

**IGIENE
E
SANITÀ PUBBLICA**
SALUTE E AMBIENTE

Dello stesso Editore

Alessio/Apostoli – Manuale di medicina del lavoro e igiene industriale per tecnici della prevenzione

Alessio/Franco/Tomei – Trattato di medicina del lavoro

Arienti – Un compendio di biochimica per le lauree triennali

Attena – Epidemiologia e valutazione degli interventi sanitari

Auxilia/Pontello – Igiene e sanità pubblica. I fondamenti della prevenzione

Bisoffi et al. – Vademecum delle malattie infettive professionali

Cevenini/Sambri – Microbiologia e microbiologia clinica per i corsi di laurea in professioni sanitarie

Chiaranda – Urgenze ed Emergenze. Istituzioni

Ciaramella – Soccorso di Base. Nozioni e tecniche

Coniglio et al. - Manuale di epidemiologia per la promozione della salute e la prevenzione della disabilità

Dolara – Tossicologia generale e ambientale

Farulla/Corrao – Esposizione a radiazioni laser. Rischi relativi all'impiego e criteri di prevenzione

Ferrara/Snenghi/Terranova – Doping: danno alla persona & consulenza tecnica

Figà/Talamanca – I tossici ambientali e lavorativi e la riproduzione umana

Franco – Medicina del lavoro e medicina preventiva degli operatori sanitari

Freedberg/Sanchez - Diagnosi e terapia dermatologica attuale

Furlanut – Farmacologia generale e clinica per le lauree sanitarie

Gobbato – Prevenzione dei rischi professionali negli ambienti e nelle attività dell'amministrazione, della ricerca e della scuola

Kamina – Atlante di anatomia

Larizza – Trattato di medicina interna – Vol. IV/II: Malattie da agenti fisici, chimici e ambientali e Capitoli panoramici su Malattie dermatologiche, oculari e otorinolaringoiatriche

Locci/Locci – Elementi di diritto amministrativo e principi di legislazione sociale e sanitaria

Manuale di Segni e Sintomi

Marazzi et al. – Le grandi transizioni. Demografica, Epidemiologica, Assistenziale

Marazzi et al. – Nutrizione e salute. Le basi conoscitive per una corretta educazione alimentare

Marinelli/Liguori/Montemarano/D'Amora – Igiene, medicina preventiva e sanità pubblica

Nizzoli/Pissacroia – Trattato completo degli abusi e delle dipendenze

Norelli/Buccelli/Fineschi – Medicina legale e delle assicurazioni

Pellai – Educazione sanitaria. Strategie educative e preventive per il paziente e la comunità

Pontieri – Patologia generale per i corsi di laurea in professioni sanitarie

Pulcini – Primo soccorso. Dall'emergenza all'urgenza con le sole mani

Pulcini - Una vita a strati uniti. Il nutrimento e l'esercizio fisico per stare meglio oggi e domani

Roi et al. – Guida alla sorveglianza sanitaria e al monitoraggio biologico dei lavoratori esposti a sostanze chimiche e tossiche

Saladin – Anatomia e fisiologia

Samaja – Corso di Biochimica per le lauree sanitarie

Sartorelli – Manuale di medicina del lavoro

Sidoti – Igiene e promozione della salute per scienze della formazione

Tagliabracci/Domenici/Pascali/Pesaresi – Indagini genetico-forensi di paternità e identificazione personale

Tatarelli – Manuale di psichiatria e salute mentale per le lauree sanitarie

Thaler - L'unico LIBRO sull'ECG di cui avrai bisogno

Tintinalli - Medicina d'urgenza. L'essenziale

Todisco/Dottorini - Gli aerosoli in terapia inalatoria ed in patologia ambientale

Triolo – Medicina per operatori sanitari

Valentini – I trattamenti e gli accertamenti sanitari obbligatori in Italia

Volpi – Igiene, profilassi, medicina sociale

Walraven - Aritmie cardiache. Le basi indispensabili per l'interpretazione

Zangara – Dietologia

F. AUXILIA

M. PONTELLO

**IGIENE
E
SANITÀ PUBBLICA**

SALUTE E AMBIENTE

A cura di

P.A. BERTAZZI, I. GRAPPASONNI

PICCIN

Opera coperta dal diritto d'autore – Tutti i diritti sono riservati.

Questo testo contiene materiale, testo ed immagini, coperto da copyright, e non può essere copiato, riprodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'editore. Quasiassi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'editore e dell'autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

ISBN 978-88-299-2799-9

Stampato in Italia

Copyright © 2016 by Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova
www.piccin.it

Prefazione

Il volume dedicato al rapporto salute-ambiente rappresenta uno dei “satelliti” dell’opera Igiene e Sanità Pubblica e la sua progettazione e stesura hanno potuto contare sul congiunto impegno di Autori di area igienistica e della medicina del lavoro.

Il tema “ambiente” ed in particolare quello del nesso tra i diversi fattori – chimici, fisici e biologici – con la salute dell’uomo è senza dubbio di grande ed attualissimo interesse, ma non possiamo non ricordare che la relazione ambiente-salute non può essere del tutto considerata una novità dei tempi moderni. Infatti, come abbiamo avuto modo di sottolineare nel volume “core” di questa opera (“I fondamenti della prevenzione”), già nell’antichità, e su base empirica, è stata affermata l’idea della presenza di fattori ambientali in grado di influenzare lo stato di salute delle persone. Nei tempi più recenti molti fatti, sia causati da eventi naturali che riferibili alla responsabilità dell’uomo, hanno richiamato l’attenzione non solo del mondo della scienza e della tecnica, ma anche dei mass-media e della società civile e spesso hanno suscitato notevole allarme nella popolazione. Oggi la questione ambientale e l’ecologia come scienza hanno acquisito una valenza culturale sempre più ampia e risultano tanto decisive da essere oggetto di riflessione anche di una recentissima Enciclica papale (“*Laudato si*”).

Se si considera la complessità di entrambi i termini che caratterizzano questa opera – cioè i termini “ambiente” e “salute” – si può facilmente intuire quanto sia impegnativo mettere a tema le relazioni esistenti tra essi e chiarire quanto il primo possa avere influenza sul secondo. Da una parte la parola “ambiente” individua una variegata complessità di fattori, di diversa natura, con cui la vita dell’uomo e delle popolazioni si trova ad interagire nello svolgimento delle diverse attività, non solo lavorative, dall’altra ogni persona rappresenta un unicum in grado di rispondere e reagire in modo diverso nei confronti dei fattori ambientali che lo circondano quotidianamente e che possono agire anche in forma combinata. Le nostre conoscenze in merito, sempre più solide e approfondite, possono fondare e meglio indirizzare gli interventi volti alla prevenzione degli effetti nocivi derivanti dall’esposizione ai fattori ambientali, nella consapevolezza delle difficoltà connesse e delle influenze che sulla prevenzione possono avere anche fattori di natura sociale, economica e politica.

Siamo grati agli Autori, che a fronte delle complessità qui sopra richiamate, si sono impegnati a tracciare un quadro esauriente ed essenziale dei diversi aspetti della questione ambiente-salute e a delineare le corrispondenti indicazioni di carattere preventivo. L’opera si articola in 14 capitoli, i primi di carattere più generale e di inquadramento del tema ambiente-salute ed altri, a partire dal capitolo 4, dedicati a specifici temi e rischi ambientali (l’aria, il suolo, le acque superficiali e reflue).

La speranza, che ci ha mosso e che abbiamo condiviso con tutti gli autori coinvolti, è stata quello di offrire uno strumento adeguato alla formazione di chi ha scelto di dedicare specificamente al tema della prevenzione ambientale la propria formazione professionale.

MIRELLA PONTELLO e FRANCESCO AUXILIA

Autori

Pier Alberto Bertazzi

Professore Ordinario
Dipartimento di Scienze Cliniche e di
Comunità
Università degli Studi di Milano
Direttore Dipartimento di Medicina
Preventiva,
Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale
Maggiore Policlinico, Milano

Paolo Carrer

Professore Associato
Dipartimento di Scienze Biomediche e
Cliniche "Luigi Sacco"
Università degli Studi di Milano
Direttore U.O.C. di Medicina del Lavoro-
A.S.S.T. Fatebenefratelli Sacco, Milano

Andrea Cattaneo

Ricercatore Universitario
Dipartimento di Scienza ed Alta Tecnologia
Università degli Studi dell'Insubria

Domenico Maria Cavallo

Professore Associato
Dipartimento di Scienza ed Alta Tecnologia
Università degli Studi dell'Insubria

Mario Cocchioni

Professore ordinario
Direttore Centro Ricerche Igienistiche e
Sanitarie Ambientali
Scuola di Scienze del Farmaco e dei
Prodotti della Salute
Università degli Studi di Camerino

Claudio Colosio, Md, PhD

Professore Associato
Dipartimento di Scienze della Salute
Università degli Studi di Milano e Centro
Internazionale per la Salute Rurale della
A.S.S.T. Santi Paolo e Carlo, Milano

Serena Fossati

Postdoctoral Researcher
Barcelona Institute for Global Health-
ISGlobal
Barcelona, Spain

Silvia Fustinoni

Professore Associato
Laboratorio di Tossicologia Ambientale e
Industriale
Dipartimento di Scienze Cliniche e di
Comunità
Università degli Studi di Milano e
Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale
Maggiore Policlinico, Milano

Iolanda Grappasonni

Professore Associato
Scuola di Scienze del Farmaco e dei
Prodotti Della Salute
Centro Ricerche Igienistiche e Sanitarie
Ambientali
Università degli Studi di Camerino

Paolo Marraccini

Dirigente medico
Dipartimento di Medicina preventiva -
Area Tutela e sicurezza dei lavoratori.
U.O.C. Protezione e Promozione Salute
Lavoratori. U.O.S. Allergologia Ambien-
tale ed Occupazionale.
Fondazione IRCCS Cà Granda Ospedale
Maggiore Policlinico, Milano

Angelo Moretto

Professore Associato
Dipartimento di Scienze Biomediche e
Cliniche "Luigi Sacco"
Università degli Studi di Milano
Direttore del Centro Internazionale per gli
Antiparassitari e la Prevenzione Sanitaria-
A.S.S.T. Fatebenefratelli Sacco, Milano

Fabio Petrelli

Professore Aggregato
Scuola di Scienze del Farmaco e dei
Prodotti della Salute
Centro Ricerche Igienistiche e Sanitarie
Ambientali
Università degli Studi di Camerino

Mario Previdi

Dirigente medico
Dipartimento di Medicina preventiva -
Area Tutela e sicurezza dei lavoratori.
U.O.C. Protezione e Promozione Salute
Lavoratori. U.O.S. Allergologia Ambien-
tale ed Occupazionale.
Fondazione IRCCS Cà Granda Ospedale
Maggiore Policlinico, Milano

Federico Maria Rubino

Chimico
Dipartimento di Scienze della Salute
Università degli Studi di Milano

Stefania Scuri

Professore a contratto
Scuola di Scienze del Farmaco e dei
Prodotti della Salute
Centro Ricerche Igienistiche e Sanitarie
Ambientali
Università degli Studi di Camerino

Piano dell'opera

VOLUME "CORE"

- **I fondamenti della prevenzione**

VOLUMI "SATELLITI"

- **Educazione sanitaria.**
Strategie educative e preventive per il paziente e la comunità
- **Epidemiologia e prevenzione delle malattie trasmissibili**
- **Organizzazione sanitaria**
- **Salute e alimentazione**
- **Salute e ambiente**

Indice generale

1 • Introduzione. L'influenza dell'ambiente sulla salute. Meccanismi biologici ed evidenze epidemiologiche (P.A. Bertazzi)	
1.1 I fattori ambientali di rischio per la salute	2
1.2 Natura o Coltura? Non sono alternative	3
1.2.1 Variabilità ambientale	4
1.2.2 Variabilità genetica	7
1.2.3 Variabilità epigenetica	8
1.3 Evidenze epidemiologiche d'impatto ambientale sulla salute	11
Bibliografia	16
2 • Tossicologia ambientale: concetti generali sulla valutazione del rischio (A. Moretto)	
2.1 Introduzione	17
2.2 Concetti generali di tossicologia	18
2.2.1 Tossicocinetica: generalità	18
2.2.2 Tossicocinetica: assorbimento	21
2.2.3 Tossicocinetica: distribuzione	24
2.2.4 Tossicocinetica: escrezione	25
2.2.5 Tossicocinetica: biotrasformazione	26
2.2.6 Tossicodinamica	26
2.3 Il processo di valutazione e gestione del rischio	27
2.3.1 Identificazione del pericolo	27
2.3.2 Caratterizzazione del pericolo	29
2.3.3 Valutazione dell'esposizione	30
2.3.4 Valutazione (caratterizzazione) e criteri di accettabilità/tollerabilità del rischio non-cancerogeno e cancerogeno	31
2.3.5 Classificazione del rischio	31
2.3.6 Analisi rischi-benefici	32
2.3.7 Riduzione del rischio	32
2.3.8 Monitoraggio e revisione	32
2.3.9 L'esposizione a miscele di sostanze/composti	33
Bibliografia	34
3 • Valutazione dell'esposizione ambientale e professionale (D.M. Cavallo, P. Carrer, A. Cattaneo)	
3.1 L'esposizione	35
3.2 La valutazione dell'esposizione	38
3.2.1 L'esposizione per via inalatoria	38
3.2.2 L'esposizione cutanea	56
3.3. Problemi emergenti nella valutazione dell'esposizione	62
Bibliografia	62
4 • Il monitoraggio biologico (S. Fustinoni)	
Monitoraggio biologico	65

4.1 Indicatori biologici di esposizione, effetto suscettibilità	65
4.2 Criteri per l'identificazione degli indicatori biologici	67
4.3 Utilizzo degli indicatori biologici per la prevenzione e la tutela della salute dei lavoratori	72
4.3.1 I valori di riferimento	73
4.3.2 I fattori di confondimento	73
4.3.3 Il miglior momento per la raccolta del campione biologico	74
4.3.4 Accettabilità del campione di urina	76
4.3.5 I valori limite biologici	76
4.3.6 ACGIH BEI®	77
4.3.7 DFG BAT/BLW/EKA/BAR	79
4.3.8 L'approccio ACGIH e DFG a confronto	80
4.4 Applicazioni del monitoraggio biologico alla valutazione dell'esposizione in ambiente di lavoro e di vita	80
4.4.1 L'esposizione a benzene nei residenti vicino ad un impianto petrolchimico	80
4.4.2 I vigili urbani e l'esposizione a inquinanti del traffico autoveicolare ..	83
4.4.3 Il monitoraggio biologico di una popolazione residente in prossimità di un inceneritore di rifiuti solidi urbani	86
Bibliografia	90
5 • Inquinamento dell'aria e salute (P.A. Bertazzi)	
5.1 Un problema solo di oggi?	93
5.2 Gli inquinanti atmosferici	93
5.2.1 Variabilità nel tempo e nello spazio	95
5.2.2 Limiti e valori di riferimento	98
5.3 Il materiale Particolato (PM)	101
5.3.1 Composizione: emissioni e formazione secondaria	101
5.3.2 Dimensioni e penetrazione nell'organismo	103
5.3.3 Meccanismi d'azione	104
5.4 Gli effetti degli inquinanti sulla salute	105
5.4.1 Effetti a breve termine	106
5.5 L'impatto sulla salute	118
5.6 Evidenze controfattuali	120
5.7 Considerazioni conclusive	121
Bibliografia	121
6 • Indoor Air Quality (IAQ) e comfort negli ambienti confinati non industriali (P. Carrer, D.M. Cavallo, A. Cattaneo, S. Fossati)	
6.1 Importanza della qualità dell'aria negli ambienti confinati	125
6.2 Inquinanti dell'aria e loro sorgenti	128
6.2.1 Le sorgenti di inquinamento indoor	128
6.2.2 I principali inquinanti indoor	129
6.3 Effetti sulla salute e sul comfort ambientale della qualità dell'aria indoor	149
6.3.1 Introduzione	149
6.3.2 Malattie associate agli edifici	150
6.3.3 Sindrome dell'edificio malato	157
6.4 Aspetti emergenti relativamente alla qualità dell'aria indoor	159
6.5 Valutazione dei rischi e sorveglianza sanitaria negli ambienti indoor ...	163
6.5.1 Introduzione	163
6.5.2 Normativa	163
6.5.3 La valutazione dei rischi in ambiente indoor	163
6.5.4 Sorveglianza sanitaria	168

6.5.5 La prevenzione dei rischi in ambienti indoor	171
Bibliografia	172

7 • Ambiente e allergie: valutazione dell'esposizione ambientale e occupazionale (M. Previdi, P. Marraccini)

7.1 La patologia allergica	175
7.1.1 L'allergia: una patologia recente	175
7.1.2 Epidemiologia: una patologia in rapida evoluzione	176
7.1.3 Eziopatogenesi	177
7.2 Valutazione dell'esposizione/prevenzione degli agenti causali	180
7.2.1 Aeroallergeni outdoor	180
7.2.2 Aeroallergeni indoor	185
7.2.3 Allergeni alimentari	187
7.2.4 Allergeni occupazionali	189
7.2.5 Alveolite allergica estrinseca o polmonite da ipersensibilità	196
7.2.6 Dermatiti da contatto	196
7.2.6 Miscellanea. Altri agenti scatenanti	199
Bibliografia	200

8 • L'inquinamento del suolo (A. Moretto)

8.1 Sorgente di contaminazione	206
8.2 Vie di migrazione: criteri di stima relativi ai comparti ambientali	209
8.3 I bersagli della contaminazione	211
8.4 Calcolo del rischio	211
8.5 Obiettivi di bonifica	213
8.6 Conclusioni	214
Bibliografia	215

9 • Salute rurale (agricoltura e zootecnia) (C. Colosio, F.M. Rubino)

9.1 Introduzione	217
9.2 Le caratteristiche generali del lavoro in agricoltura: lo scenario internazionale e le specificità di quello italiano	218
9.2.1 L'agricoltura in Italia oggi	220
9.2.2 I lavoratori agricoli stranieri nell'agricoltura italiana	222
9.3 Il fenomeno infortunistico nel settore	231
9.4 La prevenzione degli infortuni nel settore. Esempi di check list	231
9.5 Malattie da lavoro in agricoltura	233
9.6 Rischi per la salute in agricoltura	234
9.6.1 Rischio chimico	236
9.6.2 Rischio fisico	240
9.6.3 Rischio biologico	243
9.6.4 Polveri organiche e allergeni	250
9.6.5 Rischi correlati all'Organizzazione del Lavoro	252
9.6.6 Criteri per la valutazione del rischio in agricoltura: la "Valutazione Semplificata"	252
9.6.7 La tutela della salute della donna gravida e in allattamento	254
Ringraziamenti	254
Bibliografia	254

10 • L'acqua (I. Grappasonni, S. Scuri, M. Cocchioni)

10.1 Introduzione	257
10.1.1 L'acqua e le sue proprietà	260
10.2 Risorse idriche e loro disponibilità	261
10.2.1 Classificazione delle risorse idriche	264

10.2.2 Risorse idriche e consumi	268
10.3 Approvvigionamento idrico	274
10.3.1 Acque sotterranee	275
10.3.2 Acque superficiali	277
10.3.3. Acque meteoriche	280
10.3.4. Acque marine	281
10.4 Inquinamento idrico	282
10.4.1 Aspetti microbiologici	284
10.4.2 Aspetti chimici	302
10.5. Giudizio di potabilità	307
10.5.1 Caratteristiche delle acque destinate al consumo umano	307
10.5.2 Esame dei caratteri organolettici	309
10.5.3 Esame dei parametri chimici	310
10.5.4 Esame microbiologico	327
10.5.5 Allegato 1: Approfondimento tecnico relativo al Decreto Legislativo 31/2001	345
10.6 Potabilizzazione	351
10.6.1 Correzione dei caratteri organolettici	352
10.6.2 Correzione dei caratteri chimici	356
10.6.3 Correzione dei caratteri microbiologici	360
Bibliografia	369
11 • Acque ad uso umano (<i>S. Scuri, M. Cocchioni</i>)	
11.1 Acque destinate al consumo umano	378
11.2 Acque minerali naturali	379
11.3 Acque di sorgente	387
11.4 Analogie e differenze tra le diverse tipologie di acque ad uso umano	387
Bibliografia	391
12 • Acque fluviali (<i>S. Scuri</i>)	
12.1 Il monitoraggio dei corsi d'acqua superficiali	394
12.1.1 Le comunità biologiche preziose sentinelle	394
12.2 Schede tecniche per la classificazione dei corsi d'acqua superficiali ..	397
12.2.1 Classificazione in base al decreto legislativo 152/99	400
12.2.2 Classificazione in base alla direttiva 2000/60/CE	402
12.2.3 Classificazione in base al D.M. 260/2010	407
12.3 Il campionamento dei macroinvertebrati	409
12.3.1 D. Lgs. 152/99: l'Indice Biotico Esteso (I.B.E.)	409
12.3.2 WFD 2000/60/CE – D.M. 260/2010: Indice multimetrico STAR di in- tercalibrazione (STAR_ICMi)	418
Bibliografia	431
13 • Acque reflue (<i>I. Grappasonni</i>)	
13.1 Caratteristiche dei reflui civili	436
13.1.1 Indicatori di qualità dei reflui	436
13.2 Trattamenti	442
13.2.1 Pretrattamenti	443
13.2.2 Trattamenti primari	445
13.2.3 Trattamenti secondari	445
13.2.4 Trattamenti terziari	447
13.2.5 Disinfezione	448
13.3 Trattamento dei fanghi	449
Bibliografia	450

14 • Legislazione in tema di risorse idriche (F. Petrelli, S. Scuri, I. Grapasonni)	
14.1 Acque destinate al consumo umano	453
14.2 Acque minerali naturali	456
14.3 Acque di sorgente	461
14.4 Apparecchiature finalizzate al trattamento delle acque destinate al consumo umano	464
14.5 Acque superficiali	465
14.6 Acque reflue	468
Bibliografia	468
Indice analitico	471

