminazione dell'eccesso di acqua può avvenire o lentamente e gradualmente nello stesso ambiente in cui i libri sono conservati, se in esso si effettuano le necessarie opere di risanamento, oppure tale eliminazione può essere ottenuta in impianti ad hoc. Esistono ad esempio autoclavi nelle quali è possibile eseguire prima l'asciugamento e poi la disinfezione dei libri.

5.2.3 Disinfezione e disinfestazione

È l'ultimo intervento al quale sottoporre i libri danneggiati da calamità naturali, da cause accidentali o da sfavorevoli condizioni ambientali, se essi hanno subito l'attacco degli agenti biologici.

I mezzi di lotta da utilizzare devono rispondere a cinque requisiti fondamentali:

- esplicitare un'azione rapida ed efficace che consenta di intervenire in breve tempo su molti libri;
- agire su tutti gli agenti biologici che hanno arrecato danni;
- avere un elevato potere di penetrazione così da distruggere tali agenti all'interno dei volumi;
- non arrecare danni ai materiali librari⁽¹¹⁾;
- non arrecare danni agli esseri umani.

Nel corso degli ultimi decenni sono state condotte indagini per valutare le possibilità e i limiti di applicazione in campo librario di vari mezzi fisici (raggi ultravioletti, raggi gamma, microonde, basse temperature) e chimici allo stato solido o liquido dai quali si liberano gas o vapori (paradiclorobenzolo, timolo, fluoruro di solforile, aldeide formica, bromuro di metile, ossido di etilene).

Tali indagini hanno consentito di individuare il loro spettro di azione, il loro potere di penetrazione e di accertare i loro effetti sui materiali (tabb. 33 A - 33 B). Da esse è emerso, per esempio, che le basse temperature, il fluoruro di solforile, il bromuro di metile agiscono soltanto sugli insetti e l'aldeide formica soltanto sui microrganismi. Inoltre l'aldeide formica arreca danni alla pergamena, il bromuro di metile ad alcuni tipi di cuoio, il fluoruro di solforile alla cellulosa e ai materiali proteici, l'ossido di etilene rende la pergamena più sensibile agli attacchi microbici. Il paradichlorobenzolo causa l'ingiallimento della carta e lo sbiadimento degli inchiostri. I raggi gamma, alle dosi efficaci sulla microflora carticola, provocano la depolimerizzazione della cellulosa e la degradazione, anche a distanza di tempo dall'irraggiamento, di materiali proteici.

Recenti studi hanno dimostrato la possibilità di trattare oggetti infestati con gas atmosferici. Infatti l'aumento in ambienti confinati (involucri di plastica, autoclavi) della concentrazione di anidride carbonica o la riduzione di quella di ossigeno, o l'immissione in essi di gas inerti come azoto ed elio causano la morte degli insetti. L'effetto viene però ottenuto in tempi lunghi che vanno, a seconda dei valori termoigrometrici, da alcuni giorni a qualche settimana.

Tali mezzi ovviamente esplicano appieno la loro attività disinfettante e/o disinfestante soltanto se correttamente utilizzati. Tra essi quello che in più larga misura risponde ai requisiti sopraindicati e che agisce sia sugli insetti che sui microrganismi è l'ossido di etilene.

⁽¹¹⁾ Nessuno dei mezzi di cui oggi disponiamo per arrestare i processi di biodeterioramento è inerte verso tutti i materiali librari. Il loro uso deve, pertanto, essere limitato ai casi di assoluta necessità.

Tab. 33 A

Mezzi fisici di lotta dei quali sono state saggiate le possibilità di applicazione in campo librario

Agenti fisici	Attività insetticida	Attività microbocida	Limiti di applicazione
Raggi gamma	+	+	<ul style="list-style-type: none"> - Le dosi efficaci sulla microflora carticola causano la depolimerizzazione della cellulosa e la degradazione, anche a notevole distanza di tempo dall'irraggiamento, dei materiali proteici. Carta e cuoio diventano più vulnerabili agli attacchi microbici.
Raggi ultravioletti	-	+	<ul style="list-style-type: none"> - Hanno uno scarso potere di penetrazione, danneggiano alcuni materiali librari.
Microonde	+	-	<ul style="list-style-type: none"> - Possono danneggiare i materiali perché causano un aumento di temperatura. Hanno scarso potere di penetrazione.
Basse temperature - 20°C -40°C	+	-	<ul style="list-style-type: none"> - L'abbassamento di temperatura deve essere rapido per evitare la formazione di grossi cristalli di ghiaccio che possono danneggiare le strutture dei materiali librari. - Per evitare eventuali danni derivanti da fenomeni di condensa è consigliabile sigillare gli oggetti sotto vuoto o porre nei pacchi materiali stabilizzanti come ad esempio gel di silice.

Mezzi chimici di lotta che trovano applicazione in campo librario

Agente chimico	Attività insetticida	Attività microbicida	Limiti di applicazione
Elevate concentrazioni di anidride carbonica (CO ₂) Ridotte concentrazioni di ossigeno (O ₂) Elevate concentrazioni di gas inerti elio (He), azoto (N)	+	-	Per ottenere risultati soddisfacenti sono necessari tempi di esposizione lunghi per esempio: - a 21°C 60% di CO ₂ 4 giorni. - a 21°C 35% di CO ₂ 7 giorni. - a 30°C 65-70% di U.R. 0.42% di O ₂ 7-21 giorni. - a 30°C 35% di U.R. 250 ml/m di azoto 20 giorni.
	+	-	
	+	-	
Aldeide formica (CH ₂ O)	-	+	- Danneggia i materiali proteici.
Bromuro di metile (CH ₃ Br)	+	-	- In alcuni casi il cuoio e la pergamena, trattati con questo gas, assumono un odore sgradevole a causa della formazione di mercaptani. - L'uso del bromuro di metile è sconsigliato per il trattamento di fotografie.
Ossido di etilene (CH ₂ H ₄ O)	+	+	- Rende la pergamena più vulnerabile agli attacchi microbici.
Fluoruro di solforile (F ₂ SO ₂)	+	-	- Arreca danni alla cellulosa, ai materiali proteici e ai colori. - Reagisce con i metalli. Tali danni si verificano in misura maggiore se il prodotto commerciale contiene impurezze.
Paradichlorobenzolo (C ₆ H ₄ Cl ₂)	+	-	- Causa ingiallimento della carta, sbiadimento degli inchiostri, agisce su certi pigmenti dei cuoi.
Timolo (C ₁₀ H ₁₄ O)	-	+	- Causa ingiallimento della carta, rammollimento di adesivi e cuoi.

L'ossido di etilene, in miscela con gas inerti (freon, anidride carbonica, azoto), può essere impiegato soltanto in autoclave, tutti gli altri composti chimici, indicati nella tabella, possono essere usati anche in ambienti confinati, creati con teli di plastica, oppure negli stessi locali in cui si sono verificati i danni, adottando ovviamente sia nel primo che nel secondo caso particolari precauzioni.

L'uso di tutti i mezzi di lotta deve essere affidato a personale specializzato ed abilitato dalle competenti autorità ad effettuare i trattamenti.

Con questo gas, il cui impiego deve essere affidato a personale specializzato si ottengono risultati soddisfacenti se nel corso degli interventi in autoclave

1) vengono opportunamente regolati i seguenti parametri ⁽¹²⁾:

- concentrazione del gas;
- tempo di azione del gas;
- temperatura;
- umidità relativa.

2) vengono presi in considerazione e controllati alcuni fattori tra i quali:

- il volume occupato dai materiali e la quantità di gas assorbita ed adsorbita da essi;
- eventuali processi di polimerizzazione del gas;
- presenza sui materiali di polvere, residui organici o cristalli che possono esercitare un'azione protettiva sulle spore.

L'esito dei singoli interventi deve essere, comunque, controllato ponendo all'interno dei volumi, nel corso dei trattamenti, indicatori chimici e biologici⁽¹³⁾. I primi sono costituiti da striscioline di carta aventi una banda colorata la quale subisce un viraggio che segnala sia l'avvenuto contatto con l'ossido di etilene, sia la realizzazione di determinate condizioni che sono il presupposto per ottenere la distruzione degli agenti microbici (fig. 60).

I secondi sono costituiti da striscioline di carta sulle quali sono presenti cariche di spore di *Bacillus subtilis* var. *niger* dell'ordine di 10^6 . Questo microrganismo è raccomandato come indicatore biologico d'elezione dall'USP (United States Pharmacopea) in quanto è tra le specie più resistenti all'ossido di etilene (figg. 61-62).

Negli ultimi anni sono state avanzate riserve su tale gas a causa della sua probabile azione cancerogena. Per quanto riguarda questo argomento pare opportuno riportare il brano di una comunicazione (citata in bibliografia) fatta da P. Gallo nel 1988 al Seminario di Studi su "La tutela dei documenti di archivio, disinfezione e disinfestazione con ossido di etilene".

⁽¹²⁾ La regolazione e il controllo di questi parametri e dei fattori 1° e 3°, indicati al successivo paragrafo 2, è fondamentale anche quando si impiegano altri gas.

⁽¹³⁾ Secondo Caputo e Odlang (1986) "Qualunque ciclo di sterilizzazione deve essere convalidato per verificare eventuali episodi di non sterilità" e "Fondamentalmente la convalida è il processo con cui si dimostra che i parametri del ciclo di sterilizzazione per un prodotto sono adeguati a garantire al prodotto il livello di sterilità desiderato".



Fig. 61 - Indicatore biologico. Strisciolina di carta, inocolata con spore contate di *Bacillus subtilis* (niger), racchiusa in un involucro di carta che la protegge dall'inquinamento atmosferico.



Fig. 60 - Indicatori chimici. La banda colorata gialla vira nel campo dell'azzurro quando viene a contatto con l'ossido di etilene.

Fig. 62 - Indicatori biologici in brodo coltura. A sinistra: indicatore che non è stato trattato con ossido di etilene. L'intorbidamento del brodo è dovuto allo sviluppo dei microrganismi presenti sull'indicatore.

A destra: indicatori trattati con ossido di etilene. Il brodo è limpido, ciò rivela la distruzione della microflora e quindi l'avvenuta sterilizzazione.

“Dalla rassegna della letteratura compiuta nel 1985 giungemmo alla conclusione che soltanto in campo sperimentale è stato dimostrato l'effetto cancerogeno dell'ossido di etilene. In campo epidemiologico dati che sembrano dimostrare tale effetto sono stati rilevati soltanto in gruppi di persone esposte all'azione combinata di questo gas e di altri composti chimici.

In quello stesso anno l'I.A.R.C. (International Agency for Research on Cancer) ha condotto un'indagine approfondita ed è giunta alla conclusione che *l'ossido di etilene è probabilmente cancerogeno*⁽¹⁴⁾.

L'eventuale rischio di cancerogenesi potrebbe esistere per le persone addette alla fabbricazione e all'impiego del gas. Le probabilità che si verifichino questa e altre manifestazioni tossiche sono tutt'altro che trascurabili per queste categorie di lavoratori. Esse divengono *elevate qualora non vengano adottate adeguate misure precauzionali*.

Per tali motivi i tecnici che lavorano con ossido di etilene devono essere sottoposti a periodici controlli ematologici e della funzionalità epatica, respiratoria e nervosa. In considerazione del probabile effetto cancerogeno e mutageno del gas vanno ricercate con particolare attenzione le alterazioni cromosomiche dei linfociti circolanti alle quali abbiamo prima accennato.

Il problema è profondamente diverso per coloro che maneggiano libri disinfettati con ossido di etilene. In questo caso i rischi di intossicazione sono estremamente ridotti e divengono anzi praticamente nulli se l'eliminazione dei residui di gas e dei prodotti di reazione è completa e controllata con strumenti molto sensibili e tecniche adeguate”.

⁽¹⁴⁾ Lo ribadisce una monografia dello stesso I.A.R.C. pubblicata nel 1990 nella quale si dice “L'ossido di etilene è stato oggetto di un certo numero di studi di piccole dimensioni che, nonostante le molte limitazioni che rendono difficile la loro interpretazione, tra cui la mescolanza di esposizione ad altre sostanze chimiche, indicano come possibile una relazione casuale tra l'esposizione all'ossido di etilene e la leucemia”

I dati epidemiologici sull'epicloridrina (un prodotto di reazione dell'ossido di etilene) sono insufficienti; tuttavia i dati sperimentali indicano che tale composto è cancerogeno negli animali. “Questi risultati secondo l'I.A.R.C. portano a concludere che i suddetti due composti chimici hanno un probabile effetto cancerogeno nell'uomo”.

5.3 Interventi su libri conservati in ambienti asciutti, aventi un contenuto di acqua inferiore al 10% e danneggiati da insetti.

In situazioni di questo tipo si procede direttamente alla disinfestazione del materiale librario e a quello degli scaffali, se lignei e danneggiati. La premessa per una razionale scelta del metodo di lotta è l'identificazione dell'agente che ha causato i danni.

Se questo è un insetto che vive nell'ambiente (vedi paragrafi 1.1, 1.2, 1.4) e per il quale i libri sono soltanto una fonte di nutrimento si impiegano, quasi sempre, insetticidi allo stato solido (a base per esempio di piretroidi sintetici, propoxur, silice microcellulare ecc.) che agiscono per contatto o per ingestione⁽¹⁵⁾.

Essi vengono distribuiti sotto forma di polveri, nel locale e sui palchetti degli scaffali, non vengono *mai* applicati direttamente sui o nei volumi.

Se viceversa i danni sono causati da insetti che compiono tutto il ciclo vitale all'interno dei materiali (vedi paragrafo 1.5) si adottano misure diverse a seconda che:

- 1) gli scaffali siano metallici;
- 2) gli scaffali siano lignei e indenni;
- 3) gli scaffali siano lignei e infestati.

Nei primi due casi è consigliabile trattare i libri in autoclave con composti chimici allo stato gassoso quali l'ossido di etilene, il bromuro di metile, l'anidride carbonica ecc. o con mezzi fisici quali le basse temperature (-20°C -40°C per tempi variabili da 24 ore ad una settimana). Nel terzo caso, in cui è necessario intervenire sui libri e sugli scaffali, si può optare per una delle soluzioni sottoindicate:

- Disinfestazione dei libri con i mezzi chimici o fisici indicati nel paragrafo 5.2.3 e trattamento degli scaffali con insetticidi allo stato liquido (a base per esempio di pentaclorofenolo). Questi ultimi consentono di ottenere risultati soddisfacenti se applicati con tecniche idonee, che permettono una buona penetrazione, così da distruggere gli insetti, annidati in profondità, nei loro vari stadi di sviluppo⁽¹⁶⁾.

⁽¹⁵⁾ Per la distruzione degli psodici, che si nutrono di muffe, è indispensabile anche disinfettare i libri con composti chimici allo stato gassoso (vedi paragrafo 5.2.3)

⁽¹⁶⁾ Istruzioni sulle misure precauzionali da adottare per l'impiego di prodotti commerciali allo stato solido o liquido devono essere richieste alle case produttrici.

Salvo casi particolari conviene evitare, per i motivi esposti nel paragrafo 4.3.4, l'utilizzazione in ambienti confinati di insetticidi e microbici di lunga persistenza di azione dai quali si liberano vapori che possono inquinare l'aria.

- Trattamento simultaneo dei libri e degli scaffali con composti chimici allo stato gassoso, quale ad esempio il bromuro di metile, nello stesso ambiente in cui si sono verificati i danni.

Entrambe le soluzioni, soprattutto la seconda, pongono gli operatori di fronte ad una serie di problemi complessi e non sempre facilmente risolvibili di ordine biologico, igienico, tecnico ed organizzativo quali, ad esempio, le difficoltà e i rischi che presentano la evacuazione di rilevanti quantità di gas tossici da edifici situati in centri urbani, la difficoltà di mantenere i valori termogrometrici nei limiti che consentono agli agenti disinfestanti, allo stato gassoso, di esplicare la loro azione, ed ancora le difficoltà per ottenere la diffusione uniforme nei locali e la penetrazione negli scaffali e nei libri di tali agenti.

5.4 Interventi in biblioteche nelle quali si sono verificate infestazioni di insetti xilofagi nelle strutture portanti, negli scaffali, negli infissi, negli arredi, nei parquets.

Anche in questo caso l'identificazione della specie infestante, la conoscenza del suo ciclo di sviluppo e del tipo di deterioramento che arreca sono di fondamentale importanza per la scelta del metodo di lotta.

Per arrestare i danni causati da Coleotteri (anobidi, cerambicidi, lictidi) si impiegano, prevalentemente, insetticidi allo stato liquido (vedi paragrafo 5.3) applicati per pennellamento o per iniezioni; per facilitare la penetrazione si adottano particolari accorgimenti quale la rimozione del rosario dalle gallerie e, nel caso di attacchi di cerambicidi, la rimozione delle parti più esterne e degradate dei legni.

Più complessa è la lotta contro le termiti che dà risultati soddisfacenti solo se si applicano una serie di provvedimenti tra i quali:

- la localizzazione del termitaio e dei percorsi seguiti dagli insetti;
- l'impiego di idonei insetticidi allo stato liquido (vedi paragrafo 5.3) o gassoso (bromuro di metile, fluoruro di solforile);
- l'eliminazione delle cause che hanno favorito l'infestazione (umidità, materiali cellulose ecc.);
- l'esame della statica delle strutture lignee portanti e la sostituzione di quelle danneggiate e che non assolvono più la loro funzione;
- l'impregnazione con composti chimici a lunga persistenza d'azione degli infissi lignei o la loro sostituzione con altri metallici;
- l'isolamento dell'edificio dal terreno circostante e la creazione intorno ad esso di barriere chimiche.

La complessità e varietà degli interventi impone che ad essi collaborino entomologi, ingegneri e tecnici nel campo della disinfestazione.

5.5 Interventi in biblioteche in cui si sono verificate infestazioni di roditori

La premessa per impostare in modo corretto ed efficace la lotta contro i roditori è l'acquisizione di dati sulla specie infestante, sull'entità e la localizzazione dell'infestazione.

Tale lotta si attua con mezzi meccanici (trappole) e con mezzi chimici. Quelli chimici possono essere allo stato gassoso, ma il loro impiego non sempre è fattibile per motivi tecnici ed organizzativi, o allo stato solido o liquido i quali vengono somministrati per ingestione sotto forma di esche avvelenate oppure depositati sotto forma di polveri nei punti di passaggio dei topi. Tra essi ve ne sono ad azione rapida o lenta. I primi, che provocano la morte immediata, si utilizzano per ridurre in tempi brevi una popolazione murina ma non possono essere applicati più di una volta nello stesso ambiente per evitare la diffidenza dei roditori nei confronti dell'esca. Tra i veleni ad azione lenta i più usati sono gli anticoagulanti che inibiscono la produzione di vitamina K, alterano quindi il meccanismo di coagulazione del sangue e causano molte piccole emorragie interne e quindi la morte.

I sintomi dell'avvelenamento sono ritardati per cui il topo difficilmente prova diffidenza verso l'esca e muore 6-7 giorni dopo averla ingerita.

Oltre alla lotta diretta condotta con i mezzi sopraindicati è necessario effettuare anche una indiretta consistente nell'adozione di misure atte ad evitare re-infestazioni o ad impedire l'insediamento in edifici di topi o ratti. Tra queste misure si possono menzionare ad esempio l'applicazione di reti metalliche a maglia fine ai bocchettoni dei condotti di areazione e di condizionamento, alle scatole di derivazione degli impianti elettrici; la chiusura ermetica di porte esterne ed interne, di tutte le aperture seppure piccole esistenti nei pavimenti, nei soffitti, nelle pareti; il controllo periodico di controsoffitti, intercapedini o di altri nascondigli nei quali possono annidarsi i roditori; la rimozione di tutto il materiale accatastato da tempo e mai spostato che costituisce spesso un ottimo nascondiglio.

Annesso

Classificazione degli agenti biologici

Ordine = aggruppamento di famiglie tra loro affini.

Famiglia = aggruppamento di generi aventi notevoli caratteristiche morfologiche in comune. L'insieme di più famiglie, affini tra loro, costituisce un ordine.

Genere = sotto divisione della famiglia raggruppante specie tra loro affini che hanno caratteristiche morfologiche e spesso anche fisiologiche comuni.

Nome del genere = è sempre un sostantivo ottenuto utilizzando l'antica denominazione latina o greca oppure creandolo ex novo ma facendolo derivare ancora dalle lingue antiche, oppure servendosi di un nome proprio.

Nome della specie = è quasi sempre un aggettivo che esprime un carattere saliente dell'insetto o del microrganismo; in alcuni casi è un aggettivo sostantivato.

Al nome del genere e della specie segue o una sigla o un nome che indica lo studioso che classificò l'insetto o il microrganismo.

Insetto	Thysanura	Lepismatidae	Lepisma	saccharina	L.
Classificazione	↓ ordine	↓ famiglia	↓ genere	↓ specie	↓ nome autore
Microorganismo	↑ Sphaeriales	↑ Chaetomiaceae	↑ Chaetomium	↑ indicum	↑ Corda

Glossario

Attività metabolica: (vedi metabolismo).

Batteri: microrganismi unicellulari, appartenenti al gruppo dei protisti inferiori.

Biodeterioramento: ogni tipo di alterazione irreversibile di qualsiasi materiale causato dall'attività di popolazioni viventi, qualunque sia l'ordine di grandezza degli individui da cui sono rappresentate. Tali popolazioni trovano sul manufatto le condizioni per respirare e metabolizzare nei modi tipici della loro specie.

Biodeteriogeni: (vedi biodeterioramento).

Catalizzatore: una sostanza che aumenta la velocità di una reazione chimica ma rimane inalterata al termine della reazione. Gli enzimi sono catalizzatori biologici.

Ciclo vitale: periodo di tempo che intercorre tra la data in cui l'uovo viene deposto e la data in cui l'individuo prodotto dall'uovo depone altre uova.

Condizioni ottimali: (vedi optimum).

Cuticola: strato chitinoso esterno che riveste tutte le parti del corpo di un insetto.

Depolimerizzare: scindere polimeri in sostanze più semplici fino a ritornare ai monomeri.

Depolimerizzazione: (vedi depolimerizzare).

Disinfestazione: (vedi disinfestante).

Disinfestante: sostanza atta a distruggere insetti e roditori.

Disinfettante: mezzo o sostanza atti a distruggere i microrganismi che provocano infezioni.

Disinfezione: (vedi disinfettante).

Embrione: individuo animale nei suoi primi stadi di sviluppo dopo la fecondazione della cellula uovo.

Entomofauna: il complesso degli insetti di una determinata zona o regione.

Enzimi: catalizzatori di origine biologica. Gli enzimi sono proteine ad elevato peso molecolare. Essi catalizzano reazioni specifiche (vedi catalizzatore).

Esuvie: (vedi muta).

Famiglia: (vedi annesso 1).

Freezing: congelamento.

Funghi: organismi eterotrofi. Il loro corpo vegetativo o *tallo* è costituito da una o più cellule di forma tubolare dette *ife* e costituenti nell'insieme il *mice-lio*.

Genere: (vedi annesso 1).

Grado di polimerizzazione: (vedi polimeri).

Ife: (vedi funghi).

Igroscopicità: (vedi materiali igroscopici).

Insetto ametabolo: insetto che dalla schiusa dell'uovo fino allo stadio adulto non subisce modificazioni di forma e non presenta perciò metamorfosi pur essendo soggetto ad un certo numero di mute.

Insetto eterometabolo: insetto che si sviluppa senza subire metamorfosi marcate durante il suo accrescimento e che pertanto nasce dall'uovo con aspetto simile all'adulto.

Insetto olometabolo: insetto che presenta nel suo sviluppo postembrionale tre distinti stadi: larva, pupa, adulto, tra loro differenti per forma e dimensioni e separati l'uno dall'altro da brusche metamorfosi.

Lieviti: microrganismi fungini a struttura monocellulare non filamentosa.

Liofilizzazione: (vacuum freeze-drying): essiccazione sotto alto vuoto, mediante sublimazione, di materiale previamente congelato a bassissima temperatura.

Materiali igroscopici: materiali il cui contenuto di acqua dipende da quello dell'ambiente.

Metabolismo: (dal greco *metabolé* = trasformazione) insieme di reazioni chimiche che si verificano nelle cellule viventi. Si possono distinguere due tipi di metabolismo: uno biosintetico (che viene indicato con il termine *anabolismo*) per mezzo del quale sostanze prese dal mezzo esterno vengono trasformate in elementi costitutivi e in macromolecole specifiche della cellula e un secondo metabolismo (indicato come *catabolismo* o *metabolismo energetico*) che fornisce l'energia consumata nel primo tramite la degradazione di sostanze chimiche.

Metamorfosi: trasformazione che gli insetti subiscono nel corso delle mute fino a diventare adulti.

Miceti: (vedi funghi).

Microflora fungina: l'intera popolazione fungina che colonizza un determinato ambiente.

Muta o ecdisi: è il processo in virtù del quale un insetto in fase di crescita, può periodicamente liberarsi della propria cuticola per sostituirla con una di nuova formazione; durante la muta altri cambiamenti possono aver luogo nella struttura morfologica degli organi.

Optimum temperatura, umidità: tra i valori termici ed igrometrici, compatibili con la vita di una specie, quelli che sono più favorevoli al suo sviluppo.

Ordine: (vedi annesso 1).

Organismi simbiotici: (vedi simbiosi).

Pasta meccanica: ottenuta dallo sfibramento del legno, serve per ottenere carte di qualità scadente (carte da stampa ecc.).

pH: una misura del grado di acidità (pH al di sotto di 7) o alcalinità (pH al di sopra di 7) di una soluzione. L'acqua pura ha un pH neutro (7.0).

pH (della carta o del cartone): pH impartito dalla carta o dal cartone all'acqua con cui viene in contatto. Si fa distinzione solitamente tra:

- a) pH dell'estratto acquoso: pH assunto dall'estratto acquoso dell'intera provetta in determinate condizioni di prova;
- b) pH superficiale: pH assunto dalla superficie inumidita con alcune gocce di acqua.

Pigmenti batterici e fungini: prodotti del metabolismo microbico.

Polimeri: composti chimici costituiti da catene di molecole formate dalla ripetizione di una molecola semplice, il *monomero*.

Il numero di monomeri che si ripete viene indicato come *grado di polimerizzazione*.

Rosume: miscela di frammenti di materiali erosi e di escrementi.

Simbiosi: due organismi che vivono insieme e ciascuno trae beneficio dalla relazione.

Specie: (vedi annesso 1).

Spora: minuto corpo resistente, avente una parete spessa, che si forma all'interno della cellula batterica ed è considerato uno stadio incistato o resistente. Elemento mono o pluricellulare derivante dalla riproduzione asessuale o sessuale dei funghi.

Sviluppo embrionale: (vedi embrione).

Sterilizzazione: l'uso di procedure fisiche e chimiche per la distruzione di tutte le forme di vita microbica.

Umidità relativa: l'umidità relativa (U. R.) di un certo volume di aria ad una certa temperatura è il rapporto tra l'umidità assoluta (quella contenuta nell'aria) e la saturazione (l'umidità che l'aria al massimo potrebbe contenere).

Vacuum drying: asciugamento con il vuoto.

Vacuum freeze-drying: (vedi liofilizzazione).

Bibliografia

1. INSETTI

- Agostini, G., Mian, E.U., Loi, G. (1979). *Manifestazioni cutanee provocate da psocoteri* (Insecta, Psocoptera). *Frustula Entomologica nuova serie* 2, 15, pp. 133-138.
- Agrawal, O.P., Dhawan, S. (1985). *Control of Biodeterioration in Museums*, Technical Note 2. Government of India, Department of Culture, National Research Laboratory for Conservation of Cultural Property, Lucknow, 16pp.
- Becker G. (1977). *Ecology and Physiology of Wood Destroying Coleoptera in Structural Timber*. *Material und Organismen* 12, 2, pp. 141-160.
- Bravery, A.F., Berry, R.W., Carey, J.K., Cooper, D.E. (1987). *Recognising Wood Rot and Insect Damage in Buildings*. Building Res. Establishment, Princes Risborough, Aylesbury, 119 pp.
- Busvine, J.R. (1980). *Insects and Hygiene*. Chapman and Hall, London, New York, 568 pp.
- Cornwell, P.B. (1968). *The Cockroach*. The Rentokil Library, Hutchinson, London, 391 pp.
- Cymorek, S. (1982). *Schadinsekten in Kunstwerken und Antiquitäten aus Holz in Europa*. Symposium 1982 Holzschutz, Forschung und Praxis-Holz-Zentralblatt, DRW-Verlag, Leinfelden - Echterdingen e Desowag Bayer-Holzschutz, Düsseldorf, pp. 37-56.
- Dvoriachina, Z.P. (1974). *Certains traits de la biologie des insectes nuisibles aux matériaux des bibliothèques*. Archives et Bibliothèques de Belgique, numéro spécial 12, pp. 77-89.
- Edwards, S. R., Bell B.M., King, M.E. (1981). *Pest Control in Museums: a Status Report*. Association of Systematic Collections, Museums of Natural History The University of Kansas, Lawrence, 177 pp.
- Edwards, R., Mill, A.E. (1986). *Termites in Buildings*. The Rentokil Library, East Grinstead, W. Sussex, 261 pp.
- Flieder, F. (1969). *La conservation des documents graphiques*. Eyrolles, Paris, 288 pp.
- Gallo, F., Gallo P. (1966) . *Bücherfeindliche Insekten und Mikroorganismen*. *Papier Geschichte* 16, 3/4, pp. 143-190; ed. Giapponese: Japanese Association of Museums, (1972), 66 pp.
- Gallo F., Marconi, C., Montanari, M. (1986). *Le alterazioni biologiche dei supporti scrittori*, pp. 29-52 in: "Scripta Volant" Il biodeterioramento dei beni culturali: libri, documenti, opere grafiche. Edizioni Analisi Trend, Bologna.
- Gambetta, A. (1983). *Biodegradamento e trattamento dei manufatti*, pp. 91-101 in: "Legno nel restauro e restauro del legno", Atti del Congresso Nazionale Associazione Ingegneri e Architetti Italiani, Firenze 30/11-3/12/83, Palutan Editore, Milano.

- Graf, E. (1982). *Lyctides en Suisse*. L'industriel sur bois **60**, 11, pp. 27-34.
- Hickin, N. (1963). *The Insect Factor in Wood Decay*. Hutchinson, London, 336 pp.
- Hickin, N. (1964). *Household Insect Pests*. The Rentokil Library, Hutchinson, London, 172 pp.
- Hickin, N. (1981). *The Woodworm Problem*. The Rentokil Library, Hutchinson and Co., 123 pp.
- Hickin, N. (1985). *Bookworms. The Insect Pests of Books*. Sheppard Press, London, 176 pp.
- Krishna, K., Weesner, F.M. (1969-70). *Biology of Termites*. Vol. I, (1969), 598 pp., vol. II, (1970), 643 pp., Academic Press, London.
- Künhe, H. (1980). *Entwicklung Einiger Lyctidae und Bostrychidae-Arten in Abhängigkeit von Nahrung, Temperatur und Luftfeuchte*, pp. 71-78 in: Oxley T.A., Becker G., Allsopp D., "Biodeterioration" Proc. Fourth Intern. Symposium Berlin, Pitman London.
- Lepesme, P. (1944). *Les Coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés*. P. Lechevalier, Paris, 334 pp.
- Mariani, M. (1952). *Su di un piccolo imenottero aculeato che punge l'uomo: Scleroderma domesticum Latr.* (Hymenoptera-Bethylidae). *Rivista di parassitologia* **13**, 2, pp. 189-191.
- Parker, T.A. (1987). *Integrated Pest Management for Libraries*, pp.103-123 in: 2° vol., "Preservation of Library Materials", IFLA PAC publ. 41, Saur K.G., London, New York, Paris.
- Schippers-Lammertse, A.F. (1988). *Wann Droht Insekten - und Schimmelbefall?* *Re-stauro* **1**, pp. 44-49.
- Sèrment, M. (1976). *Le capricorne des maisons*. Cahiers du Centre Technique du Bois-Série I Ennemis du bois et protection **103**, Paris, 48 pp.
- Serment, M.M., Maffre, M.M. (1980). *Les lyctus*. Centre Technique du Bois, 4 pp.
- Story, K.O. (1985). *Approaches to Pest Management in Museums*. Smithsonian Institution, Suitland, Maryland, 165 pp.
- Toskina, I.N. (1978). *Wood Pests in Articles and Structures and Pest Control in Museums*. ICOM Committee for Conservation - 5th Triennial Meeting, Zagreb, 13/2, 10 pp.
- Tremblay, E. (1983-85). *Entomologia applicata*. Vol. I (1985), 203 pp., vol. II parte I (1983), 310 pp, Liguori Editore, Napoli.
- Veca, E. (1989). *L'entomofauna negli archivi*, pp.121-126 in: "Le scienze applicate nella salvaguardia e nella riproduzione degli archivi", Quaderni della Rassegna degli Archivi di Stato **56**.
- Williams, M.C. (1977). *The Ecology and Physiology of Structural Wood Destroying*

Isoptera. Material und Organismen **12**, 2, pp. 111-140.

2. MICRORGANISMI

Altibrandi, M.G., Sclocchi, M.C. (1989). *La microbiologia negli archivi*, pp. 107-119 in: "Le scienze applicate nella salvaguardia e nella riproduzione degli archivi", Quaderni della Rassegna degli Archivi di Stato **56**.

Arai, H. (1984). *Microbiological Studies on the Conservation of Paper and Related Cultural Properties - (part 1) Isolation of Fungi from the Foxing on Paper*. Science for Conservation **23**, pp. 33-39.

Arai, H. (1987a). *On the Foxing Causing Fungi*. Preprints ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, Sidney, pp. 1165-1167.

Arai, H. (1987b). *Microbiological Studies on the Conservation of Paper and Related Cultural Properties - (part 5) Physiological and Morphological Characteristics of Fungi Isolated from Foxing, Foxing Formation, Mechanism and Countermeasures*. Science for Conservation **26**, pp. 43-52.

Arai, H., Matsui, N., Matsumura, N., Murakita, H. (1988). *Biochemical Investigations on the Formation Mechanism of Foxing*. The Conservation of Far Eastern Art, IIC Preprints of Kyoto Congress 19-23 September 1988, pp. 11-12.

Beckwith, T.D., Swanson, L.H., Iiams, T.M. (1940). *Deterioration of Paper: the Cause and Effect of Foxing*. Biological Science **1**, pp. 299-356.

Belyakova, L.A. (1964). *The Mold Species and their Injurious Effect on Various Book Materials*, pp. 183-194 in: "Collections of Materials on the Preservation of Library Resources", Oldbourne Press, London.

Cain, E., Miller, B.A. (1982). *Photographic, Spectral and Chromatographic Searches into the Nature of Foxing*. Preprints, American Institute for Conservation 10th Annual Meeting, Milwaukee, pp. 54-62.

Carter, I. (1984). *Iron Stains on Textiles: a Study to Determine their Nature and to Evaluate Current Treatments*. Preprints ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen, pp. 9-14.

Czerwinska, E. Kowalik, R. (1979). *Microbiodeterioration of Audiovisual Collections. Part I - Protection of Audiovisual Records against Destructive Microflora; Part II - Microbial Problems in Photographic Print Collections*. Restaurator **3**, pp. 63-80.

Ewald, G. (1966). *Mikroorganismen als Schädlinge in Bibliotheken und Archiven*. Bibliothek und Wissenschaft **3**, pp. 13-112.

Gallo, F. (1990). *Microrganismi, insetti e materiali fotografici*. Archivio Fotografico Toscano, VI, n. 11, pp. 4-10.

Gallo, F., Gallo, P. (1966). Vedi bibliografia paragrafo 1.

Gallo, F., Hey, M. (1988). *Foxing: a Different Approach*. Paper Conservator **12**, pp. 101-102.

- Gallo, F., Hey, M., Pasquariello, G., Onofri, S. (1987). *Foxing an Ongoing Enquiry*. Presentato al 7th International Biodeterioration Symposium, Cambridge.
- Gallo, F., Marconi, C., Montanari, M. (1986). Vedi bibliografia paragrafo 1.
- Gallo, F., Pasquariello, G. (1989). *Foxing: Ipotesi sull'origine biologica*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **43**, pp. 139-176.
- Gallo, P. (1953). *Considerazioni sui rapporti tra i funghi ospiti della carta e le micosi umane*. Bollettino Istituto di Patologia del Libro **12**, 3-4, pp. 77-89.
- Hey, M. (1982-83). *Foxing un problema da affrontare*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **38**, pp. 73-78.
- Hey, M. (1983). *Foxing: Some Unanswered Questions*. Antiquarian Book Monthly Review **10**, 9, pp. 340-343.
- Hey, M., Capannesi, G., Seccaroni, C., Sedda, A.C. *Foxing - The Probable Explanation*, (in corso di pubblicazione).
- Iiams, T.M., Beckwith, T.D. (1935). *Notes on the Causes and Prevention of Foxing in Books*. Library Quaterly, **5**, Chicago, pp. 407-418.
- Kenjo, T., Arai, H., Suzuki, T. (1987). *Application of Scanning Electron Microscope in the Field of Conservation Science of Cultural Properties II - On the Foxing of Paper*. Jeol News **25E**, 1, pp. 13-17.
- Kowalik, R., (1977). *Paper and Parchment Deteriorating Fungi Pathogenic to Man*. Wolfenbütteler Forschungen Herausgegeben von der Herzog August Bibliothek **1**, pp. 85-90.
- Kowalik, R. (1980). *Microbiodeterioration of Library Materials*. Restaurator **4**, pp. 99-114; **4**, pp. 135-219.
- Kowalik, R. Sadurska, I. (1956). *Microorganisms Destroying Paper, Leather and Wax Seals in the Air of Archives*. Acta Microbiologica Polonica **5**, 1-2, pp. 277-284.
- Kowalik, R., Sadurska, I. (1973). *Microflora of Papyrus from Samples of Cairo Museums*. Studies in Conservation **18**, pp. 1-24.
- Meynell, G., Newsam, R. (1979). *Foxed Paper and its Problems*. New Scientist, p. 567.
- Nol, L., Henis, Y., Kenneth, R.G. (1983). *Biological Factors on Foxing in Postage Stamp Papers*. International Biodeterioration Bulletin **19**, 1, pp. 19-25.
- Nyuksha, J.P. (1956). *Mycoflora of Books and Paper* (in Russian). Botanicheskij Zhurnal **41**, 6, pp. 797-809.
- Nyuksha, J.P. (1974a). *Paper-Inhabiting Fungi* (in Russian). Mycologiya i Phytopatologiya **8**, n. 4, pp. 306-311.
- Nyuksha, J.P. (1974b). *Developing Communities of Paper-Inhabiting Fungi* (in Russian). Mycologiya i Phytopatologiya **8**, n. 6, pp. 478-482.
- Nyuksha, J.P., Kossior, L.A. (1976). *Fermentating Activity of Paper-Decomposing Fungi* (in Russian). Mycologiya i Phytopatologiya **10**, n. 3, pp. 185-190.

Nyuksha, J.P. (1983). *Some Special Cases of Biological Deterioration of Books*. Restaurator 5, pp. 177-182.

Ohtsuki, T. (1985). *Studies on Fungally - induced Deterioration of Cultural Properties - 2. Moisture Conditions of a Fungus Isolated from Foxing*. Transactions of the Mycological Society of Japan 26, 1, pp. 81-88.

Pantke, M., Kerner Gang, W. (1988). *Hygiene am Arbeitsplatz. Bakterien und Schimmelpilze*. Restauro 1, pp. 50-55.

Press, R.E. (1976). *Observation on the Foxing of Paper*. International Biodeterioration Bulletin 12, 1, pp. 27-30.

Siu, R.G.H. (1951). *Microbial Decomposition of Cellulose*. Reinhold Publ. Corp., New York, 531 pp.

Staib, F. (1980). *Deteriorating Material as a Possible Source of Fungi Pathogenic to Man: Aspergillus fumigatus as an Example*, pp. 341-343 in: Oxley, T.A., Allsopp D., Becker G., "Biodeterioration Proceedings of the Fourth International Symposium, Berlin", Pitman Publ. London and The Biodeterioration Society.

3. RODITORI

Bennett, G.W., Owens, J.M., Corrigan, R.M. (1988). *Truman's Scientific Guide to Pest Control Operations*. Purdue University, Edgell Communications Project, Indiana, 495 pp.

Marinucci, G. (1989). *Il problema murino negli archivi*, pp. 127-133 in: "Le scienze applicate nella salvaguardia e nella riproduzione degli archivi", Quaderni della Rassegna degli Archivi di Stato 56.

Meehan, A.P. (1984). *Rats and Mice. Their Biology and Control*. The Rentokil Library, East Grinstead, 381 pp.

Parker, T.A. (1987). Vedi Bibliografia paragrafo 2.

4. CAUSE FAVORENTI I PROCESSI DI BIODETERIORAMENTO DEI MATERIALI LIBRARI

Allsopp, D., Seal, K.J. (1986). *Introduction to Biodeterioration*. Edward Arnold Publ., London, 136 pp.

Allsopp, C., Allsopp, D. (1983). *An Update Survey of Commercial Products to Protect Materials Against Biodeterioration*. International Biodeterioration Bulletin 19, 3/4, pp. 99-144.

Ayerst, G. (1966). *The Influence of Physical Factors on Deterioration by Moulds*, pp. 14-20 in: "Microbiological Deterioration in The Tropics". Society of Chemical Industry, Monograph n. 23, London.

Becker, G. (1977). *Ecology and Physiology of Wood Destroying Coleoptera in Structural Timber*. Material und Organismen 12, 2, pp. 141-160.

Becker, H., Gross, H. (1974). *Über die Widerstandsfähigkeit Makromolekulares Werkstoffe Gegen Microbiellen Angriff (Ein Übersichtsbericht)*. Material und Organismen **9**, 2, pp. 81-131.

Belyakova, L.A. (1964). *The Mold Species and Their Injurious Effect on Various Book Materials*, pp. 183-194 in: "Collections of Materials on the Preservation of Library Resources", Oldbourne Press, London.

Brokerhof, A.W. (1989). *Control of Fungi and Insects in Objects and Collections of Cultural Value*. Central Research Laboratory for Objects of Art and Science, Amsterdam, 77 pp.

Cowling, E.B. (1963). *Structural Features of Cellulose that Influence its Susceptibility to Enzymatic Hydrolysis* in: "Advances in Enzymic Hydrolysis of Cellulose and Related Materials", Pergamon Press, Oxford, London.

Daniels, V., Boyd, B. (1986). *The Yellowing of Thymol in the Display of Prints*. Studies in Conservation **31**, pp. 156-158.

Ewald, G. (1966). *Mikroorganismen als Schädlinge in Bibliotheken und Archiven*. Bibliothek und Wissenschaft **3**, pp. 13-112.

Gallo, F. (1985). *Factors Conductive to the Attack of Biological Agents in Libraries and Archives and Means of Inhibiting such Attacks*. PACT 12 - European Postgraduate Course 2, The Conservation of Library and Archive Property, 1980, pp. 147-160.

Gallo, F. (1989). *Libro e biblioteca: problemi biologici*, pp. 71-99 in: Atti del Convegno "Tutela e conservazione del materiale librario" Torino 26-27 gennaio 1987, Regione Piemonte, Torino.

Gallo, F. (1990). *Biologia e Restauro*, pp. 121-129 in: Atti del Convegno "Conservazione delle opere d'arte su carta e pergamena", Torgiano 14-16 aprile 1988, Ed. Volumina, Perugia.

Gallo, F., Marconi, C., Montanari, M. (1976-77 a). *Indagine sul contenuto microbico dell'aria di alcuni ambienti della Biblioteca Nazionale di Roma*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **34**, pp. 125-126.

Gallo, F., Marconi, C., Montanari, M. (1976-77 b). *Indagine sulla resistenza all'attacco microbico di carte aventi diversa igroscopicità*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **34**, pp. 127-159.

Gallo, F., Marconi, C. (1982-83). *Ricerche sperimentali sulla resistenza agli agenti biologici di materiali impiegati nel restauro dei libri. VII. Saggi su materiali impiegati per la velatura a secco*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **38**, pp. 49-60.

Gallo, F., Marconi, C., Montanari, M. (1989). *Ricerche sperimentali sulla resistenza agli agenti biologici di materiali impiegati nel restauro dei libri. VIII. Saggi sulla resistenza all'attacco microbico di adesivi*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **43**, pp. 105-120.

Gallo, F. Marconi, C., Montanari, M. (1989). *Ricerche sperimentali sulla resistenza agli agenti biologici di materiali impiegati nel restauro dei libri. IX. Saggi su carte giapponesi*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **43**, pp. 121-138.

Gallo, P. (1966). *Considerazioni sul problema della tossicità degli insetticidi*. Bollettino Istituto di Patologia del Libro **25**, III-IV, pp. 179-198.

Gambetta, A. (1980). *Climatizzazione di specie legnose e sviluppo di insetti xilofagi*, pp. 79-84 in: Atti della Giornata di Studio "Camere climatiche ed ambientali nella ricerca applicata", Firenze, maggio 1990.

Gascoigne, J.A., Gascoigne, M.M. (1960). *Biological Degradation of Cellulose*. Butterworths, London, 264 pp.

Health Safety Committee (American Institute for Conservation). (1988). *O-phenyl-phenol to Remain on Toxic Chemical List*. Newsletter **13**, 1, pag. 3.

Kent Kirk, T. (1983). *Degradation and Conversion of Lignocellulose*, pp. 266-295 in: Smith, J.E., Berry, D.R., Kristiansen, B. "The Filamentous Fungi", vol. IV, E. Arnold Publ., London.

Kerner-Gang, W. (1980). *Measures to Control Microorganisms on Archival Materials*, pp. 9-14 in: Oxley, T.A., Becker, G., Allsopp, D., "Biodeterioration" Proceedings of the Fourth Symposium Berlin, Pitman, London.

Klausmeier, R.E., Andrews, C.C. (1981). *Plastics*, pp. 431-474 in: Rose, A.H., "Microbial Biodeterioration", Academic Press, London.

Kowalik, R. (1969). *Some Problems of Microbiological Deterioration of Paper*. Annali della Scuola Speciale per Archivisti e Bibliotecari dell'Università di Roma **9**, 1-2, pp. 61-80.

Kowalik, R. (1980). Vedi Bibliografia paragrafo 2.

Kowalik, R. (1984). *Microbiodeterioration of Library Materials. Part 2 - Microdecomposition of Auxiliary Materials*, cap. 5-9. Restaurator **6**, pp. 61-115.

Kowalik, R., Sadurska, I. (1956). Vedi Bibliografia paragrafo 2.

Kowalik, R., Sarduska, I., Czerwiska, E. (1962). *Microbiological Deterioration of Old Books and Manuscripts-Remedies*. Bollettino Istituto di Patologia del Libro **21**, 3-4, pp. 116-151.

MacLachlan, J., Heap, W.M., Pacitti, J. (1966). *Attack of Bacteria and Fungi on Rubbers and Plastics in The Tropics*, pp. 185-200 in: "Microbiological Deterioration in The Tropics", Monograph n. 23, Society of Chemical Industry.

Malik, K.A., Eggins, H.O.W. (1970). *A Perfusion Technique to Study the Fungal Ecology of Cellulose Deterioration*. Transactions of the British Mycological Society **54**, 2, pp. 289-301.

Marconi, C., Pasquariello, G., Valenti, P. (1986). *Lo sviluppo di miceti cellulolitici in relazione al pH: indagine su due tipi di carta*. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **40**, pp. 125-144.

- McCleary, M. (1987). *Secado por congelación al vacío método para salvar materiales de archivos y bibliotecas dañados por el agua*. UNESCO, Paris, 110 pp.
- Miura, S. (1978). *Characters of the Wooden Box for Conserving Picture Scrolls with Regard to Temperature and Humidity*. International Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property - Conservation of Wood, Tokyo, 24-28 november 1977, pp. 165-174.
- Montanari, M. (1989). *Valutazione della resistenza agli agenti microbici* in "Scelta di un materiale per il restauro: il cuoio", a cura di M.C. Berardi. Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro **43**, pp. 222-233.
- Nyuksha, J.P. (1963). *Some Properties of Paper Restored with the Help of Synthetic Polymers. Part I. Resistance to Fungi* (in Russian). Osokharenenii Bumagi, Proizvedenii Pechati i Zukopisei, Saltykovskhedrin State Public Library, Leningrad, pp. 5-42.
- Nyuksha, J.P. (1974). *The Biological Principles in the Conservation of Bibliographical Heritage* (in Russian). Mycologiya i Phytopathologiya **8**, pp. 44-59.
- Nyuksha, J.P. (1975). *Formation on Fungi Communities which damage Paper* (in Russian). Teorja i Praktica Sokranenija Knig v Biblioteka Vyp **7**, pp. 44-59.
- Nyuksha, J.P. (1979). *Biological Principles of Book Keeping Conditions*. Restaurator **3**, pp. 101-108.
- Nyuksha, J.P. (1983). Vedi Bibliografia Paragrafo 2.
- Pantke, M. (1973). *Der Sauerstoffverbrauch von Schimmelpilzen als Mass für die Abbaubarkeit von Weich-PVC und dessen Bestandteilen*. Material und Organismen **8**, 4, pp. 249-266.
- Pankte, M., Kerner Gang, W. (1988). Vedi Bibliografia paragrafo 2.
- Parker, T.A. (1987). Vedi Bibliografia paragrafo 1.
- Paulus, W., Genth, H. (1983). *Microbiocidal Phenolic Compounds. A Critical Examination*, pp. 701-716 in: Oxley T.A., Barry S., "Biodeterioration 5", Wiley J., Chichester.
- Pasquariello, G. (1990). *L'aerobiologia nel controllo ambientale: indagine dell'aeromicroflora in un ambiente museale*, pp. 130-135 in: Atti del Convegno "Conservazione delle opere d'arte su carta e pergamena", Torgiano 14-16 aprile 1988, Ed. Volumnia, Perugia.
- Privalov, V.F. (1974). *Particularités de transfert d'humidité documents - milieu dans les magasins d'archives de différents types*. Archives et Bibliothèques de Belgique **12**, Bruxelles, pp. 255-266.
- Rosenberg, S.L. (1975). *Temperature and pH Optima for 21 Species of Thermophilic and Termotolerant Fungi*. Canadian Journal Microbiology **21**, pp. 1535-1541.
- Santucci, L. (1968). *Resistenza e stabilità della carta. VII. Trattamento con composti fungicidi*. Bollettino Istituto di Patologia del Libro **27**, 3/4, pp. 207-224.

Sharpell, F.H. (1982). *Microbial Contamination and Preservation of Adhesives*, pp. 23-27 in: "Adhesive Age 25".

Strassberg, R. (1978). *The Use of Fumigants in Archival Repositories*. *American Archivist* 41, 1, pp. 25-36.

Thomson, G. (1986). *The Museum Environment*. Butterworths, London, 308 pp.

Turner, J.N. (1967). *The Microbiology of Fabricated Materials*. J. and A. Churchill, London, 296 pp.

Valenti, P. *Indagine sugli effetti del congelamento su alcuni miceti carticoli*, (in corso di pubblicazione).

Zagulyaeva, Z.A. (1968). *Biological Stability of Papers of Various Compositions*, pp. 32-53 in: D.M. Flyate "Preservation of Documents and Papers", Academy of Science of URSS.

5. INTERVENTI IN BIBLIOTECHE IN CUI SI SONO VERIFICATE INFEZIONI E/O INFESTAZIONI

Anonimo. (1988). *Vikane Holds Potential as a Museum Fumigant*. The Getty Conservation Institute, Newsletter III, n. 1.

Arai, H., Mori, H. (1975). *Biodeterioration of Books and Their Pest Controls in Japan*. *Science for Conservation* 14, pp. 33-44.

Baker, M., Burgess, H.D., Binnie, N.E., Derrick, M.R., Druzik, J.R. (1990). *Laboratory Investigation on the Fumigant Vikane*. ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting Dresden 26-31 August 1990, II pp. 804-811.

Barton, J.P., Wellheiser, J.G. (1985). *An Ounce of Prevention. A Handbook on Disaster Contingency Planning for Archives, Libraries and Record Centres*. Area Archivists Group Education, Foundation Toronto, 190 pp.

Baur, F.J. (1985). *Insect Management for Food Storage and Processing*. American Association of Cereals Chemists, St. Paul Minnesota, 384 pp..

Bennet, G.W., Owens, J.M., Corrigan, R.M. (1988). Vedi Bibliografia paragrafo 3.

Berry, R.W. (1983). *Recent Developments in the Remedial Treatment of Wood-boring Insect Infestations*, pp. 154-165 in: Oxley T.A., Barry S., "Biodeterioration 5", John Wiley, New York.

Bonetti, M., Gallo, F., Magaudda, G., Marconi, C., Montanari, M. (1979). *Essais sur l'utilisation des rayons gamma pour la stérilisation des matériaux libraires*. *Studies in Conservation* 24, pp. 59-68.

Brezner, J. (1988). *Protecting Books from Living Pests*, pp. 65-68, in: "TAPPI Proceedings, Paper Preservation Symposium", TAPPI Press.

Brokerhof, J. (1989). *Control of Fungi and Insects in Objects and Collections of Cultural Value*. Central Research Laboratory for Objects of Art and Science, Amsterdam, 77 pp.

Buterfield, F.J. (1987). *The Potential Long-term Effects of Gamma Irradiation on Paper*. *Studies in Conservation* 32, pp. 181-191.

Calvini, P., Santucci, L. (1978-79). *Alcuni dati sugli effetti dell'irradiazione gamma sulla carta*. *Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro* 35, pp. 55-61.

Caputo, R.A., Odlang, T.E. (1986). *Sterilizzazione con ossido di etilene o altri gas*, cap. 11, pp. 209-228 in: Block S.S., "Disinfezione e disinfestazione", vol. I, Ed. Cortina, Verona.

Chahine, C., Vilmont, L. (1984). *L'assèchement du cuir par lyophilisation*. ICOM, Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen, 14, pp. 22-23.

Chamberlain, W.R. (1987). *A New Approach to Treating Fungus in Small Libraries*, pp. 323-327 in: Llewellyn G.C., O' Rear C.E. "Biodeterioration Research 1", Plenum Press, New York, London.

Chappas, W.J., Mc Call, N. (1986). *The Use of Ionizing Radiation in Disinfestation of Archival and Manuscripts Materials*, pp. 370-373 in: "Biodeterioration 6", Proceedings of the Sixth International Biodeterioration Symposium, - C.A.B. International Mycological Institute.

Cornwell, P.B. (1976). *The Cockroach*. Vol. II, *Insecticide and Cockroach Control*, The Rentokil Library, London, 557 pp.

Dawson, J.E. (1986). *Effects of Pesticides on Museum Materials: A Preliminary Report*, pp. 350-354 in: "Biodeterioration 6", Proceedings of the Sixth International Biodeterioration Symposium - C.A.B. International Mycological Institute.

Edwards, S.R., Bell, B.M., King, M.E. (1981). Vedi Bibliografia paragrafo 1.

Edwards, R., Mill, A.E. (1986). Vedi Bibliografia paragrafo 1.

Fischer, D. (1977). *Simulation of Flood for Preparing Reproducible Water-damaged Books and Evaluation of Traditional and New Drying Processes*, pp. 105-123 in: "Preservation of Paper and Textiles of Historic and Artistic Value", *Advances in Chemistry Series 164*, American Chemical Society, Washington.

Flieder, F., Leclerc, C., Chahine, C. (1978). *Effet de la lyophilisation sur le comportement mécanique et chimique du papier, du cuir et du parchemin* Comité pour la Conservation de l'ICOM, 5ème Réunion Triennale, Zagreb, 14/8, 11 pp.

Florian, M.L. (1987). *The Effect on Artifact Materials of the Fumigant Ethylene Oxide and Freezing Used in Insect Control*. ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, The Getty Conservation Institute, Los Angeles pp. 199-208.

Gallo, F. (1975). *Recent Experiments in the Field of Disinfection of Book Materials*. ICOM Committee for Conservation, 4th Triennial Meeting, Venice, 15/7, 21 pp.

Gallo, F. (1984-85). *Disinfezione e disinfestazione: problematiche ed esperienze*. *Bollettino Istituto Centrale per la Patologia del Libro* 39, pp. 75-96.

Gallo, F., Gallo, P. (1978). *Bromuro di metile, ossido di etilene, formaldeide: problemi biologici, tossicologici e problemi correlati al trattamento dei materiali librari*. *Nuovi Annali di Igiene e Microbiologia* 29, 1, pp. 51-82; 29, 2, pp. 131-167.

Gallo, F., Gallo, P. (1988). *Esperienze nel campo della disinfezione e disinfestazione con ossido di etilene*. Seminario di Studi su "La tutela dei documenti di archivio, disinfezione e disinfestazione con ossido di etilene", 31/5/1988, Roma.

Gambetta, A. (1983). Vedi Bibliografia paragrafo 1.

Gibson, J. (1986). *Vacuum Drying at Harwell. Technical Notes*. Paper Conservation News 38, pp. 3-4.

Gilberg, M. (1990). *Inert Atmosphere Disinfestation Using Ageless Oxygen Scavenger*. ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden, 26-31 August 1990, II, pp. 812-816.

Haines, J.H., Kohler, S.A. (1986). *An Evaluation of Ortho-phenylphenol as a Fungicidal Fumigant for Archives and Libraries*. Journal of American International Institute 25, 1, pp. 49-55.

Hickin, N. (1963). *The Insect Factor in Wood Decay*. Hutchinson, London, 336 pp.

Horàková, H., Martinek, F. (1984). *Disinfection of Archives Documents by Ionizing Radiation*. Restaurator 6, pp. 205-216.

Khasawinah, A. (1983). *Termiticides in Building Protection*. Proceedings of a Workshop 22-23 September 1982, Washington, Velsicol Chemical Corporation, Chicago, 173 pp.

Kerner-Gang, W. (1980). Vedi Bibliografia paragrafo 4.

Marinucci, G. (1989). Vedi Bibliografia paragrafo 3.

McCleary, M. (1987). Vedi Bibliografia paragrafo 4.

Meehan, A.P. (1984). Vedi Bibliografia paragrafo 3.

Nesheim, K. (1984). *The Yale Non-toxic Method of Eradicating Bookeating Insects by Deep-freezing*. Restaurator 6, pp. 147-164.

Newton, J. (1990). *Carbon Dioxide Fumigation in a Heated Portable Enclosure*. 5th International Conference on Stored Product Protection (preprint), Bordeaux, September 1990.

Nyuksha, J.P., Gromov, O.A., Pokzorkaja, J.V. (1990). *Mass Processing of Documents for Fungi Contamination Control*. ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden, 26-31 August 1990, II, pp. 478-481.

Parker, T.A. (1987). Vedi Bibliografia paragrafo 1.

Postlethwaite, A.W. (1987). *Fumigation, Choice of Fumigant and Design of Facility*. ICOM Committee for Conservation, 8th Triennial Meeting, Sydney, III, pp. 1189-1195.

Scorrano, M. (1989). *La Disinfezione e la disinfestazione*, pp. 135-148 in: "Le scienze applicate nella salvaguardia e nella riproduzione degli archivi", Quaderni della Rassegna degli Archivi di Stato 56.

Smith, R.D. (1984). *The Use of Redesigned and Mechanically Modified Commercial Freezers to Dry Water Wetted Books and Exterminate Insects*. *Restaurator* 6, pp. 165-190.

Starling, K. (1984). *The Freeze-drying of Leather Pretreated with Glycerol*. ICOM, Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting, Copenhagen, 14, pp. 18-21.

Strassberg, R. (1978). *The Use of Fumigants in Archival and Repositories*. *American Archivist* 41, 1, pp. 25-36.

Upton, M.S., Pearson, C. (1978). *Disaster Planning and Emergency Treatments in Museums, Art Galleries, Libraries, Archives and Allied Institutions*. The Institute for Conservation of Cultural Material Incorporated, Canberra, 54 pp.

Valentin, N. (1990). *Insect Eradication in Museums and Archives by Oxygen Replacement. A Pilot Project*. ICOM Committee for Conservation, 9th Triennial Meeting, Dresden, 26-31 August 1990, II, pp. 821-823.

World Health Organization - International Agency for Research on Cancer. (1985). *I.A.R.C. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemical to Humans*. I.A.R.C., Lyon, France.

World Health Organization - International Agency for Research on Cancer. (1990). *Il Cancro: cause, frequenza, controllo*, a cura di L. Tomatis, Garzanti Ed.



La pubblicazione del volume è stata resa possibile grazie al contributo di:

C.T.S. S.a.s., Prodotti attrezzature e impianti al servizio del restauro -
Altavilla Vicentina, Vicenza

JAPICO-Drissler, Materiali per il restauro - Francoforte

Ditta Aldo Mezzanotte s.r.l., Forniture per legatori e tappezzieri - Roma

Tipografia G. Mariti & C. snc
Via Vitelleschi, 50 - Tel. 6541736
00193 Roma



