

*Rivista Scientifica*

# *Igiene e Sanità Pubblica*

*fondata nel 1945 da Gaetano Del Vecchio  
già diretta da Gaetano e Vittorio Del Vecchio*



*Custodit vitam qui custodit sanitatem  
Sed prior est sanitas quam sit curatio morbi  
(Flos Medicinae Scholae Salerni)*

---

## **ESTRATTO**

**in formato elettronico autorizzato dagli Autori e dall'Editore**

**Patrizia De Filippis, Francesco Papalia, Anna Spinaci, Maura Coia,  
Oriana Maggi, Riccardo Montacutelli, Augusto Panà**

**Indagine microbiologica  
sulla qualità dell'aria in un edificio pubblico**

---

*Periodico bimestrale*  
**Volume LVII - N. 5 - Settembre / Ottobre 2001**  
**IgSanPubbl - Issn 0019-1639**  
**[www.igiene.org](http://www.igiene.org)**

---

# *Igiene e Sanità Pubblica*

---

Direttore Responsabile  
**Augusto Panà**

Direttore Editoriale  
**Armando Muzzi**

## Comitato Scientifico

Giovanni Berlinguer, Antonio Boccia, Vittorio Carreri, Gaetano M. Fara,  
Giuseppe Giammanco, Antonino Gullotti, Elio Guzzanti, Alessandro Maida,  
Cesare Meloni, Bruno Paccagnella, Gianfranco Tarsitani, Giancarlo Vanini

---

## Redazione

Osservatorio sui Servizi Sanitari  
Cattedra di Igiene e Medicina Preventiva - Facoltà di Medicina e Chirurgia  
Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Caporedattore  
Giuseppe Cananzi

Coordinatore  
Natalia Buzzi

## Gruppo di Lavoro

Graziella Rocca, Anna Borgioli, Alessia Restifo, Laura Ricciardi, Deborah Scanzani

Segreteria di Redazione  
Simone Arati

Impaginazione e Grafica  
Nebo Ricerche PA

Traduzioni a cura di  
Henrike Berg, Ilaria Restifo

---

## Hanno collaborato a questo numero

G. Aloj, R. Antonioletti, A. Barbato, C. Bava, A. Boccia, S. Censini, P. Cerruti, M. Cesario, M. Coia,  
G. Damiani, P. De Filippis, U. Del Prete, F. Dettori, M.E. Donna, P. Dresco, F. Fabiano, G. Fabiano,  
P. Iodice, D. Lagravinese, R. Leo, A. Lillo, A. Loiodice, O. Maggi, V. Martucci, M. McKee,  
R. Montacutelli, M. Muto, F. Oleari, A. Oliviero, F. Papalia, D. Passerini, C. Petrulli, P. Piscopo,  
M. Poppi, P. Prola, C. Ravandoni, G. Ricciardi, R. Rigamonti, M. Salamana, L. Serra, A. Spinaci,  
A. Tomasi, S.M. Tosi, M. Valenti, P. Zaninetti

---

## Garanzia di riservatezza

Il trattamento dei dati personali che riguardano Autori e Abbonati viene svolto nel rispetto di quanto stabilito dalla Legge n. 675 del 1996 sulla Tutela dei dati personali. I dati non saranno comunicati o diffusi a terzi e per essi l'Autore o l'Abbonato potrà richiedere, in qualsiasi momento, la modifica o la cancellazione, scrivendo all'Editore.

---

Igiene e Sanità Pubblica - Periodico bimestrale a carattere scientifico - Reg. Trib. di Roma n. 4198 del 19.10.1954

Proprietà artistica e letteraria riservata

Realizzato con il contributo dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Associato all'Unione Stampa Periodica Italiana - USPI

Accreditato SItI - Società Italiana di Igiene, Medicina Preventiva e Sanità Pubblica

---

---

## ***Indagine microbiologica sulla qualità dell'aria in un edificio pubblico***

Patrizia De Filippis<sup>(1)</sup>, Francesco Papalia<sup>(1)</sup>, Anna Spinaci<sup>(1)</sup>,  
Maura Coia<sup>(1)</sup>, Oriana Maggi<sup>(2)</sup>, Riccardo Montacutelli<sup>(3)</sup>, Augusto Panà<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Cattedra di Igiene, Dipartimento di Sanità Pubblica  
Università degli Studi "Tor Vergata", Roma

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi "La Sapienza", Roma

<sup>(3)</sup> Istituto di Igiene "Sanarelli", Università degli Studi "La Sapienza", Roma

---

*Parole chiave: Legionella; Indoor; Condizionatori.*

*Keywords: Legionella; Indoor; Conditioners.*

---

### **Riassunto**

In questo lavoro è stata condotta un'indagine microbiologica sull'aria indoor di un edificio pubblico composto da 52 ambienti. I risultati delle analisi effettuate, valutati sulla base di criteri derivati dalla letteratura internazionale, indicano che la concentrazione della Carica Microbica Totale è risultata compresa tra 101 e 500 UFC/m<sup>3</sup> in più della metà degli ambienti esaminati. I coliformi sono stati rinvenuti solo in due ambienti, le Legionelle in nessun campione. Gli Stafilococchi sono stati ritrovati in un terzo degli ambienti controllati; poco rilevante la presenza dello *S. aureus*. Le specie di Lieviti e Microfunghi rinvenute sono rappresentate da comuni saprofiti alcuni dei quali potenzialmente patogeni per l'uomo; le loro concentrazioni denotano una qualità dell'aria buona nella maggioranza degli ambienti. Un controllo scrupoloso delle condizioni igieniche degli impianti viene auspicato per limitare la presenza microbica nelle cabine e conseguentemente negli ambienti serviti dal condizionatore.

### **Summary – Microbiological Survey about the air quality in a public building**

The authors have carried out a microbiological survey analyzing the indoor air inside a public building of 52 different areas. The results, being based on international criteria, have shown a Total Microbial Load concentration ranging from 100 to 500 UFC/m<sup>3</sup> in more than half the areas examined. Only in two areas were coliforms found, whereas Legionella weren't found in any samples. The Staphylococcus was detected in a third of the areas examined and *S.Aureus* concentration was unimportant. The species of Leavens and microfunghi analyzed concern common saprophytes, some of which are potential pathogens for the human beings; their concentration show a good air quality in most of the areas. It is advisable to monitor carefully the hygienic conditions within the various plants so as to limit the microbial concentration in the cabins and the areas with air conditioning.

### **Resumé – Etude microbiologique sur la qualité de l'air dans un bâtiment public**

Les auteurs ont mené une étude microbiologique sur l'air d'un bâtiment public composé de 52 pièces. Les résultats ont montré une Charge Microbienne Totale s'élevant entre 100 et 500 UFC/m<sup>3</sup> dans plus que la moitié des pièces à l'étude. Les Colidés ont été dépistés seulement dans deux pièces, tandis que les Legionelles n'ont pas été décelées. Les Staphylocoques ont été décelés dans 1/3 des pièces à l'étude et la concentration du *S.Aureus* a été peu importante. Les espèces de

Levain et de Microfungus concernent les saprophytes communs, certains desquels sont des pathogènes potentiels pour l'être humains ; leur concentration montre une bonne qualité de l'air dans la plupart des pièces. Il est souhaitable de contrôler attentivement les conditions hygiéniques dans les installations afin de limiter la concentration microbienne dans les cabines et les pièces avec l'air conditionné.

**Zusammenfassung - Mikrobiologische Luftqualitätsuntersuchung eines öffentlichen Gebäudes**  
In einem der Öffentlichkeit zugänglichen Gebäude mit 52 Räumen wurde eine mikrobiologische Untersuchung der Innenluft durchgeführt. Die Ergebnisse der Analysen, mit Hilfe der Kriterien internationaler Literatur ausgewertet, zeigten eine Konzentration der Gesamtmikrobenwerte zwischen 101 und 500 UFC/m<sup>3</sup> in mehr als der Hälfte der untersuchten Räume. Colibakterien wurden nur in zwei Räumen gefunden, Legionella in keinem. Staphylokokkus konnten in einem Drittel der Räume nachgewiesen werden; die Anwesenheit von *S. aureus* war unerheblich. Hefe- und Mikropilzarten waren durch gemeine Saprophyten vertreten, davon einige von potentieller Pathogenität; die Konzentrationen deuten auf eine gute Luftqualität in den meisten Räumen. Painliche Sauberkeit der hygienischen Verhältnisse der Installationen wären sehr erwünscht um die Mikrobenwerte so niedrig wie nur möglich in den Kabinen und folglich in den von den Klimaanlage bedienten Räumen zu halten.

## Introduzione

L'inquinamento microbiologico dell'aria indoor rappresenta un importante problema di sanità pubblica, in quanto ha riflessi rilevanti per la salute ed il benessere dell'uomo, che negli ambienti confinati trascorre gran parte del suo tempo<sup>(1,2)</sup>. Numerosi agenti biologici, definiti anche bioaereosol, ovvero particelle biologiche aereo-trasportate, possono essere presenti nell'ambiente indoor e causare patologie di natura allergica, infettiva o tossica<sup>(3)</sup>. Tali agenti sono rappresentati da microrganismi (virus, batteri, lieviti, funghi, protozoi), insetti e materiale biologico da essi derivato (acari, aracnidi, squame epidermiche, peli, feci, enzimi) e materiale di origine vegetale (pollini).

Tra i microrganismi molti sono i batteri comunemente rinvenibili nell'aria indoor; tra i più comuni ricordiamo Micrococchi, Streptococchi, *Staphylococcus aureus* ed altri stafilococchi, *Pseudomonas aeruginosa* e *Legionella pneumophila*. Quest'ultima è l'agente responsabile della Malattia del legionario, una delle più note patologie connesse con l'inquinamento microbiologico dell'aria degli ambienti confinati. Come fu dimostrato infatti, in occasione di una epidemia di polmonite acuta (149 casi con 29 decessi in meno di quindici giorni) occorsa nel 1976 tra i partecipanti al convegno dell'American Legion, la fonte del contagio era rappresentata dagli impianti di condizionamento dell'aria; il serbatoio naturale della *Legionella* è l'acqua e non esistono casi di trasmissione interumana<sup>(4,5)</sup>.

I funghi sono presenti nell'ambiente sotto forma di frammenti miceliari e spore, le quali hanno caratteristiche adatte al trasporto aereo (dimensioni comprese tra 0,5 e 50  $\mu\text{m}$  e resistenza agli stress ambientali).

Le spore ed i frammenti delle ife fungine presenti nell'aria indoor possono provocare, frequentemente, reazioni allergiche<sup>(6,7)</sup> o gravi patologie, soprattutto in soggetti immunocompromessi.

I microfunghi che si incontrano più comunemente negli ambienti confinati appartengono ai generi *Aspergillus*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, mentre tra i lieviti ricordiamo *Cryptococcus uniguttulatus*, *Rhodotorula rubra* e *R. minuta*, *Trichosporon beigelii* e *Candida* spp.

Le principali fonti di inquinamento microbiologico dell'aria indoor sono rappresentate dagli occupanti (uomo o animali), dalla polvere, dalle apparecchiature e dagli oggetti contenuti negli ambienti. Il corpo umano dissemina microrganismi attraverso la desquamazione della cute, la fonazione, le secrezioni mucose o sierose dell'apparato respiratorio.

La polvere accumulata costituisce un ecosistema molto complesso, formato da terriccio, microrganismi morti, forfora e squame cutanee, artropodi, secreti ed escreti di animali, che può divenire un ambiente adatto alla crescita di alcuni microrganismi capaci di utilizzare tali materiali<sup>(8)</sup>.

Ogni altro substrato presente in un edificio (legno, carta da parati, tappeti, tappezzeria, materiali isolanti, acqua stagnante, residui alimentari, rifiuti, piante, ecc.), purché contenga acqua a sufficienza, può rappresentare un terreno di coltura per diversi microrganismi.

Gli umidificatori e i condizionatori d'aria rappresentano un'importante fonte di diffusione per i microrganismi<sup>(9)</sup>, in quanto la presenza di acqua e un'inefficiente manutenzione sono fattori favorevoli all'insediamento e alla crescita di numerosi funghi e batteri che poi vengono diffusi nell'aria dall'impianto stesso<sup>(10)</sup>. Tutti i componenti di un impianto possono ospitare microrganismi, ad esempio i filtri, gli scambiatori di calore e gli umidificatori, le condotte di mandata dell'aria ed i sistemi di isolamento dell'impianto<sup>(11)</sup>.

In questo lavoro è stato affrontato dal punto di vista igienico-sanitario il problema della qualità dell'aria in ambienti confinati forniti di impianti di condizionamento, con l'obiettivo di svolgere un'indagine microbiologica per la verifica dell'eventuale presenza di quei microrganismi notoriamente rinvenibili nell'aria indoor.

Le indagini sono state svolte in 52 ambienti di un grande edificio pubblico, rappresentati da uffici, sale riunioni, sala mensa, centralini, bagni e negli impianti di condizionamento. Sono state anche prelevate le acque degli impianti per la ricerca della *Legionella*.

### Materiali e metodi

Per ciascun ambiente sono stati ricercati i seguenti microrganismi:

- carica microbica totale, rappresentata da tutti i microrganismi che crescono a  $36^{\circ}\text{C}\pm 1$ ;
- coliformi totali e fecali, che sono indice di contaminazione ambientale;
- stafilococchi, che sono indice di contaminazione legata all'uomo;
- legionelle, che sono indice di contaminazione legata ai sistemi di condizionamento;
- lieviti e Microfunghi, comunemente presenti in tutti gli ambienti interni ed esterni.

In ogni locale è stato effettuato un unico campionamento per ogni tipologia di microrganismo ricercato, utilizzando un campionatore automatico *Surface Air System*. Tale apparecchiatura aspira un volume di 180 litri di aria/minuto che, passando attraverso una testata dotata di 219 fori, impatta sulla superficie di piastre ( $24\text{ cm}^2$ ) contenenti: *Tryptone Soy Agar*, per la conta batterica totale; *Mannitol Salt Agar*, per la conta degli Stafilococchi; *M Endo Broth*, per la conta dei Coliformi totali; *Legionella CYE Agar Base*, per la conta delle Legionelle; *Rose Bengal Chloramphenicol Agar Base*, per la conta dei Lieviti; *Czapek Agar*, per la conta dei microfunghi.

Il numero dei microrganismi è espresso in Unità Formanti Colonie/ $\text{m}^3$  (UFC/ $\text{m}^3$ ) di aria.

Le piastre sono state poi incubate a  $22^{\circ}\text{C}$  quelle relative ai microfunghi ed ai Lieviti, a  $37^{\circ}\text{C}$  quelle per la carica batterica totale, per gli Stafilococchi, per i Coliformi e per le Legionelle.

Le colonie sospette cresciute sulle piastre sono state prelevate e subtrapiantate in tubi contenenti i terreni specifici e nuovamente incubate, per essere poi identificate con altri metodi. Per gli Stafilococchi sono stati allestiti preparati microscopici colorati con il metodo di Gram e tutte le colonie Gram positive sono state sottoposte a prove biochimiche o a test di agglutinazione per la tipizzazione. Anche per

le Legionelle, dopo colorazione di Gram e identificazione di colonie debolmente Gram negative, sono stati effettuati test di agglutinazione per la conferma. Per i Lieviti sono stati allestiti preparati microscopici colorati con safranina e test di agglutinazione per la tipizzazione. I microfunghi sono stati determinati con osservazione al microscopio ottico.

Nell'impianto di condizionamento i prelievi dei campioni sono stati effettuati prima e dopo il passaggio dell'aria attraverso i filtri interni di ogni impianto e sui filtri stessi per contatto su entrambi i lati con il sistema delle piastre a contatto *Rodak contact*.

I campioni di acqua prelevati per la ricerca della *Legionella* sono stati filtrati su apposite membrane di nitrato di cellulosa in grado di trattenere i batteri. Queste membrane sono state poi opportunamente trattate e poste nelle piastre contenenti il terreno specifico per la *Legionella*. Le piastre sono state poste ad incubare a  $36^{\circ}\text{C}\pm 1$  per cinque giorni. Per l'identificazione si è proceduto come sopra.

## Risultati

Nelle tavole 1 e 2 sono riportati i risultati rinvenuti rispettivamente nell'aria delle stanze e degli impianti di condizionamento dell'edificio in relazione alla carica microbica totale e ai diversi microrganismi testati.

I Coliformi sono stati riscontrati soltanto in una stanza dell'edificio ed in un campione degli impianti di condizionamento ed identificati come Coliformi fecali.

Gli Stafilococchi sono risultati presenti in 20 su 52 stanze esaminate, ed in 5 campioni degli impianti di condizionamento. L'intervallo dei risultati è compreso tra 5 e 57 UFC/m<sup>3</sup>. Lo *Staphylococcus aureus* è stato isolato in 12 locali. Le altre specie di *Staphylococcus* sono riportate in tavola 3. Le Legionelle sono risultate assenti in tutti i campioni sia di aria che di acqua.

I Lieviti, anche se in basse concentrazioni, sono stati isolati in 15 stanze ed in 5 campioni degli impianti. Le specie identificate sono riportate in tavola 4.

I microfunghi sono stati rinvenuti in tutte le stanze ed in tutti i campioni degli impianti di condizionamento esaminati; la carica fungina varia da 5 a 270 UFC/m<sup>3</sup> ed è rappresentata da 10 generi e 29 specie, descritte analiticamente nella tavola 5.

I risultati delle analisi sui filtri degli impianti sono riportate nelle tavole 6 e 7.

## Discussione

Allo stato attuale non sono stati ancora definiti criteri significativi che stabiliscano una relazione tra le concentrazioni dei microrganismi aereodispersi e gli effetti sulla salute umana. Infatti non sempre l'esposizione ad un bioaerosol conduce alla malattia, in quanto la possibilità che questa si sviluppi dipende da fattori legati al microrganismo (patogenicità, virulenza, capacità di resistere nell'aria, dose minima infettante) e da fattori propri dell'ospite (susceptibilità, stato del sistema immunitario, ecc.)<sup>(12)</sup>.

Non esistono quindi né protocolli standard per il campionamento e le analisi, né valori limite per l'esposizione lavorativa o ambientale per i vari tipi di contaminanti di origine biologica.

Nella valutazione dei risultati ottenuti in questo lavoro si è fatto riferimento a valori riportati in letteratura ed in alcune linee guida proposte a livello internazionale<sup>(13)</sup>, che possono fornire alcuni criteri orientativi per classificare le concentrazioni totali di unità formanti colonie nell'aria indoor (tavola 8).

Tavola 1 (segue a pag. 505)

Microrganismi rinvenuti nell'aria dei  
52 locali esaminati nella ricerca (in UFC/m<sup>3</sup>)

# = Campione; C.M. = Carica microbica;  
S = Stafilococchi; C = Coliformi; Le = Legionelle;  
Li = Lieviti; M = Microfunghi;  
ass. = assente; n.d. = non determinabile

#	C.M.	S	C	Le	Li	M
n. 1	850	57	ass.	ass.	n.d.	73
n. 2	310	30	ass.	ass.	n.d.	33
n. 3	176	ass.	ass.	ass.	4	113
n. 4	356	ass.	ass.	ass.	n.d.	87
n. 5	373	ass.	ass.	ass.	n.d.	107
n. 6	90	ass.	ass.	ass.	n.d.	30
n. 7	225	ass.	ass.	ass.	n.d.	75
n. 8	195	ass.	ass.	ass.	n.d.	5
n. 9	160	40	ass.	ass.	n.d.	10
n. 10	150	ass.	ass.	ass.	n.d.	15
n. 11	115	ass.	ass.	ass.	4	5
n. 12	115	ass.	ass.	ass.	n.d.	15
n. 13	185	ass.	ass.	ass.	n.d.	15
n. 14	60	ass.	ass.	ass.	n.d.	10
n. 15	65	10	ass.	ass.	n.d.	30
n. 16	120	ass.	ass.	ass.	n.d.	10
n. 17	50	ass.	ass.	ass.	n.d.	30
n. 18	170	45	ass.	ass.	n.d.	60
n. 19	190	ass.	ass.	ass.	4	10
n. 20	285	ass.	ass.	ass.	4	5
n. 21	510	ass.	ass.	ass.	n.d.	5
n. 22	240	ass.	ass.	ass.	n.d.	30
n. 23	160	ass.	ass.	ass.	4	20
n. 24	265	ass.	ass.	ass.	n.d.	15
n. 25	200	ass.	4	ass.	n.d.	15
n. 26	495	30	ass.	ass.	n.d.	25

Facendo riferimento a tali criteri si può notare come la concentrazione della carica microbica totale, espressa in UFC/m<sup>3</sup>, sia risultata, per le stanze, media nel 57,7% dei casi, bassa nel 28,8%, molto bassa nel 9,6%, alta nel 3,9%; per gli impianti è risultata bassa nel 57,1% dei casi, media nel 28,6% ed alta nel 14,3%. Per i singoli microrganismi non esistono criteri simili a quelli sopra riportati per la carica microbica totale.

Per quanto riguarda gli stafilococchi in alcuni locali esaminati sono stati ritrovati lo *St. aureus* e lo *St. epidermidis* che, pur essendo normali ospiti della cute e delle mucose senza provocare malattie, possono essere responsabili di molti disturbi clinici come ascessi, polmoniti, endocarditi, osteomieliti, setticemie e gravi infezioni in

soggetti immunodepressi.

Nella valutazione delle concentrazioni di funghi si è dovuto far riferimento a valori indicativi di qualità ambientale per i funghi recentemente definiti dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1995), che ha stabilito queste correlazioni (tavola 9).

Secondo i criteri riportati nella tavola 9, le concentrazioni di funghi rilevate nell'edificio pubblico denotano una qualità dell'aria buona nel 86,5% dei casi e intermedia nel 13,5% (se si considerano anche gli impianti le percentuali sono rispettivamente 78% e 22%).

Le specie di microfunghi rinvenute sono rappresentate da comuni saprofiti, alcuni

(segue da pag. 504)

#	C.M.	S	C	Le	Li	M
n. 27	160	15	ass.	ass.	7	25
n. 28	160	20	ass.	ass.	n.d.	15
n. 29	45	ass.	ass.	ass.	4	15
n. 30	185	ass.	ass.	ass.	4	95
n. 31	90	ass.	ass.	ass.	n.d.	5
n. 32	60	55	ass.	ass.	n.d.	25
n. 33	145	ass.	ass.	ass.	n.d.	10
n. 34	95	10	ass.	ass.	n.d.	10
n. 35	70	ass.	ass.	ass.	n.d.	5
n. 36	30	15	ass.	ass.	7	5
n. 37	70	ass.	ass.	ass.	4	10
n. 38	105	10	ass.	ass.	7	10
n. 39	65	ass.	ass.	ass.	4	270
n. 40	20	10	ass.	ass.	n.d.	105
n. 41	50	ass.	ass.	ass.	n.d.	50
n. 42	60	5	ass.	ass.	n.d.	70
n. 43	150	15	ass.	ass.	n.d.	85
n. 44	100	5	ass.	ass.	7	35
n. 45	95	ass.	ass.	ass.	n.d.	15
n. 46	240	10	ass.	ass.	4	10
n. 47	35	5	ass.	ass.	n.d.	15
n. 48	145	ass.	ass.	ass.	n.d.	145
n. 49	95	ass.	ass.	ass.	4	125
n. 50	105	10	ass.	ass.	n.d.	160
n. 51	70	ass.	ass.	ass.	n.d.	60
n. 52	45	10	ass.	ass.	n.d.	45

dei quali potenzialmente patogeni per l'uomo; in alcuni ambienti sono state ritrovate singole specie, in altri più specie associate. Ad esempio sono state rinvenute le specie appartenenti al genere *Aspergillus*, note per provocare aspergillosi bronchiali o polmonari ed aspergillosi sistemiche (*A. flavus*, *A. niger*), oppure otomicosi, infezioni corneali e naso-orbitali (*A. ochraceus*), o infezioni disseminate (*A. ustus*, *A. versicolor*). Inoltre le specie di questo genere sono anche conosciute come produttori di micotossine, anch'esse nocive per la salute umana (aflatossine, ocratossine)<sup>(14)</sup>.

Le spore dei generi *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium* e *Penicillium* sono note soprattutto come possibili allergeni per l'uomo, ma sono responsabili anche di endoftalmiti, cheratiti ed infezioni del tratto urinario. Esse sono molto comuni nell'aria outdoor e spesso è possibile rilevarle nell'aria indoor in concentrazioni

Tavola 2

Microrganismi rinvenuti nell'aria degli impianti di condizionamento (in UFC/m<sup>3</sup>)

Campione	Carica microbica	Stafilococchi	Coliformi	Legionelle	Lieviti	Microfunghi
Nord - pre filtrazione	140	ass.	ass.	ass.	4	160
Nord - post filtrazione 1 <sup>(a)</sup>	130	ass.	ass.	ass.	24	150
Nord - post filtrazione 2 <sup>(a)</sup>	70	15	4	ass.	10	250
Sud - pre filtrazione	55	25	ass.	ass.	14	70
Sud - post filtrazione	inn.	25	ass.	ass.	n.d.	120
20° piano - pre filtrazione	65	20	ass.	ass.	n.d.	190
20° piano - post filtrazione	60	10	ass.	ass.	8	145

Nota: ass. = assente; n.d. = non determinabile; inn. = innumerevoli.

<sup>(a)</sup> L'impianto identificato come Nord prevede due canali di uscita.

Tavola 3

Specie di stafilococchi rinvenuti nelle stanze e negli impianti

Stafilococchi	Stanze	Impianti	Stafilococchi	Stanze	Impianti
<i>S. aureus</i>	8	4	<i>S. saprophyticus</i>	5	1
<i>S. capitis</i>	5	4	<i>S. sciuri</i>	4	1
<i>S. cohnii</i>	2	-	<i>S. xylosus</i>	2	1
<i>S. epidermidis</i>	5	2	<i>S. warneri</i>	3	-
<i>S. haemolyticus</i>	4	2	<i>Micrococcus spp</i>	22	2
<i>S. hominis</i>	4	1	<i>M. varians-roseus</i>	2	1
<i>S. lentus</i>	2	-			

Tavola 4  
Specie di lieviti rinvenuti nelle stanze e negli impianti

Lieviti	Stanze	Impianti
<i>Cryptococcus uniguttulatus</i>	6	3
<i>Rhodotorula minuta</i>	-	2
<i>Rhodotorula Rubra</i>	8	3
<i>Sporidiobolus salmonicolor</i>	-	1
<i>Trichosporon beigeli</i>	3	4

Tavola 5  
Specie di microfunghi rinvenuti nelle stanze e negli impianti

Microfunghi	Stanze	Impianti
<i>Alternaria alternata</i>	9	3
<i>Alternaria tenuissima</i>	1	1
<i>Aspergillus flavus</i>	6	1
<i>Aspergillus niger</i>	3	-
<i>Aspergillus ochraceus</i>	2	1
<i>Aspergillus parasiticus</i>	1	-
<i>Aspergillus ustus</i>	2	1
<i>Aspergillus vesicolor</i>	2	-
<i>Botrytis cinerea</i>	2	1
<i>Chrysonilia sitophila</i>	25	-
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	25	7
<i>Cladosporium cucumerinum</i>	7	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	24	5
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	-	5
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	1	5
<i>Cladosporium variabile</i>	5	2
<i>Mucor racemosus var. racemosus</i>	-	2
<i>Paecilomyces cameus</i>	-	2
<i>Paecilomyces variotii</i>	1	-
<i>Penicillium aculeatum</i>	-	3
<i>Penicillium brevicompactum</i>	1	-
<i>Penicillium citrineum</i>	-	1
<i>Penicillium chrysogenum</i>	20	6
<i>Penicillium funiculosum</i>	-	1
<i>Penicillium giganteum</i>	1	-
<i>Penicillium glaucum</i>	15	3
<i>Penicillium italicum</i>	1	1
<i>Rhizopus stolonifer</i>	2	-
<i>Trichoderma harzianum</i>	1	-
Micelio non fruttificante ialino	9	9
Micelio non fruttificante pigm.	4	1

maggiori rispetto all'esterno. Tali generi crescono facilmente su residui vegetali, telai delle finestre, moquette, carta da parati e superfici in fibra di vetro, tessuti d'arredamento, stoffe, quadri, cibo <sup>(15)</sup>.

La concentrazione di queste specie nei prelievi effettuati, tuttavia, non appare tale da rappresentare un rischio per i soggetti esposti. Aspetto più preoccupante, emerso dall'analisi dei dati ottenuti, è che alcune di queste specie sono state rilevate anche nei prelievi effettuati presso i condizionatori sia prima che dopo la filtrazione. In alcuni casi le UFC/m<sup>3</sup> rilevate negli impianti dopo la filtrazione sono risultate più numerose di quelle rilevate prima della filtrazione; ciò fa pensare che i filtri rappresentino un habitat ottimale per questi microrganismi ed una importante fonte di disseminazione.

Alcuni tra i lieviti identificati, in particolari condizioni, possono rappresentare un rischio per la salute. Ad esempio, *Trichosporon beigeli* (*T. cutaneum*), occasionalmente iso-

lato dalla cute, dalle unghie e dall'intestino, può essere responsabile della tigna nodosa bianca, forma rara che si manifesta nelle regioni temperate. *Rhodotorula rubra* e *Rh. minuta* si ritrovano frequentemente in ambienti umidi su moquette ed impianti di condizionamento; in molti paesi sono i lieviti più comunemente identificati nell'aria indoor. Sono associati a patologie allergiche e ad infezioni opportunistiche in pazienti terminali. *Criptococcus uniguttulatus* raramente isolato in campo clinico, può causare infezioni opportunistiche in soggetti immunodepressi, così come *Sporidiobolus salmonicolor*.

Tavola 6

Microrganismi rinvenuti sui filtri degli impianti di condizionamento (in UFC/m<sup>3</sup>)

Campione	Carica microbica	Stafilococchi	Coliformi	Legionelle	Lieviti	Microfunghi
Nord - pre filtrazione	inn.	ass.	ass.	ass.	1.250	263
Nord - post filtrazione	ass.	ass.	416	ass.	n.d.	0
Sud - pre filtrazione	inn.	ass.	ass.	ass.	3.750	162
Sud - post filtrazione	ass.	ass.	ass.	ass.	ass.	0
20° piano - pre filtrazione	inn.	ass.	ass.	ass.	417	190
20° piano - post filtrazione	inn.	ass.	ass.	ass.	n.d.	4

Nota: ass. = assente; n.d. = non determinabile; inn. = innumerevoli

Tavola 7

Microfunghi e lieviti rinvenuti sui filtri degli impianti di condizionamento

	Nord		Sud		20° piano	
	pre filtraz.	post filtraz.	pre filtraz.	post filtraz.	pre filtraz.	post filtraz.
<b>Microfunghi</b>						
<i>Cladosporium cladosporoides</i>	42	-	24	-	38	-
<i>Cladosporium herbarum</i>	53	-	32	-	38	1
<i>Cladosporium macrocarpum</i>	64	-	39	-	49	2
<i>Cladosporium sphaerospermum</i>	36	-	21	-	21	1
<i>Penicillium chrysogenum</i>	48	-	32	-	34	-
<i>Micelio non fruttificante ialino</i>	20	-	14	-	10	-
<b>Lieviti</b>						
<i>Cryptococcus uniguttulatus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Trichosporon beigelii</i>	1.250	-	3.750	-	417	-

Nell'esperienza descritta nel presente studio, durante i campionamenti, le persone che occupavano gli ambienti spesso hanno riferito spontaneamente o sollecitati da opportune domande, una serie di disturbi imputati o alla percezione di una qualità dell'aria non idonea, o agli impianti di condizionamento o alla scarsa pulizia (mal di testa, frequenti rinoconguntiviti, insorgenza di episodi asmatici in soggetti precedentemente sani, positività dei test allergometrici in soggetti prima apparentemente sani, ecc.). Ovviamente i dati di correlazione significativa dovranno successivamente derivare da studi epidemiologici specifici.

Dal punto di vista microbiologico appare di fondamentale importanza che l'opera di prevenzione sia indirizzata al controllo delle condizioni degli impianti di trattamento dell'aria; dovranno essere controllati<sup>(16)</sup>:

- le *acque*, ricercando la presenza di microrganismi, depositi di materiale biologico, incrostazioni, ecc., valutando modalità e tempi di trattamento;
- i *filtri*, esaminandone le caratteristiche tecniche, l'efficienza, la pulizia e la periodicità della manutenzione;
- le *condotte di mandata* e i *sistemi di isolamento*, controllando che essi siano puliti e non diventino sede di accumulo di materiale biologico, soprattutto microfunghi (che crescono molto bene sia sulla superficie che nello spessore delle fibre di vetro);

Tavola 8  
Criteri per la classificazione della concentrazione di batteri nell'aria indoor

<i>Livello</i>	<i>Concentrazione UFC/m<sup>3</sup></i>
molto basso	<50
basso	50-100
medio	101-500
alto	501-2000
molto alto	>2000

Fonte: Maroni M., Alcini D., Cavallo D., Carrer P., (1993), "I limiti proposti in ambito internazionale per la qualità dell'aria indoor", 56° Congresso Nazionale SIMLII, Venezia, p. 355-364, modif

Tavola 9  
Criteri per la classificazione della concentrazione di funghi nell'aria indoor

<i>Qualità dell'aria</i>	<i>Concentrazione UFC/m<sup>3</sup></i>
buona	<100
intermedia	Tra 100 e 1000
elevata	>1000

Fonte: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1995), modif

– gli *scambiatori di calore* e gli *umidificatori*, controllando che sulla loro superficie o al loro interno non vi sia umidità eccessiva o acqua di condensazione.

Complessivamente dall'analisi dei risultati ottenuti la qualità dell'aria indoor dell'edificio studiato è soddisfacente, soprattutto in considerazione della completa assenza della Legionella in tutti i campioni analizzati.

## Conclusioni

Gli impianti di condizionamento e di umidificazione, se non sottoposti a periodica pulizia e manutenzione, possono diventare sede di bioaccumulo e fonte di diffusione di bioaerosol, specialmente in assenza di ventilazione naturale.

Lo studio ha consentito di verificare che realmente i condizionatori esaminati si comportano da habitat ottimale e da sistema di diffusione, soprattutto per funghi e lieviti; infatti le specie isolate in elevate concentrazioni all'interno delle cabine degli impianti o sui filtri (per es. *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp.) sono state poi ritrovate nelle stanze, sempre in elevata quantità.

I filtri in particolare hanno dimostrato di essere tra i principali responsabili dell'inquinamento microbiologico dell'aria indoor. Si sono potute infatti osservare delle differenze importanti tra l'aria presente prima del processo di filtrazione e quella presente dopo il processo di filtrazione, risultando quest'ultima più contaminata rispetto alla prima.

Nell'edificio pubblico esaminato, benché i filtri siano sottoposti a manutenzione settimanale, sarebbe di conseguenza auspicabile un controllo più scrupoloso delle condizioni igieniche degli impianti, per ridurre il più possibile la presenza fungina nelle cabine, sui filtri e conseguentemente negli ambienti serviti dal condizionatore. I controlli microbiologici andrebbero ripetuti con cadenza stagionale essendo la concentrazione dei microrganismi aereodispersi variabile con le stagioni e le condizioni climatiche.

## Bibliografia

- <sup>(1)</sup> Commission of the European Communities. *Effects on Indoor Air pollution on Human Health*. European Concerted Action, Indoor Air Quality and Its Impact on Man, COST Project 613, Report n.10, EUR 14086 EN; Luxembourg, 1991.
- <sup>(2)</sup> Liu LJ, Kramer M, Fox A, Feigley CE, Featherstone A, Saraf A, Larsson L. *Investigation of the concentration of bacteria and their cell envelope components in indoor air in two elementary schools*. J Air Waste Manag Assoc 2000 Nov; 50(11):1957-67.

- <sup>(3)</sup> European Collaborative Action (ECA). *Indoor Air quality and Its Impact on Man. Biological Particles in Indoor Environments*. Luxembourg; Commission of the European Communities, 88 pp. Report n. 12, EUR 14988 EN; 1993.
- <sup>(4)</sup> Peduzzi R, Gaia V. *L'attualità della Legionella e della Legionellosi*. *Biologi Italiani*, n. 7/2000:17-20.
- <sup>(5)</sup> Istituto Superiore di Sanità. *Legionellosi. Sintesi dei dati raccolti attraverso il sistema di sorveglianza*. <http://www.simi.iss.it/sintesi.htm>; 1-5;2001.
- <sup>(6)</sup> Mishara SK, Ajello L, Ahearn DG. *Environmental Mycology and its Importance to Public Health*. *J. Med. Veter. Mycol.*, 1992; 30:287-305.
- <sup>(7)</sup> Hayes AW, Mycotoxins. *A review of biological effects and their role in human disases*. *Clin. Toxicol.* 1990; 17:45-83.
- <sup>(8)</sup> Bellante G, Comerci MD, De Ciccio AL, Maggi O, Petti S, Sebastiani Annicchiarico L. *Inquinamento biologico: aspetti microbiologici e micologici*. *Ann. Ig.* 1994; 6(3):209-224.
- <sup>(9)</sup> Dacarro C, Grignani E, Lodola L, Grisoli O, Cottica D. *Proposta di indici microbiologici per la valutazione della qualità dell'aria degli edifici*. *G Ital Med Lav Erg* 2000; 22:3. 229-235 [L'indicazione in rosso è ambigua, chiarire].
- <sup>(10)</sup> Rossi GL, Corsico A, Roggeri A, Moscato G. *Human health and air conditioning systems*. *G Ital Med Lav* 1991, 13: 51-54.
- <sup>(11)</sup> Batterman SA, Burge H. *HVAC System as Emission Sources Affecting Indoor Air Quality: a critical Review*. *ASHRAE, HVAC e R. Research Journal*, 1995; 1:61-80.
- <sup>(12)</sup> Burrel R. *Microbiological agents as health risk in indoor air*. *Environ. Health Perspect.*, 1991; 95:29-34
- <sup>(13)</sup> Maroni M, Alcini D, Cavallo D, Carrer P. *I limiti proposti in ambito internazionale per la qualità dell'aria indoor*. *Atti 56° Congresso Nazionale SIMLII, Venezia 1993*, pp. 355-364.
- <sup>(14)</sup> Roberts OBS, Hay RJ, Mackenzie DWR. *A clinicians Guide to Fungal Disease*. Marcel Dekker Inc. New York 1994, pp. 252.
- <sup>(15)</sup> Willard Rippon J. *Medical Mycology: The Pathogenic Fungi and the Pathogenic Actinomycetes*. 3rd edition, Harcourt Brace and Jovanich inc., Philadelphia 1998, pp.797.
- <sup>(16)</sup> CEN prENV1752. *Ventilation for Buildings-Design Criteria for the Indoor Environment*. European Prestandard, Final draft, 1994.

**Editoriale**

---

La professionalizzazione dei medici di sanità pubblica .....	417
--	-----

**Speciale****Atti del Convegno**

Attività di vigilanza in materia di prevenzione sanitaria, ambientale e del lavoro:  
accertamento, controllo, provvedimenti amministrativi e sanzionatori

*Interventi di D. Lagravinese, V. Martucci, A. Loiodice,*

*F. Oleari, P. Iodice, F. Dettori, M. Salamana, S.M. Tosi* ..... 423

**Parte Scientifica e Pratica****G. Aloï, G. Fabiano, F. Fabiano, M. Cesario**

Problematiche relative alle verifiche ed alle ispezioni  
degli esercizi interessati all'autocontrollo .....

477

**P. Piscopo, M. Muto, A. Oliviero, U. Del Prete**

Migrazione sanitaria all'estero

di pazienti residenti nella Regione Campania .....

491

**P. De Filippis, F. Papalia, A. Spinaci,**

**M. Coia, O. Maggi, R. Montacutelli, A. Panà**

Indagine microbiologica

sulla qualità dell'aria in un edificio pubblico .....

499

**Note di Storia dell'Igiene****A. Boccia, G. Ricciardi, M. McKee**

L'evoluzione della sanità pubblica in Europa .....

513

**Note di Approfondimento****P. Zaninetti, M.E. Donna, M. Valenti, C. Petrulli, R. Antonioletti,**

**C. Bava, S. Censini, P. Cerruti, P. Dresco, R. Leo, A. Lillo, D. Passerini,**

**M. Poppi, P. Prola, C. Ravandoni, R. Rigamonti, L. Serra**

L'ambulatorio di Medicina Generale come osservatorio epidemiologico:

un'esperienza nella Asl 14 di Omegna della Regione Piemonte .....

529

**A. Barbato, G. Damiani, A. Tomasi**

Uso sperimentale dei DRG applicato sulla nosologia ospedaliera in Sanità Militare:

il caso dell'Ospedale militare della Marina Militare Italiana di La Maddalena (Sassari) .....

536