

# SCIENZA DEI MATERIALI DENTALI

**Seconda Edizione**

**Volume I**



### **Prof. Francesco Simionato**

Nel 1968 inizia l'insegnamento della Tecnologia Odontotecnica, divenuta nel seguito Scienza dei materiali dentali, nel primo corso statale di Odontotecnica istituito nella provincia di Padova.

Negli anni successivi, su richiesta della Presidenza dell'Istituto in cui insegna, intraprende lo studio e l'insegnamento della Biomeccanica masticatoria e Protesi applicata.

In seguito, frequenta e completa i corsi statali per l'insegnamento della Chimica e prosegue l'insegnamento della Scienza dei materiali dentali per una durata complessiva di 35 anni.

Nell'amministrazione scolastica pubblica ha svolto per molti anni funzioni di direttore di scuola coordinata, docente in corsi di aggiornamento, consulente del Ministero della Pubblica Istruzione, componente di Commissioni esaminatrici in Concorso a cattedre, Commissario governativo.

Ha collaborato per molti anni con il corso di laurea in Odontoiatria e Protesi dentaria dell'Università degli Studi di Padova.

**Francesco Simionato**

# SCIENZA DEI MATERIALI DENTALI

**Seconda Edizione**

**Volume I**

CON ESPANSIONE ONLINE

**PICCIN**

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

Questo testo contiene materiale, testi 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. Qualsiasi 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.

#### AVVERTENZA

Indicazioni accurate, effetti indesiderati e dosaggi per i farmaci sono indicati nel libro, ma è possibile che cambino. Il lettore deve esaminare le informazioni contenute nel foglietto illustrativo dei produttori dei medicinali menzionati. Gli autori, curatori, editori o distributori non sono responsabili per errori od omissioni o per qualsiasi conseguenza derivante dall'applicazione delle informazioni di quest'opera, e non danno alcuna garanzia, esplicita o implicita, rispetto al contenuto della pubblicazione. Gli autori, curatori, editori e distributori non si assumono alcuna responsabilità per qualsiasi lesione o danno a persone o cose derivante da questa pubblicazione.

La sezione scaricabile online  
è disponibile all'indirizzo

<https://www.piccin.it/it/odontoiatria/2352-scienza-dei-materiali-dentali-volume-1-9788829929009.html>



ISBN 978-88-299-2900-9

Stampato in Italia

# Presentazione

Una presentazione, di norma, serve a presentare ai lettori l'opera, sottolineandone gli scopi, i metodi e i contenuti. Peraltro, questa nuova edizione di *Scienza dei materiali dentali* viene pubblicata a pochi mesi da quando, purtroppo, ci ha lasciati il suo autore Francesco Simionato: un attento e appassionato studioso dei materiali dentali. Intere generazioni di odontotecnici e di odontoiatri hanno potuto apprezzare il lavoro, lo studio e l'insegnamento di Francesco. Le sue pubblicazioni sui materiali dentali sono state riferimento e libri di testo per tanti professionisti e studenti.

Ebbene, a questa nuova edizione l'autore ha dedicato un particolare impegno. In realtà, scrivere un libro e illustrarlo è sempre impegnativo. Ma la cura e lo zelo di Francesco, in questo caso, sono stati straordinari. Non credo che ciò sia motivato solo dal fatto che, essendo trascorsa – dalla precedente edizione dell'opera – quella che possiamo definire una vera e propria “era tecnologica”, per compiere un lavoro accurato e completo era oggettivamente richiesto un grande lavoro. Vi è sicuramente un'altra motivazione: Francesco voleva anche, con questa sua ultima opera, lasciarci l'eredità del suo sapere.

*Scienza dei materiali dentali* è quindi uno strumento per acquisire le necessarie conoscenze su materie di fondamentale importanza per l'odontoiatra e l'odontotecnico, le basi culturali per affrontare con competenza l'attività professionale. Al contempo, però, questo lavoro è testimonianza di una serietà e di un impegno dell'autore che trascende la diligenza e la competenza sulle materie trattate. D'altra parte, Simionato stesso raccontava di come, in tanti anni di insegnamento, avesse avuto modo di constatare il grande interesse di studenti e professionisti nei confronti dei materiali dentali e delle tecnologie di lavorazione: interesse che spesso va ben oltre la pura esigenza di sapere come si esegue una data operazione e di cosa si impiega per lo scopo. Interesse che si estende nella ricerca della conoscenza dei principi scientifici che governano la materia e i processi.

Questa edizione di *Scienza dei materiali dentali* è suddivisa in ventotto capitoli. Rispetto all'edizione precedente, alcuni capitoli sono stati rielaborati ed ampliati, ma, soprattutto, sono stati introdotti nuovi argomenti. L'opera inizia con l'introduzione alla scienza dei materiali, al restauro dell'apparato stomatognatico. Poi, inquadra la struttura della materia, analizza le proprietà dei materiali, fisiche e chimiche, biologiche, meccaniche, tecnologiche; gli impieghi e le lavorazioni delle varie classi di materiali per i dispositivi e nel laboratorio. Quindi, si sofferma in modo dettagliato sui materiali stessi, con particolare attenzione alle nuove acquisizioni e agli sviluppi avvenuti negli ultimi anni.

Vengono offerte informazioni generali e di dettaglio sui materiali metallici, sulla loro corrosione, sui materiali polimeri, ceramici, compositi, da impronta e per modelli, cere e materiali da rivestimento, leghe nobili e non nobili. Ancora, l'opera introduce alle tecnologie digitali, si sofferma sulle leghe semilavorate, sulla saldatura. Prosegue con i capitoli su ceramica e metallo-ceramica dentale, su materiali a base di polimeri, su resine composite. Infine, l'ultimo capitolo fornisce elementi di colorimetria. Questo vale per delineare, molto sommariamente, la struttura e i temi proposti dell'opera. Mancheremmo, però, nei confronti dell'autore e dell'opera stessa, se non sottolineassimo anche dell'altro. Infatti, in *Scienza dei materiali dentali* vi sono parti che appaiono al lettore come "un libro nel libro". In particolare, nel capitolo sui materiali ceramici, troviamo un fiorire articolato di informazioni, annotazioni e considerazioni, frutto di una vita di esperienza professionale, di studio e ricerca.

Va segnalata anche una bella e preziosa novità che caratterizza questa edizione: a corredo dei testi, troviamo tante immagini, provenienti dal repertorio fotografico dello stesso autore. Simionato, infatti, appassionato di tecnica fotografica e di foto digitale, ha realizzato direttamente le immagini per l'opera.

Per concludere: l'autore, così come per le sue precedenti opere, assegna a *Scienza dei materiali dentali* una esplicita finalità didattica.

Questa edizione, che esce postuma, costituisce anche un omaggio alla vita generosa, di impegno nel campo dello studio e della didattica di Francesco Simionato.

SANDRO STORELLI  
Osservatorio Biomedicale Veneto

*A Cristina,  
Chiara e Valentina*

---





# Ringraziamenti

Francesco ha lasciato un elenco di laboratori odontotecnici, medici odontoiatri, ditte, associazioni che hanno contribuito con la loro disponibilità e la loro preparazione alla realizzazione di questo testo.

Ci sostituiamo a lui nel ringraziarli tutti per il contributo iconografico e per averlo coinvolto in varie sperimentazioni.

Un ringraziamento particolare al Prof. Calogero Trapani, amico fraterno, che ci ha aiutato e sostenuto e ha partecipato attivamente a questa pubblicazione, e al Prof. Roberto Berton, docente Lab. Odontotecnico e codocente SMD, per i consigli forniti in merito alla suddivisione dei capitoli.

---

*Sig. Od. Patrizio Marcato, titolare laboratorio MAVI DENTAL di Padova*  
*Sig.ri Od. Collaboratori dei laboratori MAVI DENTAL di Padova*

*Sig. Od. Michele Iannotta, titolare laboratorio L.O.V.E.*  
*Sig.ri Od. M.Lucchelli, P.Lucchelli e G.Bellato, titolari laboratorio L.C.D.*  
*Sig. Od. Paolo Molon e Laboratorio*  
*Sig. Od. Paolo Smaniotto, titolare laboratorio a Bassano del Grappa*  
*Sig. Od. Loris Zamuner, titolare laboratorio a S. Stino di Livenza*  
*Laboratorio Odontotecnico L.O.R.I.*

*Dr. Marco Calabrese*  
*Prof. Giampiero Cordioli*  
*Sig. Od. Franco Fares*  
*Dr. Lorenzo Favero della Clear Lab*  
*Dr. Lorenzo Graiff*  
*Dr. Alice Marcato*  
*Dr. Renato Rossi*  
*Dr. Paolo Vigolo*  
*Ing. Roberto Meneghello Università di Padova*  
*Ing. Federico Zaramella e il suo laboratorio*

*Dr. Massimo Piccin e Dr. Nicola Piccin della Piccin Nuova Libreria S.p.A.*  
*3Dfast Padova di Andrea Sandi*  
*3M Espe*

*Dental Club S.p.A.*  
*Dentaurum Italia S.p.A.*  
*Ivoclar Vivadent Manufacturing srl*  
*Oral Plant di Sergio Moro*  
*Sirona the Dental Company*  
*Vita*  
*Whip-Mix*  
*ZirkonZahn Worldwide*

*ADA American Dental Association*  
*AIMAD Associazione Italiana Materiali Dentari*  
*AIOP Accademia italiana di odontoiatri protesica*  
*ANTLO Associazione Nazionale Titolari Laboratorio Odontotecnico*  
*Camera di Commercio Padova*  
*CNA Padova e Vicenza*  
*Osservatorio Biomedicale Veneto – Dir. S. Storelli*  
*SNO Padova*  
*Corso di Laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria dell'Università di Padova*

*Tutti gli Allievi incontrati in 40 anni di insegnamento*

---

Desideriamo rivolgere il nostro ringraziamento a Francesco, marito e papà tanto amato, per averci lasciato questa testimonianza del suo impegno e del suo amore per lo studio.

La moglie Cristina  
e le figlie Chiara e Valentina

# Indice generale

## Capitolo 1

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Principali sviluppi storici..... | 1 |
|----------------------------------|---|

## Capitolo 2

|   |    |
|---|----|
| Introduzione alla scienza dei materiali dentali ..... | 15 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Generalità.....                                    | 15 |
| 2.2 La materia e i materiali .....                     | 15 |
| 2.3 La scienza e la tecnologia dei materiali .....     | 16 |
| 2.4 Struttura e proprietà dei materiali .....          | 17 |
| 2.5 Classificazione dei materiali .....                | 18 |
| 2.6 I biomateriali .....                               | 20 |
| 2.7 I materiali “intelligenti” (smart materials) ..... | 21 |
| 2.8 Il ciclo dei materiali .....                       | 22 |
| 2.9 Il settore dentale .....                           | 22 |
| 2.10 I materiali dentali .....                         | 23 |
| 2.11 Tipi di materiali dentali .....                   | 25 |
| 2.12 Organizzazioni e normative .....                  | 28 |

## Capitolo 3

|  |    |
|--|----|
| Generalità sul restauro dell'apparato stomatognatico ..... | 31 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Introduzione.....   | 31 |
| 3.2 I restauri dentali.....   | 32 |
| 3.2.1 Scopi e requisiti dei restauri dentali.....                           | 32 |
| 3.2.2 I restauri in odontoiatria conservativa.....                          | 33 |
| 3.2.3 Restauri in odontoiatria protesica.....                               | 39 |
| 3.3 Implantologia e implantoprotesi .....                                   | 49 |
| 3.4 Ortodonzia.....   | 51 |
| 3.5 Procedimenti generali per la realizzazione delle protesi dentarie ..... | 52 |

**Capitolo 4****Grandezze e unità di misura ..... 57**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.1 | Concetti di grandezza e di unità di misura .....  | 57 |
| 4.2 | Sistemi di unità di misura .....  | 58 |
| 4.3 | Sistema Internazionale di Unità .....   | 58 |
|     | 4.3.1 <i>Generalità</i> .....   | 58 |
|     | 4.3.2 <i>Grandezze fondamentali</i> .....   | 59 |
|     | 4.3.3 <i>Grandezze derivate</i> .....   | 59 |
|     | 4.3.4 <i>Grandezze intensive e grandezze estensive</i> .....                                    | 61 |
|     | 4.3.5 <i>Prefissi per la formazione dei multipli e sottomultipli decimali delle unità</i> ..... | 61 |
| 4.4 | Misura delle temperature .....  | 62 |

**Capitolo 5****Richiami sulla struttura della materia ..... 65**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.1  | Atomi e molecole, elementi e composti, trasformazioni della materia.... | 65  |
| 5.2  | Sistemi e miscugli .....  | 68  |
| 5.3  | L'energia .....   | 69  |
| 5.4  | Configurazione elettronica degli atomi .....                            | 71  |
| 5.5  | Il sistema periodico .....  | 76  |
| 5.6  | Proprietà periodiche degli elementi .....                               | 77  |
| 5.7  | Classificazione degli elementi .....                                    | 77  |
| 5.8  | I legami chimici .....  | 78  |
|      | 5.8.1 <i>Introduzione</i> .....   | 78  |
|      | 5.8.2 <i>Legame ionico</i> .....  | 79  |
|      | 5.8.3 <i>Legame covalente</i> .....                                     | 80  |
|      | 5.8.4 <i>Legame metallico</i> .....                                     | 84  |
|      | 5.8.5 <i>Legami secondari</i> .....                                     | 85  |
|      | 5.8.6 <i>Legami misti</i> .....   | 86  |
| 5.9  | Stati di aggregazione della materia .....                               | 86  |
|      | 5.9.1 <i>Generalità</i> .....   | 86  |
|      | 5.9.2 <i>Lo stato aeriforme</i> .....                                   | 87  |
|      | 5.9.3 <i>Lo stato liquido</i> .....                                     | 87  |
|      | 5.9.4 <i>Lo stato solido</i> .....                                      | 89  |
|      | 5.9.5 <i>Struttura dei solidi cristallini</i> .....                     | 91  |
|      | 5.9.6 <i>Difetti nelle strutture cristalline</i> .....                  | 96  |
|      | 5.9.7 <i>Lo stato vetroso</i> .....                                     | 99  |
| 5.10 | Soluzioni .....   | 99  |
| 5.11 | Lo stato colloidale .....   | 102 |
| 5.12 | Passaggi di stato .....   | 103 |
| 5.13 | Proprietà generali dei materiali .....                                  | 105 |

**Capitolo 6****Proprietà fisiche e chimiche ..... 109**

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 6.1 | Introduzione alle proprietà dei materiali ..... | 109 |
|     | 6.1.1 <i>Generalità</i> .....                   | 109 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.1.2 | <i>Tipi di proprietà dei materiali</i> .....         | 109 |
| 6.2   | Caratterizzazione dei materiali .....                | 111 |
| 6.3   | Massa volumica o densità .....                       | 111 |
| 6.4   | Temperatura di fusione e intervallo di fusione ..... | 114 |
| 6.5   | Calore specifico e calore di fusione .....           | 115 |
| 6.6   | Conduktività e diffusività termica .....             | 116 |
| 6.7   | Dilatazione termica .....                            | 119 |
| 6.8   | Resistenza allo shock termico .....                  | 122 |
| 6.9   | Proprietà elettriche .....                           | 123 |
| 6.10  | Proprietà chimiche .....                             | 126 |
| 6.11  | Fenomeni superficiali .....                          | 127 |
|       | 6.11.1 <i>Introduzione</i> .....                     | 127 |
|       | 6.11.2 <i>Bagnabilità</i> .....                      | 128 |
|       | 6.11.3 <i>Capillarità</i> .....                      | 130 |
|       | 6.11.4 <i>Adsorbimento ed assorbimento</i> .....     | 131 |
|       | 6.11.5 <i>Adesione</i> .....                         | 132 |
|       | 6.11.6 <i>Sinterizzazione</i> .....                  | 132 |
| 6.12  | Proprietà speciali .....                             | 133 |

## Capitolo 7

|     |   |            |
|-----|---|------------|
|     | <b>Proprietà biologiche</b> .....                 | <b>141</b> |
| 7.1 | Introduzione .....                                | 141        |
| 7.2 | Biocompatibilità .....                            | 141        |
| 7.3 | Biomeccanica .....                                | 143        |
| 7.4 | Valutazione biologica dei materiali dentali ..... | 144        |
| 7.5 | Norme .....                                       | 147        |

## Capitolo 8

|      |   |            |
|------|---|------------|
|      | <b>Proprietà meccaniche</b> .....               | <b>151</b> |
| 8.1  | Introduzione .....                              | 151        |
| 8.2  | Forze e momenti .....                           | 152        |
| 8.3  | Resistenza dei materiali .....                  | 154        |
| 8.4  | Vincoli e reazioni vincolari .....              | 155        |
| 8.5  | Carichi, sollecitazioni, tensioni, sforzi ..... | 155        |
| 8.6  | Caratteristiche di sollecitazione .....         | 158        |
| 8.7  | Tipi di sollecitazioni .....                    | 159        |
| 8.8  | Deformazione e rottura .....                    | 160        |
| 8.9  | Concentrazione delle tensioni .....             | 163        |
| 8.10 | Proprietà meccaniche .....                      | 166        |
| 8.11 | Resistenza alle sollecitazioni statiche .....   | 166        |
|      | 8.11.1 <i>Generalità</i> .....                  | 166        |
|      | 8.11.2 <i>Prova di trazione</i> .....           | 167        |
|      | 8.11.3 <i>Prova di compressione</i> .....       | 184        |
|      | 8.11.4 <i>Prova di flessione</i> .....          | 186        |
|      | 8.11.5 <i>Prova di taglio</i> .....             | 194        |
|      | 8.11.6 <i>Prova di torsione</i> .....           | 197        |
|      | 8.11.7 <i>Prove di adesione</i> .....           | 199        |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 8.12   | Durezza.....  | 200 |
| 8.12.1 | <i>Generalità</i> .....   | 200 |
| 8.12.2 | <i>Prova di durezza Brinell (HB)</i> .....                                      | 202 |
| 8.12.3 | <i>Prova di durezza Vickers (HV)</i> .....                                      | 202 |
| 8.12.4 | <i>Prova di durezza Rockwell (HR)</i> .....                                     | 203 |
| 8.12.5 | <i>Prova di durezza Martens (HM)</i> .....                                      | 204 |
| 8.12.6 | <i>Prove di microdurezza</i> .....  | 204 |
| 8.12.7 | <i>Prove di nanodurezza</i> .....   | 206 |
| 8.12.8 | <i>Prove di durezza sugli elastomeri</i> .....                                  | 206 |
| 8.13   | Tenacità all'impatto.....   | 207 |
| 8.14   | Fatica e prove di fatica.....   | 210 |
| 8.14.1 | <i>Generalità</i> .....   | 210 |
| 8.14.2 | <i>Meccanismo della rottura per fatica</i> .....                                | 211 |
| 8.14.3 | <i>Prove di fatica</i> .....  | 211 |
| 8.14.4 | <i>Importanza della fatica in campo dentale</i> .....                           | 214 |
| 8.15   | Meccanica della frattura.....   | 214 |
| 8.15.1 | <i>Tenacità alla frattura</i> .....   | 214 |
| 8.15.2 | <i>Probabilità di rottura dei materiali fragili; modulo di Weibull</i> .....    | 216 |
| 8.16   | Usura e prove di usura.....   | 218 |
| 8.16.1 | <i>Generalità sull'usura</i> .....  | 218 |
| 8.16.2 | <i>Tipi primari di usura</i> .....  | 218 |
| 8.16.3 | <i>Prove di usura</i> .....   | 220 |
| 8.16.4 | <i>Importanza dell'usura in campo dentale</i> .....                             | 220 |
| 8.17   | Proprietà reologiche.....   | 222 |
| 8.17.1 | <i>Reologia</i> .....   | 222 |
| 8.17.2 | <i>Viscoelasticità</i> .....  | 225 |
| 8.18   | Scorrimento viscoso e prove di scorrimento.....                                 | 227 |
| 8.19   | Metodi sperimentali di studio degli stati di tensione<br>e di deformazione..... | 229 |
| 8.19.1 | <i>Misura delle deformazioni mediante estensimetri</i> .....                    | 229 |
| 8.19.2 | <i>Metodo degli elementi finiti</i> .....                                       | 229 |
| 8.19.3 | <i>Fotoelasticimetria</i> .....   | 230 |
| 8.19.4 | <i>Metodo della verniciatura</i> .....  | 233 |
| 8.20   | Proprietà dei tessuti dentari.....  | 233 |
| 8.21   | Forze occlusali.....  | 235 |
| 8.22   | Principi costruttivi meccanici dei restauri e scelta dei materiali.....         | 237 |
| 8.23   | Caratterizzazione meccanica dei materiali e dei dispositivi dentali ...         | 238 |
| 8.23.1 | <i>Caratterizzazione meccanica</i> .....  | 238 |
| 8.23.2 | <i>Analisi delle difettosità meccaniche</i> .....                               | 238 |
| 8.23.3 | <i>Invecchiamenti artificiali</i> .....   | 239 |

## Capitolo 9

|                                     |                                |     |
|-------------------------------------|--------------------------------|-----|
| <b>Proprietà tecnologiche</b> ..... | <b>243</b>                     |     |
| 9.1                                 | Introduzione.....              | 243 |
| 9.2                                 | Deformabilità plastica.....    | 243 |
| 9.3                                 | Fusibilità.....                | 245 |
| 9.4                                 | Saldabilità.....               | 246 |
| 9.5                                 | Temprabilità.....              | 246 |
| 9.6                                 | Lavorabilità all'utensile..... | 246 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 9.7   | Rugosità delle superfici .....                                 | 247 |
| 9.8   | Prove non distruttive .....                                    | 249 |
| 9.8.1 | <i>Generalità</i> .....  | 249 |
| 9.8.2 | <i>Esame con raggi x. Radiopacità e radiotrasparenza</i> ..... | 249 |
| 9.8.3 | <i>Esame con liquidi penetranti</i> .....                      | 250 |
| 9.9   | Esami microscopici.....  | 250 |
| 9.9.1 | <i>Generalità</i> .....  | 250 |
| 9.9.2 | <i>Microscopia ottica</i> .....                                | 251 |
| 9.9.3 | <i>Microscopia elettronica</i> .....                           | 253 |
| 9.9.4 | <i>Microscopi a scansione di sonda (SPM)</i> .....             | 254 |

## Capitolo 10

|                                  |  |     |
|----------------------------------|--|-----|
| <b>Materiali metallici</b> ..... | <b>255</b>   |     |
| 10.1                             | Introduzione: i materiali metallici e la metallurgia .....   | 255 |
| 10.2                             | Metalli.....   | 255 |
| 10.3                             | Leghe metalliche .....   | 257 |
| 10.3.1                           | <i>Generalità</i> .....  | 257 |
| 10.3.2                           | <i>Classificazione delle leghe</i> .....   | 258 |
| 10.3.3                           | <i>Concentrazione degli elementi nelle leghe</i> .....   | 258 |
| 10.4                             | Solidificazione dei metalli.....   | 259 |
| 10.4.1                           | <i>Introduzione</i> .....  | 259 |
| 10.4.2                           | <i>Fusione e solidificazione dei metalli</i> .....   | 259 |
| 10.5                             | Struttura cristallina e proprietà fisiche .....  | 267 |
| 10.6                             | Deformazione elastica e plastica dei metalli .....   | 268 |
| 10.6.1                           | <i>Introduzione</i> .....  | 268 |
| 10.6.2                           | <i>Deformazione elastica</i> .....   | 268 |
| 10.6.3                           | <i>Deformazione plastica</i> .....   | 268 |
| 10.6.4                           | <i>Geminazione</i> .....   | 269 |
| 10.6.5                           | <i>Effetto dei giunti dei grani</i> .....  | 270 |
| 10.7                             | Conseguenze della deformazione plastica: incrudimento .....  | 270 |
| 10.8                             | Ricristallizzazione .....  | 271 |
| 10.9                             | Rottura dei materiali metallici .....  | 272 |
| 10.10                            | Strutture delle leghe .....  | 274 |
| 10.10.1                          | <i>Tipi fondamentali di strutture</i> .....  | 274 |
| 10.10.2                          | <i>Soluzioni solide</i> .....  | 275 |
| 10.10.3                          | <i>Miscugli eutettici</i> .....  | 276 |
| 10.10.4                          | <i>Composti intermetallici</i> .....   | 277 |
| 10.11                            | Solidificazione delle leghe e diagrammi di stato .....   | 277 |
| 10.11.1                          | <i>Introduzione</i> .....  | 277 |
| 10.11.2                          | <i>Costruzione dei diagrammi di stato binari</i> .....   | 278 |
| 10.11.3                          | <i>Diagrammi di stato relativi a due elementi solubili<br/>allo stato solido a tutte le concentrazioni</i> .....   | 279 |
| 10.11.4                          | <i>Diagrammi di stato relativi a due elementi insolubili<br/>allo stato solido a tutte le concentrazioni</i> ..... | 282 |
| 10.11.5                          | <i>Diagrammi di stato relativi a due elementi<br/>parzialmente solubili allo stato solido</i> .....                | 284 |
| 10.11.6                          | <i>Diagrammi di stato con trasformazione peritettica</i> .....   | 288 |
| 10.11.7                          | <i>Diagrammi di stato relativi a due elementi<br/>che formano composti</i> .....                                   | 289 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 10.11.8 | <i>Diagrammi di stato complessi</i> .....   | 289 |
| 10.11.9 | <i>Leghe a più componenti e diagrammi di stato ternari</i> .....                    | 290 |
| 10.12   | Solidificazione dei metalli e delle leghe in condizioni reali .....                 | 291 |
| 10.13   | Trasformazioni allo stato solido .....  | 293 |
| 10.13.1 | <i>Generalità</i> .....   | 293 |
| 10.13.2 | <i>Trasformazioni disordine-ordine</i> .....  | 293 |
| 10.13.3 | <i>Precipitazione da una soluzione solida; indurimento per precipitazione</i> ..... | 295 |
| 10.13.4 | <i>Trasformazioni eutettoidi</i> .....  | 297 |
| 10.14   | Lavorazioni dei materiali metallici .....   | 299 |
| 10.15   | Trattamenti termici .....   | 300 |
| 10.16   | Impieghi dei materiali metallici in campo dentale.....                              | 301 |

## Capitolo 11

### Corrosione dei materiali metallici .....303

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 11.1   | Generalità sulla corrosione .....                                     | 303 |
| 11.2   | Classificazione e morfologia dei fenomeni corrosivi .....             | 304 |
| 11.3   | Corrosione a umido .....  | 304 |
| 11.3.1 | <i>Generalità</i> .....   | 304 |
| 11.3.2 | <i>Meccanismo della corrosione a umido</i> .....                      | 305 |
| 11.3.3 | <i>Estensione delle aree anodiche e catodiche</i> .....               | 307 |
| 11.3.4 | <i>Serie elettrochimica dei metalli. Potenziali standard</i> .....    | 307 |
| 11.3.5 | <i>Reazioni anodiche e catodiche</i> .....                            | 310 |
| 11.4   | Tipi di corrosioni a umido.....                                       | 311 |
| 11.4.1 | <i>Corrosione per contatto galvanico</i> .....                        | 312 |
| 11.4.2 | <i>Corrosione selettiva</i> .....                                     | 312 |
| 11.4.3 | <i>Corrosione interstiziale</i> .....                                 | 313 |
| 11.4.4 | <i>Corrosione per vaiolatura</i> .....                                | 314 |
| 11.4.5 | <i>Corrosione sotto sforzo o tensocorrosione</i> .....                | 314 |
| 11.4.6 | <i>Corrosione-erosione</i> .....                                      | 315 |
| 11.4.7 | <i>Corrosione-fatica</i> .....  | 315 |
| 11.4.8 | <i>Corrosione microbiologica</i> .....                                | 315 |
| 11.5   | Corrosione in ambito biologico.....                                   | 316 |
| 11.6   | Condizioni che favoriscono la corrosione nella cavità orale.....      | 318 |
| 11.7   | Effetti dei fenomeni galvanici e corrosivi nella cavità orale.....    | 323 |
| 11.8   | Metodi di valutazione dei fenomeni corrosivi. Prove di corrosione.... | 325 |
| 11.9   | Prevenzione della corrosione dei materiali metallici dentali .....    | 326 |

## Capitolo 12

### Materiali polimerici.....329

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 12.1   | Introduzione .....                                   | 329 |
| 12.2   | Polimeri e monomeri.....                             | 330 |
| 12.3   | Materie plastiche .....                              | 332 |
| 12.3.1 | <i>Generalità</i> .....                              | 332 |
| 12.3.2 | <i>Strutture delle materie plastiche</i> .....       | 333 |
| 12.3.3 | <i>Classificazione delle materie plastiche</i> ..... | 334 |
| 12.3.4 | <i>Meccanismi di polimerizzazione</i> .....          | 334 |
| 12.3.5 | <i>Poliaddizione radicalica</i> .....                | 336 |



|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 12.3.6 | <i>Tipi di poliaddizioni radicaliche dentali</i> .....    | 338 |
| 12.3.7 | <i>Inibizione della poliaddizione radicalica</i> .....    | 339 |
| 12.3.8 | <i>Poliaddizione ionica</i> .....                         | 339 |
| 12.4   | Materie plastiche termoplastiche .....                    | 339 |
| 12.4.1 | <i>Temperatura di transizione vetrosa</i> .....           | 339 |
| 12.4.2 | <i>Materie plastiche termoplastiche amorfe</i> .....      | 340 |
| 12.4.3 | <i>Materie plastiche termoplastiche cristalline</i> ..... | 341 |
| 12.4.4 | <i>Tipi di materie plastiche termoplastiche</i> .....     | 342 |
| 12.5   | Materie plastiche termoindurenti .....                    | 342 |
| 12.6   | Copolimeri.....   | 343 |
| 12.7   | Proprietà delle materie plastiche .....                   | 344 |
| 12.8   | Lavorazioni delle materie plastiche .....                 | 348 |
| 12.9   | Elastomeri .....  | 349 |
| 12.10  | Additivi per le materie plastiche e gli elastomeri .....  | 350 |
| 12.11  | Adesivi .....   | 351 |

## Capitolo 13

|                                |   |            |
|--------------------------------|---|------------|
| <b>Materiali ceramici.....</b> |   | <b>353</b> |
| 13.1                           | Generalità .....  | 353        |
| 13.2                           | Classificazione .....   | 354        |
| 13.3                           | Strutture dei materiali ceramici.....   | 355        |
| 13.4                           | Leghe ceramiche e diagrammi di stato per i sistemi ceramici .....                     | 357        |
| 13.5                           | Proprietà generali dei materiali ceramici .....                                       | 357        |
| 13.6                           | Silicati .....  | 360        |
| 13.6.1                         | <i>Generalità</i> .....   | 360        |
| 13.6.2                         | <i>Silice</i> .....   | 361        |
| 13.6.3                         | <i>Feldspati</i> .....  | 363        |
| 13.6.4                         | <i>Leucite</i> .....  | 363        |
| 13.7                           | Materiali ceramici tradizionali .....   | 364        |
| 13.8                           | Materiali ceramici avanzati o speciali .....  | 366        |
| 13.9                           | Vetri inorganici.....   | 367        |
| 13.9.1                         | <i>Generalità</i> .....   | 367        |
| 13.9.2                         | <i>Formazione dello stato vetroso</i> .....   | 368        |
| 13.9.3                         | <i>Intervallo di lavorabilità dei vetri e modificatori del reticolo vetroso</i> ..... | 369        |
| 13.9.4                         | <i>Temperatura di transizione vetrosa</i> .....                                       | 370        |
| 13.9.5                         | <i>Colorazione del vetro</i> .....  | 370        |
| 13.9.6                         | <i>Vetri idrotermali</i> .....  | 372        |
| 13.9.7                         | <i>Proprietà principali del vetro</i> .....   | 372        |
| 13.10                          | Vetroceramiche .....  | 375        |

## Capitolo 14

|                                 |   |            |
|---------------------------------|---|------------|
| <b>Materiali compositi.....</b> |   | <b>377</b> |
| 14.1                            | Generalità .....                                | 377        |
| 14.2                            | Struttura e classificazione dei compositi ..... | 378        |
| 14.3                            | Compositi rinforzati con particelle .....       | 380        |
| 14.4                            | Compositi rinforzati con fibre .....            | 381        |

**Capitolo 15**

|   |            |
|---|------------|
| <b>Materiali da impronta.....</b>   | <b>385</b> |
| 15.1 Generalità .....   | 385        |
| 15.2 Requisiti dei materiali da impronta.....                                 | 387        |
| 15.3 Classificazione dei materiali da impronta.....                           | 387        |
| 15.3.1 <i>Classificazione</i> .....   | 387        |
| 15.3.2 <i>Tipi di impronte</i> .....  | 389        |
| 15.4 Portaimpronta .....  | 389        |
| 15.5 Elastomeri da impronta .....   | 391        |
| 15.5.1 <i>Generalità</i> .....  | 391        |
| 15.5.2 <i>Norme sugli elastomeri da impronta e loro classificazione</i> ..... | 391        |
| 15.5.3 <i>Tipi di elastomeri da impronta e loro stato di fornitura</i> .....  | 392        |
| 15.5.4 <i>Impieghi</i> .....  | 394        |
| 15.5.5 <i>Composizioni e reazioni chimiche</i> .....                          | 395        |
| 15.5.6 <i>Proprietà generali</i> .....  | 401        |
| 15.5.7 <i>Manipolazione</i> .....   | 406        |
| 15.5.8 <i>Considerazioni generali</i> .....                                   | 411        |
| 15.6 Idrocolloidi da impronta .....   | 412        |
| 15.6.1 <i>Generalità e normative</i> .....                                    | 412        |
| 15.6.2 <i>Idrocolloidi irreversibili da impronta (alginati)</i> .....         | 414        |
| 15.6.3 <i>Idrocolloidi reversibili da impronta (agar)</i> .....               | 420        |
| 15.7 Gesso da impronta .....  | 426        |
| 15.8 Paste termoplastiche .....   | 429        |
| 15.9 Paste all'ossido di zinco-eugenolo da impronta .....                     | 431        |
| 15.10 Cere da impronta .....  | 434        |
| 15.11 Disinfezione delle impronte.....  | 435        |
| 15.12 Materiali per duplicazione .....  | 437        |
| 15.12.1 <i>Generalità</i> .....   | 437        |
| 15.12.2 <i>Tipi di materiali per duplicazione</i> .....                       | 437        |

**Capitolo 16**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Materiali per modelli .....</b>   | <b>441</b> |
| 16.1 Generalità .....  | 441        |
| 16.2 Requisiti dei materiali per modelli.....                                    | 442        |
| 16.3 Gessi dentali.....  | 443        |
| 16.3.1 <i>Introduzione</i> .....   | 443        |
| 16.3.2 <i>Produzione dei gessi dentali</i> .....                                 | 443        |
| 16.3.3 <i>Trasformazioni del solfato di calcio biidrato</i> .....                | 445        |
| 16.3.4 <i>Tipi di solfato di calcio emidrato</i> .....                           | 445        |
| 16.3.5 <i>Reazione di presa e microstruttura del gesso indurito</i> .....        | 448        |
| 16.3.6 <i>Tipi di gessi dentali</i> .....  | 450        |
| 16.3.7 <i>Requisiti per i gessi dentali</i> .....                                | 451        |
| 16.3.8 <i>Rapporto acqua-polvere</i> .....                                       | 452        |
| 16.3.9 <i>Tempo di miscelazione, tempo di lavorazione e tempo di presa</i> ..... | 453        |
| 16.3.10 <i>Acceleranti e ritardanti</i> .....                                    | 454        |
| 16.3.11 <i>Espansione di presa</i> .....   | 455        |
| 16.3.12 <i>Espansione igroscopica di presa</i> .....                             | 457        |
| 16.3.13 <i>Resistenza</i> .....  | 458        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 16.3.14 | Durezza resistenza all'usura.....                        | 459 |
| 16.3.15 | Riproduzione dei dettagli.....                           | 459 |
| 16.3.16 | Manipolazione dei gessi dentali.....                     | 460 |
| 16.3.17 | Conservazione dei modelli e delle polveri di gesso.....  | 464 |
| 16.3.18 | Gessi per impieghi speciali.....                         | 465 |
| 16.3.19 | Disinfezione e sterilizzazione dei modelli in gesso..... | 466 |
| 16.4    | Altri materiali per modelli e monconi.....               | 466 |
| 16.4.1  | Generalità.....  | 466 |
| 16.4.2  | Galvanoplastica delle impronte.....                      | 467 |
| 16.4.3  | Resine sintetiche.....                                   | 468 |
| 16.4.4  | Materiali refrattari.....                                | 469 |
| 16.4.5  | Leghe a bassa temperatura di fusione.....                | 470 |

## Capitolo 17

|                          |   |     |
|--------------------------|---|-----|
| <b>Cere dentali.....</b> | <b>471</b>                                    |     |
| 17.1                     | Generalità e classificazione.....             | 471 |
| 17.2                     | Composizione delle cere dentali.....          | 472 |
| 17.3                     | Proprietà generali.....                       | 474 |
| 17.4                     | Cere per fusioni e cere per placche-base..... | 476 |
| 17.4.1                   | Generalità e classificazione.....             | 476 |
| 17.4.2                   | Cere per fusioni.....                         | 477 |
| 17.4.3                   | Realizzazione dei modellati in cera.....      | 480 |
| 17.4.4                   | Cere per placche-base.....                    | 484 |
| 17.5                     | Cere da lavorazione.....                      | 485 |

## Capitolo 18

|                                       |  |     |
|---------------------------------------|--|-----|
| <b>Materiali da rivestimento.....</b> | <b>487</b>   |     |
| 18.1                                  | Generalità e classificazione.....  | 487 |
| 18.2                                  | Requisiti generali.....  | 488 |
| 18.3                                  | Composizione generale.....   | 489 |
| 18.4                                  | Classificazione.....   | 489 |
| 18.5                                  | Materiali da rivestimento a legante gessoso.....                         | 490 |
| 18.5.1                                | Impieghi e classificazione.....  | 490 |
| 18.5.2                                | Composizione.....  | 491 |
| 18.5.3                                | Rapporto acqua/polvere e preparazione del miscuglio di rivestimento..... | 491 |
| 18.5.4                                | Reazione di presa e struttura.....                                       | 492 |
| 18.5.5                                | Resistenza.....  | 492 |
| 18.5.6                                | Espansione di presa.....   | 493 |
| 18.5.7                                | Espansione termica.....  | 496 |
| 18.5.8                                | Finezza della polvere e porosità del rivestimento.....                   | 500 |
| 18.5.9                                | Conservazione delle polveri di rivestimento.....                         | 500 |
| 18.6                                  | Materiali da rivestimento a legante fosfatico.....                       | 501 |
| 18.6.1                                | Impieghi e classificazione.....  | 501 |
| 18.6.2                                | Composizione.....  | 501 |
| 18.6.3                                | Reazione di presa e reazioni durante il preriscaldamento.....            | 502 |
| 18.6.4                                | Espansione.....  | 502 |
| 18.6.5                                | Caratteristiche generali.....  | 503 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 18.7   | Rivestimenti a legante siliceo .....      | 504 |
| 18.7.1 | <i>Generalità</i> .....                   | 504 |
| 18.7.2 | <i>Composizione reazioni</i> .....        | 504 |
| 18.7.3 | <i>Proprietà generali</i> .....           | 505 |
| 18.8   | Rivestimenti per brasatura .....          | 506 |
| 18.9   | Rivestimenti speciali (per titanio) ..... | 506 |

## Capitolo 19

### Leghe nobili.....509

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 19.1   | Generalità sui materiali metallici dentali.....                           | 509 |
| 19.1.1 | <i>Introduzione</i> .....   | 509 |
| 19.1.2 | <i>Materiali metallici per protesi</i> .....                              | 511 |
| 19.1.3 | <i>Norme, classificazione e requisiti</i> .....                           | 512 |
| 19.2   | Leghe nobili per fusioni dentali .....                                    | 513 |
| 19.2.1 | <i>Introduzione</i> .....   | 513 |
| 19.2.2 | <i>Requisiti dei materiali metallici da fusione per uso dentale</i> ..... | 514 |
| 19.2.3 | <i>Classificazione</i> .....  | 515 |
| 19.2.4 | <i>Leghe ad alto contenuto d'oro</i> .....                                | 516 |
| 19.2.5 | <i>Leghe a medio contenuto d'oro</i> .....                                | 524 |
| 19.2.6 | <i>Leghe d'argento</i> .....  | 525 |
| 19.3   | Riutilizzo delle leghe nobili .....                                       | 526 |

## Capitolo 20

### Leghe non nobili.....529

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 20.1   | Generalità .....   | 529 |
| 20.2   | Leghe non nobili per fusione a cera persa .....  | 529 |
| 20.2.1 | <i>Generalità</i> .....  | 529 |
| 20.2.2 | <i>Leghe non nobili per protesi rimovibili</i> .....   | 531 |
| 20.2.3 | <i>Leghe non nobili per protesi fisse</i> .....  | 536 |
| 20.3   | Considerazioni biologiche .....  | 540 |
| 20.4   | Riutilizzo delle leghe non nobili .....  | 541 |
| 20.5   | Leghe non nobili per fusione laser selettiva.....  | 541 |
| 20.6   | Leghe di cobalto in polvere semisinterizzata o compattata per fresatura con tecniche CAD-CAM e successiva cottura di sinterizzazione ..... | 543 |
| 20.7   | Titanio .....  | 544 |
| 20.7.1 | <i>Generalità</i> .....  | 544 |
| 20.7.2 | <i>Proprietà generali del titanio</i> .....  | 546 |
| 20.7.3 | <i>Tipi di titanio commerciale</i> .....   | 547 |
| 20.7.4 | <i>Leghe di titanio</i> .....  | 548 |
| 20.7.5 | <i>Il titanio in implantologia</i> .....   | 550 |

## Capitolo 21

### Fusione a cera persa.....557

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 21.1   | Introduzione .....                            | 557 |
| 21.2   | Fusione a cera persa delle protesi fisse..... | 559 |
| 21.2.1 | <i>Il modellato in cera</i> .....             | 559 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 21.2.2 | <i>Il perno di colata</i> .....   | 561 |
| 21.2.3 | <i>Messa in rivestimento</i> .....  | 565 |
| 21.2.4 | <i>Preriscaldamento della forma refrattaria</i> .....                               | 568 |
| 21.2.5 | <i>Fusione e colata della lega</i> .....  | 569 |
| 21.2.6 | <i>Recupero e rifinitura della fusione</i> .....                                    | 576 |
| 21.3   | Fusione a cera persa dei telai metallici<br>delle protesi parziali rimovibili ..... | 579 |
| 21.3.1 | <i>Generalità</i> .....   | 579 |
| 21.3.2 | <i>Trattamento del modello refrattario</i> .....                                    | 580 |
| 21.3.3 | <i>Modellazione in cera</i> .....   | 580 |
| 21.3.4 | <i>Applicazione dei perni di colata</i> .....                                       | 580 |
| 21.3.5 | <i>Messa in rivestimento</i> .....  | 581 |
| 21.3.6 | <i>Preriscaldamento della forma refrattaria</i> .....                               | 582 |
| 21.3.7 | <i>Fusione e colata della lega</i> .....  | 582 |
| 21.3.8 | <i>Recupero e rifinitura della fusione</i> .....                                    | 582 |
| 21.4   | Fusione a cera persa del titanio in campo dentale.....                              | 583 |
| 21.5   | Difetti nelle fusioni .....   | 589 |
| 21.6   | Sovrafusioni .....  | 596 |

## Capitolo 22

### Introduzione alle tecnologie digitali in protesi dentaria .....601

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 22.1  | Generalità .....  | 601 |
| 22.2  | Tecnologie CAD-CAM .....  | 601 |
| 22.3  | Il processo di produzione computerizzato .....  | 602 |
| 22.4  | Reverse Engineering dentale .....   | 606 |
| 22.5  | Progettazione virtuale .....  | 609 |
| 22.6  | Fase CAM .....  | 610 |
| 22.7  | Tecnologie di prototipazione rapida.....  | 614 |
| 22.8  | Fusione laser selettiva .....   | 614 |
| 22.9  | Stereolitografia .....  | 619 |
| 22.10 | Modellazione tramite estrusione di filamenti<br>(Fused Deposition Modeling, FDM) e modellazione multigetto<br>(Multi Jet Modeling, MJM) ..... | 620 |

## Capitolo 23

### Leghe semilavorate .....623

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 23.1   | Generalità .....  | 623 |
| 23.2   | Leghe nobili in fili .....  | 624 |
| 23.3   | Acciai .....  | 625 |
| 23.3.1 | <i>Generalità sugli acciai</i> .....  | 625 |
| 23.3.2 | <i>Polimorfismo del ferro e principali strutture<br/>delle leghe ferro-carbonio</i> ..... | 626 |
| 23.3.3 | <i>Generalità sugli acciai inossidabili</i> .....   | 628 |
| 23.3.4 | <i>Acciai inossidabili austenitici</i> .....  | 629 |
| 23.4   | Leghe di cobalto-cromo-nichel in fili.....  | 632 |
| 23.5   | Leghe di titanio-beta in fili .....   | 633 |
| 23.6   | Leghe di nichel-titanio in fili .....   | 633 |

**Capitolo 24**

|   |                |
|---|----------------|
| <b>Saldatura .....</b>  | <b>637</b>     |
| 24.1 Generalità sulla saldatura.....  | 637            |
| 24.2 Classificazione delle saldature .....  | 638            |
| 24.3 Tipi di saldature dentali.....   | 639            |
| 24.3.1 <i>Classificazione in base al procedimento di saldatura</i> .....  | 639            |
| 24.3.2 <i>Classificazione in base al sistema di sostegno<br/>                  dei pezzi da collegare</i> ..... | 640            |
| 24.4 Brasature dentali.....   | 640            |
| 24.4.1 <i>Materiali e mezzi per l'esecuzione delle brasature</i> .....  | 640            |
| 24.4.2 <i>Norme sulle brasature dentali</i> .....   | 641            |
| 24.4.3 <i>Requisiti generali per i metalli d'apporto</i> .....  | 641            |
| 24.4.4 <i>Stato di fornitura dei metalli d'apporto</i> .....  | 642            |
| 24.4.5 <i>Tipi di metalli d'apporto per brasature dentali</i> .....   | 642            |
| 24.4.6 <i>Fondenti</i> .....  | 644            |
| 24.4.7 <i>Microstruttura del giunto saldato</i> .....   | 645            |
| 24.4.8 <i>Brasatura al cannello</i> .....   | 647            |
| 24.4.9 <i>Difetti nelle brasature e loro cause</i> .....  | 654            |
| 24.4.10 <i>Brasatura a raggi infrarossi</i> .....   | 656            |
| 24.4.11 <i>Brasatura in forno</i> .....   | 658            |
| 24.4.12 <i>Brasatura elettrica</i> .....  | 659            |
| 24.5 Saldature per fusione .....  | 659            |
| 24.5.1 <i>Generalità</i> .....  | 659            |
| 24.5.2 <i>Saldatura laser</i> .....   | 659            |
| 24.5.3 <i>Saldatura TIG</i> .....   | 663            |
| 24.5.4 <i>Saldatura al plasma</i> .....   | 664            |
| 24.6 Saldatura per resistenza.....  | 666            |
| <br><b>Bibliografia .....</b>   | <br><b>669</b> |
| <b>Indice analitico.....</b>  | <b>673</b>     |

# *Piano dell'opera*

## *Volume 2*

|                               |   |            |
|-------------------------------|---|------------|
| Capitolo 25                   | Ceramica e metallo-ceramica dentale.....      | 1          |
| Capitolo 26                   | Materiali a base di polimeri per protesi..... | 131        |
| Capitolo 27                   | Resine composite per protesi.....             | 179        |
| Capitolo 28                   | Elementi di colorimetria.....                 | 201        |
| <b>Bibliografia</b> .....     |   | <b>219</b> |
| <b>Indice analitico</b> ..... |   | <b>223</b> |

