

Ing. GIUSEPPE COSTA

METALLURGIA

COLLEZIONE LATTES

86
Ing. GIUSEPPE COSTA

METALLURGIA

Fabbricazione al forno comune ed al forno elettrico, lavorazione e trattamenti termici del **Ferro - Ghisa - Acciaio - Acciai speciali** (al [nickel, manganese, silicio, cromo, tungsteno, molibdeno, vanadio, ecc.) - **Aluminio, Zinco, Rame, Piombo, Stagno, ecc.**

Con 255 illustrazioni e micrografie.

TORINO

S. LATTES & C., Librai - Editori

Via Garibaldi, 3 (piazza Castello)

FIRENZE: R. BEMPORAD & FIGLIO - BOLOGNA: DITTA N. ZANICHELLI

1912

INDICE DELLE MATERIE

PARTE PRIMA

Metallurgia generale.

I.

Nozioni generali e cenni storici.

§ 1.	Origini della metallurgia	Pag. 1
§ 2.	Principii generali della metallurgia	» 2
§ 3.	Svolgimento storico dei sistemi di produzione dei prodotti metallurgici	» 4
§ 4.	I sistemi attuali	» 7

II.

Minerali.

§ 5.	Generalità sui minerali	» 9
§ 6.	Giacimento dei minerali	» 10
§ 7.	Preparazione dei minerali	» 13
§ 8.	Minerali di ferro	» 15

III.

Combustione e combustibili.

§ 9.	Combustibili metallurgici	» 18
§ 10.	Fenomeni della combustione	» »
§ 11.	Confronto tra l'impiego dei combustibili solidi e gasosi	» 19
§ 12.	Potere calorifico e sua misura	» 21

§	13. Diverse specie di combustibili	Pag. 21
§	14. Combustibili naturali	» 22
§	15. Combustibili artificiali solidi	» 24
§	16. Combustibili artificiali gassosi e loro fabbricazione	» 26

IV.

Procedimenti ed apparecchi metallurgici.

A) Procedimenti pirometallurgici.

§	17. Apparecchi della vecchia e della nuova metallurgia	» 31
§	18. Apparecchi pirometallurgici	» 32
§	19. Forni a riscaldamento diretto	» 33
§	20. Forni a focolare distinto	» 36
§	21. Forni a petrolio	» 39
§	22. Forni a riscaldamento indiretto	» 40
§	23. Macchine soffianti	» 42

B) Procedimenti elettrometallurgici.

§	24. Nozioni di elettrometallurgia	» 45
§	25. Apparecchi impiegati in elettrometallurgia	» 46
§	26. Leggi generali dell'elettrolisi	» 47
§	27. Equivalente elettrochimico	» 48
§	28. Forni elettrici	» 50
§	29. Apparecchi elettrici di riscaldamento	» »

C) Procedimenti alluminotermici.

§	30. Principi dell'alluminotermia	» 52
§	31. Apparecchi alluminotermici	» 53

V.

Materiali refrattari.

§	32. Materiali acidi	» 54
§	33. Impiego dei materiali acidi	» 57
§	34. Materiali basici	» »
§	35. Materiali neutri	» 59

VI.

Prove dei metalli. - Esame micrografico.

§ 36.	I sistemi comuni e metallografici nell'esame dei metalli	<i>Pag.</i> 60
§ 37.	Prove meccaniche a freddo	» 61
§ 38.	Determinazione del limite elastico, della fragilità e della durezza dei metalli	» 65
§ 39.	Prove meccaniche a caldo	» 68
§ 40.	Prove termiche	» 70
§ 41.	Prove micrografiche	» »
§ 42.	Esame micrografico	» 71

PARTE SECONDA

Siderurgia.

VII.

Prodotti siderurgici.

§ 43.	Oggetto della siderurgia	<i>Pag.</i> 73
§ 44.	Proprietà del ferro	» 74
§ 45.	Ferro dolce	» 75
§ 46.	Acciaio	» 77
§ 47.	Ghisa	» 81
§ 48.	Metodi diretti ed indiretti di produzione dei ferri e degli acciai	» 83

VIII.

Leghe ferro-carbonio.

§ 49.	Leghe	» 84
§ 50.	Punti di trasformazione	» 85
§ 51.	Diagramma d'equilibrio delle leghe ferro-carbonio	» 87
§ 52.	Costituenti delle leghe ferro-carbonio	» 91

IX.

Fabbricazione della ghisa.

A) All'alto forno comune.

§ 53.	Alti forni	Pag. 100
§ 54.	L'alto forno comune ed il principio del metodo di fabbricazione della ghisa	» 101
§ 55.	Reazioni nell'alto forno	» 104
§ 56.	Andamento dell'alto forno. - Qualità di ghise	» 108
§ 57.	Dati di consumo	» 110
§ 58.	Particolari degli alti forni	» 111
§ 59.	Apparecchi ad aria calda	» 116
§ 60.	Impianti d'alti forni	» 118
§ 61.	Ghise di seconda fusione	» 121
§ 62.	Fusione al cubilotto	» 123
§ 63.	Fusione al riverbero	» 124
§ 64.	Fusione al crogiolo	» 125
§ 65.	Ghisa malleabile	» 126
§ 66.	Particolarità sulle ghise	» 127
§ 67.	Getti di ghisa e getti d'acciaio	» 128

B) Fabbricazione della ghisa coi sistemi elettrometallurgici.

§ 68.	L'alto forno elettrico di Domnarfvet	» 132
§ 69.	Forno Keller	» 135

X.

Fabbricazione del ferro.

§ 70.	I diversi metodi di produzione del ferro	» 138
§ 71.	Produzione diretta del ferro dal minerale - Metodo catalano	» 139
§ 72.	Metodi indiretti di produzione del ferro. - Metodo alemanno al basso fuoco	» 141
§ 73.	Metodo inglese al forno a riverbero. - Puddellatura	» 143
§ 74.	Puddellatura meccanica	» 147

XI.

**Fabbricazione dell'acciaio
coi sistemi pirometallurgici.**

§ 75.	Denominazione degli acciai	» 149
§ 76.	Fabbricazione degli acciai.	» 154

77.	Acciai di cementazione	<i>Pag.</i> 154
78.	Acciai Bessemer	» 157
79.	Reazioni nell'operazione Bessemer	» 158
80.	Disposizioni degli apparecchi e degli impianti Bessemer	» 160
81.	Convertitore Robert	» 162
82.	Acciaio Thomas	» 164
83.	Reazioni nell'operazione Thomas	» 165
84.	Produzione dell'acciaio Martin-Siemens	» 166
85.	Particolarità dei forni Martin-Siemens	» 168
86.	Processo di fabbricazione dell'acciaio Martin- Siemens	» 170
87.	Scraps-process	» 171
88.	Ore-process	» 173
89.	Metodo delle spugne ferrose (loupes)	» »
90.	Marcia in defosforazione	» 174
91.	Procedimenti di colata dell'acciaio in lingotti	» »
92.	Impianti Martin-Siemens	» 177
93.	Acciai fusi al crogiolo	» 181
94.	Procedimento della fusione al crogiolo	» 183

XII.

Fabbricazione dell'acciaio al forno elettrico.

95.	Considerazioni generali	<i>Pag.</i> 185
96.	Reazioni al forno elettrico	» 187
97.	Fabbricazione dell'acciaio nei vari tipi di forni elettrici	» 188
98.	Acciaio al forno Héroult	» 189
99.	Acciaio al forno Stassano	» 194
100.	Acciaio al forno Girod	» 196
101.	Acciaio al forno Keller d'affinazione	» 207
102.	Forno Gin	» 209
103.	Forni a induzione. - Forno Kjellin	» 210
104.	Acciaio al forno Kjellin	» 212
105.	Acciaio al forno Röckling-Rodenhauser	» 213
106.	Confronto tra i principali apparecchi di pro- duzione dell'acciaio al forno elettrico	» 219
107.	Impianti di acciaierie elettriche	» 221

XIII.

Lavorazione del ferro e dell'acciaio.

§ 108.	Lavorazione del ferro	<i>Pag.</i> 223
§ 109.	Forni di bollitura e di riscaldamento	» 225
§ 110.	Lavorazione dell'acciaio	» 227
§ 111.	Apparecchi di lavorazione del ferro e dell'acciaio - Magli	» 228
§ 112.	Presse idrauliche	» 231
§ 113.	Compressori	» »
§ 114.	Laminatoi	» 232
§ 115.	Azione della laminazione	» 234
§ 116.	Scanalature dei cilindri.	» 236
§ 117.	Laminatoi universali	» 239
§ 118.	Fabbricazione dei ferri ed acciai mercantili e dei profilati speciali	» 241
§ 119.	Fabbricazione delle lamiere.	» 242
§ 120.	Fabbricazione delle ruote laminate	» 246
§ 121.	Fabbricazione dei cerchioni.	» 249
§ 122.	Fabbricazione dei tubi	» 250
§ 123.	Fabbricazione dei fili	» 252
§ 124.	Fabbricazione dei pezzi stampati.	» 254

PARTE TERZA

Siderurgia speciale.

XIV.

I nuovi metalli applicati alla siderurgia.

§ 125.	Ghise, acciai e leghe speciali	<i>Pag.</i> 255
§ 126.	I metalli speciali	» 256
§ 127.	Nickel	» 257
§ 128.	Cromo	» 258
§ 129.	Tungsteno	» 259
§ 130.	Molibdeno	» 260
§ 131.	Manganese	» 261

S	132. Leghe al manganese	Pag. 263
S	133. Vanadio e sue leghe	» 265
S	134. Metalli speciali secondari	» 267
S	135. Metalloidi speciali. - Silicio.	» 268

XV.

Ghise speciali.

S	136. Ferro-cromo	» 269
S	137. Ferro-manganese	» 271
S	138. Ferro-tungsteno	» 272
S	139. Ferro-molibdeno	» 273
S	140. Ferro-vanadio	» »
S	141. Ferro-silicio	» 274
S	142. Silico-spiegel	» 276
S	143. Nickel-metalli	» 277

XVI.

Acciai ternari.

S	144. Acciai al nickel	» 277
S	145. Studio teorico degli acciai al nickel	» 278
S	146. Studio pratico degli acciai al nickel	» 284
S	147. Acciai al manganese	» 290
S	148. Acciai al silicio	» 294
S	149. Acciai al cromo	» 297
S	150. Acciai al tungsteno	» 299
S	151. Acciai al molibdeno	» 301
S	152. Acciai al vanadio	» 303
S	153. Altri acciai ternari.	» 305
S	154. Acciai ternari per applicazioni elettriche	» 307

XVII.

Acciai quaternari.

S	155. Proprietà degli acciai quaternari	» 312
S	156. Acciai quaternari al nickel. - Nickel-manganese	» 312
S	157. Acciai al nickel-cromo	» 314
S	158. Acciai al nickel-vanadio	» 317

§ 159.	Altri acciai quaternari al nickel	<i>Pag.</i> 318
§ 160.	Acciai quaternari al tungsteno	» 319
§ 161.	Acciai quaternari al manganese	» 324
§ 162.	Altri acciai quaternari	» 325

PARTE QUARTA

Metallurgia dei metalli usuali.

XVIII.

Alluminio.

§ 163.	Generalità sull'alluminio. - Suoi minerali	<i>Pag.</i> 326
§ 164.	Produzione dell'alluminio	» 328
§ 165.	Proprietà dell'alluminio	» 334
§ 166.	Applicazioni metallurgiche dell'alluminio. - Ferro mitis	» 335
§ 167.	Leghe d'alluminio.	» 337

XIX.

Zinco.

§ 168.	Generalità sullo zinco	» 339
§ 169.	Minerali di zinco	» 340
§ 170.	Metallurgia dello zinco	» 341
§ 171.	Affinazione dello zinco	» 347
§ 172.	Leghe di zinco	» 349

XX.

Rame.

§ 173.	Generalità sul rame	» 350
§ 174.	Minerali di rame	» 351
§ 175.	Metallurgia del rame	» »
§ 176.	Elettrometallurgia del rame	» 357
§ 177.	Affinazione del rame	» 358
§ 178.	Lavorazione ed impiego del rame	» 359
§ 179.	Leghe di rame - Bronzi ed ottoni	» 360

XXI.

Piombo.

§	180. Proprietà generali	Pag.	365
§	181. Minerali di piombo.	»	366
§	182. Metallurgia del piombo. - Trattamento dei mi- nerali	»	367
§	183. Affinazione del piombo	»	370
§	184. Metodi elettrolitici	»	372
§	185. Lavorazione del piombo	»	373

XXII.

Stagno.

§	186. Nozioni generali e proprietà dello stagno	»	374
§	187. Minerali. - Trattamento metallurgico	»	375
§	188. Affinazione elettrolitica. - Distagnazione della latta	»	377

XXIII.

**Cenni sulla metallurgia dei metalli
d'impiego limitato.**

A) *Metalli comuni.*

§	189. Mercurio	»	377
§	190. Magnesio	»	381
§	191. Cobalto	»	382
§	192. Bismuto	»	»

B) *Metalli preziosi.*

§	193. Oro	»	383
§	194. Argento	»	384
§	195. Platino	»	386

PARTE QUINTA

Trattamenti termici.

XXIV.

Teoria dei trattamenti termici dei prodotti siderurgici.

§ 196. Definizioni	<i>Pag.</i> 388
§ 197. Teoria della tempera	» 389
§ 198. Teoria della ricottura	» 394
§ 199. Teoria del rinvenimento	» 396
§ 200. Teoria della cementazione	» 401

XXV.

Studio pratico dei trattamenti termici sui diversi prodotti siderurgici.

§ 201. Temperature di tempera	» 404
§ 202. Pirometri termoelettrici ed ottici	» 405
§ 203. Bagni di tempera	» 408
§ 204. Temperature di ricottura	» 410
§ 205. Forni ed installazioni da tempera e da ricottura	» 411
§ 206. Tempere per pezzi speciali (Corazze Krupp ed Harvey)	» 419
§ 207. Insuccessi di tempera	» 423
§ 208. Norme pratiche di trattamento degli acciai da utensili	» 428

XXVI.

Trattamenti termici delle leghe di rame.

§ 209. Bronzi ordinari	» 434
§ 210. Bronzi d'alluminio	» 437
§ 211. Ottoni	» 439

INDICE DELLE APPENDICI

APPENDICE I.

Istruzioni per la collaudazione dei ferri e degli acciai per gli scafi delle RR. Navi.

PARTE I.

Lamiere e verghe di ferro e di ferro omogeneo.

CAPO I.	— Norme generali	Pag. 443
" II.	— Attitudine alla saldatura delle lamiere e delle verghe di ferro	" 447
" III.	— Lamiere di ferro finissimo	" "
" IV.	— Lamiere di ferro fino	" 449
" V.	— Lamiere di ferro ordinario	" 450
" VI.	— Lamiere di ferro omogeneo	" 451
" VII.	— Verghe angolate di ferro finissimo	" 454
" VIII.	— Verghe angolate di ferro fino	" 455
" IX.	— Verghe angolate di ferro omogeneo	" 456
" X.	— Verghe a T e a doppio T di ferro fino	" 458
" XI.	— Verghe a T e a doppio T di ferro ordinario	" 459
" XII.	— Verghe a T e verghe con tondino di ferro omogeneo	" 460
" XIII.	— Verghe a Z, a canale, a doppio T, a T con tondino ed angolate con tondino di ferro omogeneo	" 461

CAPO XIV.	— Verghe tonde, quadre e piatte di ferro finissimo	Pag. 463
" XV.	— Verghe tonde, quadre e piatte di ferro fino	" 465
" XVI.	— Verghe tonde, quadre e piatte di ferro ordinario	" 467
" XVII.	— Verghe tonde, quadre e piatte di ferro omogeneo	" 468

PARTE II.

Pezzi di acciaio fuso o fucinato e di ferro fucinato per scafi (ruote di prora, dritti di poppa, telai di timone, bracci di sostegno).

CAPO XVIII.	— Parti di acciaio fuso	Pag. 470
" XIX.	— Parti di acciaio fucinato	" 471
" XX.	— Parti di ferro fucinato	" 472

APPENDICE.

Istruzioni per la collaudazione delle lamiere e delle verghe di acciaio ad elevata resistenza Pag. 473

APPENDICE II.

Istruzioni per la collaudazione dei materiali per gli apparati motori della R. Marina.

PARTE I.

Materiali per generatori di vapore.

CAPO I.	— Lamiere di acciaio	Pag. 478
" II.	— Tubi scaldatori saldati, di ferro o di acciaio	" 481

CAPO III.	— Tubi scaldatori senza saldatura e tubi di circolazione, di acciaio . . .	Pag. 484
"	IV. — Collettori, di acciaio	" 489
"	V. — Tubi di acciaio trafilati a caldo . . .	" 491
"	VI. — Lamiere e verghe di rame	" 492
"	VII. — Tubi scaldatori, di rame e di ottone . . .	" 493
"	VIII. — Tiranti, pernotti, rinforzi, ecc., di acciaio e di ferro	" 495
"	IX. — Getti, di acciaio	" 497
"	X. — Getti, di ghisa malleabile	" 498
"	XI. — Lamiere e ferri per strutture non soggette alla pressione del vapore . . .	" 500
"	XII. — Accessorii	" "

PARTE II.

Materiali per tubolature da vapore e di alimentazione.

CAPO XIII.	— Tubi di acciaio, saldati	Pag. 501
"	XIV. — Tubi di acciaio, senza saldatura . . .	" 503
"	XV. — Tubi di acciaio, trafilati a caldo . . .	" 505
"	XVI. — Tubi di rame e di ottone, senza saldatura	" "
"	XVII. — Tubi di rame e di ottone, saldati . . .	" 507
"	XVIII. — Accessorii	" 509

PARTE III.

Materiali per condensatori, evaporatori, distillatori, ecc.

CAPO XIX.	— Lamiere per involucri e per piastre tubiere	Pag. 511
"	XX. — Tubi e ghiera	" 512
"	XXI. — Getti	" 514

PARTE IV.

Materiali per motrici e per macchinari in generale.

CAPO XXII.	— Getti di ghisa	Pag. 515
"	XXIII. — Getti di acciaio	" 516
"	XXIV. — Ferro fucinato	" 518
"	XXV. — Acciaio fucinato	" 519
"	XXVI. — Bronzo, ottoni e metallo Muntz . . .	" 521

CAPO XXVII. — Metallo Delta, bronzo manganese e bronzo Stone	Pag. 526
„ XXVIII. — Metallo bianco; rame, bronzo e stagno fosforoso	„ 527

PARTE V.

*Materiali per tubolature non sottoposte a pressione,
e consimili.*

CAPO XXIX. — Tubi di acciaio e di ferro	Pag. 528
---	----------

APPENDICE III.

**Capitolato d'oneri generale delle Ferrovie dello Stato
per la fornitura di materiale rotabile.**

Qualità dei materiali.

Ghisa	Pag. 531
Ghisa malleabile	„ 532
Acciaio fuso	„ 533
Acciaio fucinato	„ 535
Ferro puddellato in verghe	„ 536
Ferro omogeneo o acciaio extra-dolce in verghe	„ 538
Lamiere di acciaio dolce	„ 540
Tubi di ferro	„ 543
Ferro e acciaio speciali	„ 544
Rame in verghe	„ „
Barre tonde di bronzo manganese	„ 545
Lamiere di rame	„ 546
Tubi di rame	„ 547
Tubi di ottone	„ 548
Tubi bollitori (lisci o tipo Serve)	„ 549
Leghe metalliche	„ „
Prescrizioni generali sulle prove dei metalli	„ 550

Costruzione e montatura.

Sale montate:

Sale montate motrici ed accoppiate per locomotive	<i>Pag.</i> 555
" " portanti per locomotive e tenders	" 564
" " per veicoli	" "
Molle a balestra	" 569
" a spirale	" 574
Aste e ganci di trazione	" 575
Tenditori	" "
Respingenti e loro custodie	" 577
Chiavarde e chiodi	" 578

INDICE DELLE TAVOLE

TAVOLA I.	— Minerali di ferro	Pag. 16-17
"	II. — Poteri calorifici	" 20
"	III. — Carbone coke	" 25
"	IV. — Analisi delle ceneri di coke	" 26
"	V. — Combustibili metallurgici naturali	" 30
"	VI. — Forni metallurgici comuni	" 42
"	VII. — Equivalenti elettrochimici	" 49
"	VIII. — Calore di formazione dei cloruri allo stato disciolto	" 50
"	IX. — Forni elettrici	" 50
"	X. — Prove di trazione a caldo (Le Chatelier)	" 68
"	XI. — Ferri	" 77
"	XII. — Acciai Martin superiori	" 78-79
"	XIII. — Analisi dei gas degli alti forni (Cailletet)	" 112
"	XIV. — Composizione di ferro-silicio ottenuto al forno elettrico	" 276
"	XV. — Acciai al nickel	" 280
"	XVI. — Acciai al manganese	" 293
"	XVII. — Acciai al silicio (caratteristiche meccaniche)	" 296
"	XVIII. — Acciai al silicio (caratteristiche elettriche)	" 296
"	XIX. — Acciai al cromo	" 299
"	XX. — Acciai al tungsteno	" 300
"	XXI. — Acciai al molibdeno	" 302
"	XXII. — Acciai al vanadio	" 305
"	XXIII. — Acciai al boro: Composizione — Proprietà meccaniche	" 306

TAVOLA	XXIV.	— Acciai al nickel-vanadio .	Pag.	318
"	XXV.	— Composizioni di alcuni acciai rapidi	"	320
"	XXVI.	— Risultati pratici di lavorazione con acciaio rapido	"	323
"	XXVII.	— Bronzi d'alluminio	"	338
"	XXVIII.	— Bronzi ed ottoni	"	362 363
"	XXIX.	— Temperature di rinvenimento	"	398
"	XXX.	— Temperature di trattamento degli acciai	"	405
"	XXXI.	— Influenza della ricottura sulle caratteristiche dell'acciaio	"	410
"	XXXII.	— Trattamento degli acciai speciali (Guillet)	"	424-427
"	XXXIII.	— Trattamento degli utensili comuni	"	432-433
"	XXXIV.	— Risultati della tempera sui bronzi ordinari	"	435
"	XXXV.	— Risultati della tempera sui bronzi d'alluminio	"	438
"	XXXVI.	— Risultati della ricottura sull'alluminio e sue leghe .	"	439
"	XXXVII.	— Metalli	"	583
"	XXXVIII.	— Denominazione dei prodotti siderurgici nelle lingue italiana, francese, tedesca, inglese, svedese	"	584-585
"	XXXIX.	— Produzione mineraria dell'Europa (1908) in tonnellate	"	586-587
"	XL.	— Acciai tondi e quadri di m/m 5 a 300. Pesì approssimativi al metro lineare	"	588-589
"	XLI.	— Piatti d'acciaio da m/m 4 × 15 a m/m 40 × 80. Pesì approssimativi per metro corrente	"	590-591
"	XLII.	— Piatti d'acciaio da m/m 42 a m/m 225 di larghezza. Peso		

		approssimativo al metro lineare per ogni m/m di spessore	Pag.	592
TAVOLA	XLIII.	— Peso dei diversi metalli in kg. per centimetri cubici	"	593
"	XLIV.	— Acciai triangolari da m/m 5 a 33. Peso al metro lineare	"	594
"	XLV.	— Esagoni ed ottagoni d'acciaio. Peso al metro lineare	"	595
"	XLVI.	— Mezzo tondi pieni in acciaio. Pesi approssimativi al metro lineare	"	596-597
"	XLVII.	— Ragguaglio fra le misure inglesi e quelle metrico-decimali	"	598
"	XLVIII.	— Dimensioni correnti delle lamiere d'acciaio	"	599
"	XLIX.	— Dimensioni correnti e pesi delle lamiere striate	"	600
"	L.	— Lamiere d'acciaio. Peso al m ² in kg.	"	"
"	LI.	— Lamiere di diversi metalli. Peso al m ² delle lastre di diversi metalli, in kg.	"	601
"	LII.	— Fili di ferro, rame e ottone (Scala di Parigi)	"	602
"	LIII.	— Tubi di ghisa a manicotto	"	603
"	LIV.	— Tubi di rame	"	604
"	LV.	— Tubi di ottone	"	605
"	LVI.	— Tubi di piombo per acqua e gas	"	"
"	LVII.	— Tubi di acciaio: A) Tubi di lamiera con flange di ghisa (lungh. 3 m.). B) Tubi con manicotti a vite (lunghezza 3 ÷ 6 m.). C) Tubi Mannesmann	"	606
"	LVIII.	— Resistenza dei conduttori	"	607
"	LIX.	— Peso di 100 rivetti greggi	"	608-609
"	LX.	— Funi metalliche	"	610
"	LXI.	— Catene	"	"

TAVOLA LXII.	—	Peso approssimativo di 100 bulloni.	Pag. 611
" LXIII.	—	Quadrato, cubo, radice qua- drata, radice cubica, valore reciproco, logaritmo, circon- ferenza ed area del circolo, dei numeri intieri da 1 a 100	" 612-613

INDICE DELLE MICROGRAFIE

FIG.	34 Ferrite	tra pag. 92 e 93
"	35 Cementite	" "
"	36 Perlite normale	" "
"	37 Acciaio dolcissimo	" "
"	38 Acciaio dolce.	" "
"	39 Acciaio semiduro	" "
"	40 Acciaio duro	" "
"	41 Martensite normale	" "
"	42 Austenite	" 96 e 97
"	43 Poliedri (ferro γ)	" "
"	44 Perlite emulsionata. Troostite.	" "
"	45 Perlite emulsionata. Sorbite	" "
"	48 Ghisa grigia. Grafite e perlite	" 112 e 113
"	49 Ghisa bianca. Cementite e perlite	" "
"	152 Ferro-cromo	" 272 e 273
"	153 Ferro-tungsteno	" "
"	154 Ferro-molibdeno	" "
"	155 Ferro-vanadio.	" "
"	156 Ferro-silicio al 15 $\frac{0}{100}$	" "
"	157 Ferro-silicio al 25 $\frac{0}{100}$	" "
"	158 Silico-manganese	" "
"	159 Ferro-titanio	" "
"	167 Acciaio a 10 $\frac{0}{100}$ di manganese	" 292 e 293
"	170 Acciaio al silicio ricotto a 900°	" 296 e 297
"	171 Acciaio al 25,5 $\frac{0}{100}$ di silicio	" "
"	173 Acciaio al cromo	" 298 e 299
"	174 Acciaio al tungsteno	" "
"	178 Acciaio al molibdeno	" 304 e 305
"	179 Acciaio al vanadio	" "
"	183 Acciaio forgiato per lamiera da dinamo	" 310 e 311
"	185 Acciaio forgiato da calamita	" "

FIG.	187	Acciaio al cromo-nickel	tra pag.	320 e 321
"	188	Acciaio rapido	"	" "
"	207	Rame	"	360 e 361
"	208	Bronzo d'alluminio	"	" "
"	219	Influenza della tempera su acciaio dolcissimo	"	390 e 391
"	220	Acciaio greggio di colata	"	" "
"	221	Acciaio forgiato	"	392 e 393
"	222	Acciaio ricotto dopo forgiatura (struttura normale)	"	" "
"	223	Acciaio ricotto dopo forgiatura (struttura poliedrica)	"	" "
"	224	Acciaio ricotto dopo forgiatura (struttura sorbitica)	"	" "
"	225	Trasformazione d'una ghisa bianca in ghisa grigia. Ghisa bianca	"	396 e 397
"	226	id. Ghisa bianca ricotta a 800°	"	" "
"	227	id. Ghisa bianca ricotta a 1150°	"	" "
"	228	Acciaio temperato senza rinvenimento	"	" "
"	229	Acciaio temperato e rinvenuto a 500°	"	" "
"	230	Acciaio temperato e ricotto a 600°	"	" "
"	231	Acciaio temperato e ricotto a 700°	"	" "
"	249	Difetti dell'acciaio. Acciaio ossidato	"	430 e 431
"	250	" " Acciaio sano	"	" "
"	251	" " Macchia di scorie	"	" "
"	252	" " Acciaio sano	"	" "
"	253	" " Acciaio duro bruciato	"	" "
"	254	" " " " " "	"	" "
"	255	" " " " " "	"	" "

