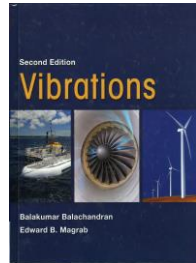


1. Balachandran, Balakumar. Vibrations. Australia: Cengage Learning, cop.2009. 712p. ISBN-978-0-534-55206-0.
Signatura: IB/534.1 BAL vib (2ed.)



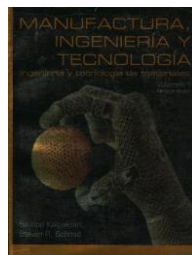
[Índice](#)

2. Ortiz Herrera, Jesús. Manual de uniones atornilladas frontales pretensadas. [Madrid]: APTA; CatedrAcero, [2007]. 150p. ISBN-978-84-690-6123-7
Signatura: IB/621.7 ORT man



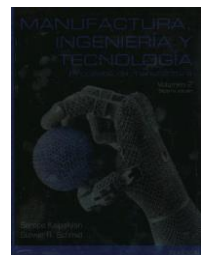
[Índice](#)

3. Kalpakjian, Serope. Manufactura, ingeniería y tecnología, vol.1. Naucalpal de Juárez: Pearson, 2014. ISBN-978-607-32-2735-3
Signatura: IB/I. MEC 658.51 (7ª ed.) V.1



[Índice](#)

4. Kalpakjian, Serope. Manufactura, ingeniería y tecnología, vol.2. Naucalpal de Juárez: Pearson, 2014. ISBN-978-607-32-2735-3
Signatura: IB/I. MEC 658.51 (7ª ed.) V.2



[Índice](#)

5. Solórzano García, Marta. Diseño y cambio organizativo: fundamentos y nuevos enfoques. Madrid: Editorial Universitaria Ramón Areces, D.L. 2016. 203p. ISBN-978-84-9961-224-9
Signatura: IB/658 SOL dis



[Índice](#)

6. Vilar Barrio, José. Control Estadístico de los Procesos (SPC). Madrid: Fundación Confemetal, D.L. 2005. 512p. 84-96169-59-6
IB/Q. Textil 658.5 VIL con

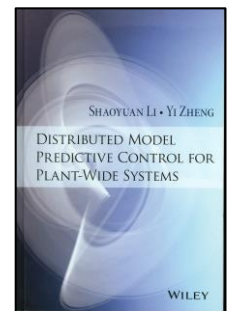


7. Pérez Marqués, María. Control de calidad : técnicas y herramientas. San Fernando de Henares, Madrid: RC Libros, D.L. 2014. XII, 394 p. ISBN-978-84-941801-9-4
IB/Q. Tex 65.012 PER con



[Índice](#)

8. Li, Shaoyuan. Distributed model predictive control for plant-wide systems. Singapore: John Wiley & Sons Singapore, 2015. XXII, 303 p. ISBN-978-1-118-92156-2
IB/AC06 681.5 LIS dis



[Índice](#)

9. Balagué, Núria Gestión de la calidad en la biblioteca : diseño un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001. Barcelona : Editorial UOC, 2014. 148 p. ISBN-978-84-9064-105-7

IB/DESP 023 BAL ges



[Índice](#)

Vibrations

Contents

1	Introduction	1
1.1	Introduction	1
1.2	Preliminaries from Dynamics	4
1.3	Summary	19
	Exercises	19
2	Modeling of Vibratory Systems	23
2.1	Introduction	23
2.2	Inertia Elements	24
2.3	Stiffness Elements	28
2.4	Dissipation Elements	49
2.5	Model Construction	54
2.6	Design for Vibration	60
2.7	Summary	61
	Exercises	61
3	Single Degree-Of-Freedom Systems: Governing Equations	69
3.1	Introduction	69
3.2	Force-Balance and Moment-Balance Methods	70

- 3.3 Natural Frequency and Damping Factor 79
- 3.4 Governing Equations for Different Types of Damping 88
- 3.5 Governing Equations for Different Types of Applied Forces 89
- 3.6 Lagrange's Equations 93
- 3.7 Summary 116
Exercises 117

4 Single Degree-of-Freedom System: Free-Response Characteristics 127

- 4.1 Introduction 127
- 4.2 Free Responses of Undamped and Damped Systems 129
- 4.3 Stability of a Single Degree-of-Freedom System 161
- 4.4 Machine Tool Chatter 165
- 4.5 Single Degree-of-Freedom Systems with Nonlinear Elements 168
- 4.6 Summary 174
Exercises 174

5 Single Degree-of-Freedom Systems Subjected to Periodic Excitations 181

- 5.1 Introduction 181
- 5.2 Response to Harmonic Excitation 183
- 5.3 Frequency-Response Function 204
- 5.4 System with Rotating Unbalanced Mass 218
- 5.5 System with Base Excitation 225
- 5.6 Acceleration Measurement: Accelerometer 235
- 5.7 Vibration Isolation 238

- 5.8 Energy Dissipation and Equivalent Damping 244
- 5.9 Response to Excitation with Harmonic Components 255
- 5.10 Influence of Nonlinear Stiffness on Forced Response 269
- 5.11 Summary 277
- Exercises 277

6 Single Degree-of-Freedom Systems Subjected to Transient Excitations 285

- 6.1 Introduction 285
- 6.2 Response to Impulse Excitation 287
- 6.3 Response to Step Input 300
- 6.4 Response to Ramp Input 310
- 6.5 Spectral Energy of the Response 316
- 6.6 Response to Rectangular Pulse Excitation 317
- 6.7 Response to Half-Sine Wave Pulse 322
- 6.8 Impact Testing 332
- 6.8 Summary 333
- Exercises 333

7 Multiple Degree-of-Freedom Systems: Governing Equations, Natural Frequencies, and Mode Shapes 337

- 7.1 Introduction 337
- 7.2 Governing Equations 338
- 7.3 Free Response Characteristics 369
- 7.4 Rotating Shafts On Flexible Supports 409
- 7.5 Stability 419
- 7.6 Summary 422
- Exercises 422

8 Multiple Degree-of-Freedom Systems: General Solution for Response and Forced Oscillations 435

- 8.1 Introduction 435
- 8.2 Normal-Mode Approach 438
- 8.3 State-Space Formulation 458
- 8.4 Laplace Transform Approach 471
- 8.5 Transfer Functions and Frequency-Response Functions 481
- 8.6 Vibration Absorbers 495
- 8.7 Vibration Isolation: Transmissibility Ratio 525
- 8.8 Systems with Moving Base 530
- 8.9 Summary 534
- Exercises 535

9 Vibrations of Beams 541

- 9.1 Introduction 541
- 9.2 Governing Equations of Motion 543
- 9.3 Free Oscillations: Natural Frequencies and Mode Shapes 562
- 9.4 Forced Oscillations 632
- 9.5 Summary 648

Glossary 649

Appendix

- A** Laplace Transform Pairs 653
- B** Fourier Series 660
- C** Decibel Scale 661
- D** Solutions to Ordinary Differential Equations 663

- E** Matrices 675
- F** Complex Numbers and Variables 679
- G** Natural Frequencies and Mode Shapes of Bars,
Shafts, and Strings 683

Answers to Selected Exercises 693

Index 701

Manual de uniones atornilladas frontales pretensadas

Índice

1. GENERALIDADES	7
1.1 Glosario	7
1.2 Clasificación y codificación general de uniones de las estructuras de acero en edificación	9
1.3 Acceso al software propiedad de CatedrAcero , de código abierto, con carácter gratuito y educacional, sin asunción de responsabilidad en caso de su uso para prestación de servicios profesionales a terceros o de otra índole	11
1.4 Capacidades mecánicas y limitaciones geométricas de los tornillos de alta resistencia pretensados (TR)	13
2. UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES	21
2.1 Descripción y utilización de esta guía.....	21
2.2 Ejemplos numéricos	22
2.3 Explicaciones comunes para todos los libros de cálculo disponibles en http://catedracero.ee.upm.es	30
2.4 Recomendaciones sobre control de calidad	37
3. UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES EN FLEXIÓN SIMPLE, TIPO FB: RECRECIDAS SOBRE LA CARA SUPERIOR DEL PERFIL	39
3.1 Descripción y utilización.....	39
3.2 Ejemplo numérico desarrollado	44
3.3 Explicación del uso del libro de cálculo disponible en http://catedracero.ee.upm.es , con referencia al mismo ejemplo anterior.....	53
3.4 Recomendaciones sobre control de calidad	59
4. UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES EN FLEXIÓN SIMPLE, TIPO F00B: ACOTADAS A CARA SUPERIOR DEL PERFIL.....	61
4.1 Descripción y utilización.....	61
4.2 Ejemplo numérico desarrollado	64

4.3	Explicación del uso del libro de cálculo disponible en http://catedracero.ee.upm.es , con referencia al mismo ejemplo anterior.....	71
4.4	Recomendaciones sobre control de calidad	74
5.	UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES EN FLEXIÓN SIMPLE, TIPO F00BC: PARA VIGAS MIXTAS	79
5.1	Descripción y utilización.....	79
5.2	Ejemplo numérico desarrollado	82
5.3	Explicación del uso del libro de cálculo disponible en http://catedracero.ee.upm.es , con referencia al mismo ejemplo anterior.....	90
5.4	Recomendaciones sobre control de calidad	92
6.	UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES EN TRACCIÓN PURA, TIPO F10B: ACOTADAS A CARAS SUPERIOR E INFERIOR DEL PERFIL.....	101
6.1	Descripción y utilización.....	101
6.2	Ejemplo numérico desarrollado	103
6.3	Explicación del uso del libro de cálculo disponible en http://catedracero.ee.upm.es , con referencia al mismo ejemplo anterior.....	111
6.4	Recomendaciones sobre control de calidad	118
7.	UNIONES ATORNILLADAS FRONTALES SOLICITADAS A CORTANTE+TRACCIÓN+FLEXIÓN, TIPO F20B.....	121
7.1	Descripción y utilización.....	121
7.2	Ejemplo numérico desarrollado	123
7.3	Explicación del uso del libro de cálculo disponible en http://catedracero.ee.upm.es , con referencia al mismo ejemplo anterior.....	135
7.4	Recomendaciones sobre control de calidad	136
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	143

Este manual se complementa con las fichas de cálculo que se facilitan gratuitamente en <http://catedracero.ee.upm.es> y <http://www.apta.org.es>

Contenido

Prefacio xxv

Acerca de los autores xxix

VOLUMEN 1

Introducción general 1

- I.1 ¿Qué es la manufactura? 1
- I.2 Diseño del producto e ingeniería concurrente 6
- I.3 Diseño para manufactura, ensamble, desensamble y servicio 10
- I.4 Diseño y manufactura verdes 11
- I.5 Selección de materiales 13
- I.6 Selección de procesos de manufactura 16
- I.7 Manufactura integrada por computadora 25
- I.8 Aseguramiento de la calidad y administración de la calidad total 28
- I.9 Producción esbelta y manufactura ágil 30
- I.10 Costos de manufactura y competencia global 31
- I.11 Tendencias en la manufactura 32

Parte I: Fundamentos de los materiales: comportamiento y propiedades de manufactura 35

1 Estructura de los metales 38

- 1.1 Introducción 38
- 1.2 Tipos de enlaces atómicos 39
- 1.3 Estructura cristalina de los metales 40
- 1.4 Deformación y resistencia de los monocristales 42
- 1.5 Granos y límites de grano 45
- 1.6 Deformación plástica de los metales policristalinos 48
- 1.7 Recuperación, recristalización y crecimiento del grano 49
- 1.8 Trabajo en frío, trabajo en tibio y trabajo en caliente 50
- Resumen 51 Términos clave 51 Bibliografía 52
- Preguntas de repaso 52 Problemas cualitativos 52
- Problemas cuantitativos 53 Síntesis, diseño y proyectos 54

2 Comportamiento mecánico, pruebas y propiedades de manufactura de los materiales 55

- 2.1 Introducción 55
- 2.2 Tensión 56

2.3	Compresión	65
2.4	Torsión	66
2.5	Doblado (flexión)	67
2.6	Dureza	67
2.7	Fatiga	73
2.8	Termofluencia	74
2.9	Impacto	74
2.10	Falla y fractura de los materiales	75
2.11	Esfuerzos residuales	80
2.12	Trabajo, calor y temperatura	81
<i>Resumen</i>		82
<i>Términos clave</i>		83
<i>Bibliografía</i>		83
<i>Preguntas de repaso</i>		84
<i>Problemas cualitativos</i>		84
<i>Problemas cuantitativos</i>		85
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		86

3 Propiedades físicas de los materiales 88

3.1	Introducción	88
3.2	Densidad	89
3.3	Punto de fusión	92
3.4	Calor específico	92
3.5	Conductividad térmica	93
3.6	Dilatación térmica	93
3.7	Propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas	94
3.8	Resistencia a la corrosión	95
<i>Resumen</i>		97
<i>Términos clave</i>		98
<i>Bibliografía</i>		98
<i>Preguntas de repaso</i>		98
<i>Problemas cualitativos</i>		98
<i>Problemas cuantitativos</i>		99
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		99

4 Aleaciones metálicas: su estructura y endurecimiento mediante tratamiento térmico 101

4.1	Introducción	101
4.2	Estructura de las aleaciones	102
4.3	Diagramas de fase	104
4.4	El sistema hierro-carbono	107
4.5	Diagrama de fase hierro-carburo de hierro y desarrollo de microestructuras en los aceros	108
4.6	Hierros fundidos	109
4.7	Tratamiento térmico de aleaciones ferrosas	111
4.8	Templabilidad de aleaciones ferrosas	113
4.9	Tratamiento térmico de aleaciones no ferrosas y aceros inoxidables	117
4.10	Endurecimiento superficial	119
4.11	Recocido	121
4.12	Hornos y equipos para el tratamiento térmico	123
4.13	Consideraciones de diseño para el tratamiento térmico	124

Resumen 125 *Términos clave* 126 *Bibliografía* 126
Preguntas de repaso 126 *Problemas cualitativos* 127
Problemas cuantitativos 127 *Síntesis, diseño y proyectos* 127

5 Aleaciones y los metales ferrosos: producción, propiedades generales y aplicaciones 128

- 5.1 Introducción 128
- 5.2 Producción de hierro y acero 129
- 5.3 Vaciado de lingotes 132
- 5.4 Fundición continua 133
- 5.5 Aceros al carbono y aleados 135
- 5.6 Aceros inoxidable 142
- 5.7 Aceros para herramientas y dados 144

Resumen 145 *Términos clave* 146 *Bibliografía* 147
Preguntas de repaso 147 *Problemas cualitativos* 147
Problemas cuantitativos 148 *Síntesis, diseño y proyectos* 148

6 Metales no ferrosos y sus aleaciones: producción, propiedades generales y aplicaciones 150

- 6.1 Introducción 150
- 6.2 Aluminio y aleaciones de aluminio 151
- 6.3 Magnesio y aleaciones de magnesio 155
- 6.4 Cobre y aleaciones de cobre 156
- 6.5 Níquel y aleaciones de níquel 158
- 6.6 Superalloys 159
- 6.7 Titanio y aleaciones 160
- 6.8 Metales refractarios y sus aleaciones 161
- 6.9 Berilio 162
- 6.10 Circonio 162
- 6.11 Aleaciones de bajo punto de fusión 162
- 6.12 Metales preciosos 164
- 6.13 Aleaciones con memoria de forma (materiales inteligentes) 164
- 6.14 Aleaciones amorfas (vidrios metálicos) 165
- 6.15 Espumas metálicas 165

Resumen 166 *Términos clave* 166 *Bibliografía* 166
Preguntas de repaso 167 *Problemas cualitativos* 167
Problemas cuantitativos 167 *Síntesis, diseño y proyectos* 168

7 Polímeros: estructura, propiedades generales y aplicaciones 169

- 7.1 Introducción 169
- 7.2 Estructura de los polímeros 171
- 7.3 Termoplásticos 178

7.4	Plásticos termofijos	181
7.5	Aditivos en los plásticos	182
7.6	Propiedades generales y aplicaciones de los termoplásticos	183
7.7	Propiedades generales y aplicaciones de los plásticos termofijos	186
7.8	Plásticos biodegradables	187
7.9	Elastómeros (hules)	188
<i>Resumen</i>		189
<i>Términos clave</i>		190
<i>Bibliografía</i>		190
<i>Preguntas de repaso</i>		191
<i>Problemas cualitativos</i>		191
<i>Problemas cuantitativos</i>		192
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		193

8 Cerámicos, vidrio, grafito, diamante y nanomateriales: estructura, propiedades generales y aplicaciones 194

8.1	Introducción	194
8.2	Estructura de los cerámicos	195
8.3	Propiedades generales y aplicaciones de los cerámicos	200
8.4	Vidrios	204
8.5	Vitrocerámicos	206
8.6	Grafito	207
8.7	Diamante	209
8.8	Nanomateriales	210
<i>Resumen</i>		211
<i>Términos clave</i>		212
<i>Bibliografía</i>		212
<i>Preguntas de repaso</i>		212
<i>Problemas cualitativos</i>		213
<i>Problemas cuantitativos</i>		213
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		213

9 Materiales compósitos: estructura, propiedades generales y aplicaciones 215

9.1	Introducción	215
9.2	Estructura de los plásticos reforzados	216
9.3	Propiedades de los plásticos reforzados	221
9.4	Aplicaciones de los plásticos reforzados	224
9.5	Compósitos de matriz metálica	226
9.6	Compósitos de matriz cerámica	228
9.7	Otros compósitos	229
<i>Resumen</i>		230
<i>Términos clave</i>		230
<i>Bibliografía</i>		230
<i>Preguntas de repaso</i>		231
<i>Problemas cualitativos</i>		231
<i>Problemas cuantitativos</i>		232
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		232

Parte II: Procesos y equipos para la fundición de metales 235

10 Fundamentos de la fundición de metales 237

- 10.1 Introducción 237
- 10.2 Solidificación de los metales 238
- 10.3 Flujo del fluido 243
- 10.4 Fluidéz del metal fundido 246
- 10.5 Transferencia de calor 247
- 10.6 Defectos 249
- Resumen* 252 *Términos clave* 252 *Bibliografía* 253
- Preguntas de repaso* 253 *Problemas cualitativos* 253
- Problemas cuantitativos* 254 *Síntesis, diseño y proyectos* 255

11 Procesos y equipos de fundición de metales 256

- 11.1 Introducción 256
- 11.2 Procesos de fundición de molde desechable y modelo permanente 260
- 11.3 Procesos de fundición de molde y modelo desechables 269
- 11.4 Procesos de fundición de molde permanente 276
- 11.5 Técnicas de fundición para componentes monocristalinos 284
- 11.6 Solidificación rápida 286
- 11.7 Inspección de piezas fundidas 287
- 11.8 Procedimientos y hornos de fusión 287
- 11.9 Fundidoras y automatización de fundidoras 289
- Resumen* 289 *Términos clave* 290 *Bibliografía* 290
- Preguntas de repaso* 290 *Problemas cualitativos* 291
- Problemas cuantitativos* 291 *Síntesis, diseño y proyectos* 292

12 Fundición de metales: diseño, materiales y consideraciones económicas 294

- 12.1 Introducción 294
- 12.2 Consideraciones de diseño en la fundición 294
- 12.3 Aleaciones para las fundiciones 303
- 12.4 Consideraciones económicas en la fundición 308
- Resumen* 309 *Términos clave* 309 *Bibliografía* 309
- Preguntas de repaso* 310 *Problemas cualitativos* 310
- Problemas cuantitativos* 310 *Síntesis, diseño y proyectos* 311

Parte III: Procesos y equipos para formado y para dar forma 313

13 Procesos y equipos para la laminación de metales 316

- 13.1 Introducción 316
- 13.2 Proceso de laminación plana 318
- 13.3 Práctica de la laminación plana 323
- 13.4 Molinos de laminación 326
- 13.5 Diversidad de procesos y molinos de laminación 328
- Resumen 333 Términos clave 333 Bibliografía 334*
- Preguntas de repaso 334 Problemas cualitativos 334*
- Problemas cuantitativos 335 Síntesis, diseño y proyectos 336*

14 Procesos y equipos para el forjado de metales 337

- 14.1 Introducción 337
- 14.2 Forjado en dado abierto 339
- 14.3 Forjado con dado impresor y en dado cerrado 342
- 14.4 Diversas operaciones de forjado 345
- 14.5 Forjabilidad de los metales; defectos de forjado 349
- 14.6 Diseño de dados, materiales para dados y lubricación 351
- 14.7 Métodos para la fabricación de dados y fallas en los dados 354
- 14.8 Máquinas de forjado 355
- 14.9 Economía del forjado 358
- Resumen 360 Términos clave 361 Bibliografía 361*
- Preguntas de repaso 362 Problemas cualitativos 362*
- Problemas cuantitativos 362 Síntesis, diseño y proyectos 363*

15 Procesos y equipos para extrusión y trefilado de metales 364

- 15.1 Introducción 364
- 15.2 El proceso de extrusión 366
- 15.3 Extrusión en caliente 368
- 15.4 Extrusión en frío 372
- 15.5 Defectos en la extrusión 374
- 15.6 Consideraciones de diseño 376
- 15.7 Equipos para extrusión 376
- 15.8 El proceso de trefilado 377
- 15.9 Práctica del trefilado 379
- 15.10 Defectos y esfuerzos residuales en el trefilado 382
- 15.11 Equipos para trefilado 382
- Resumen 383 Términos clave 384 Bibliografía 384*
- Preguntas de repaso 384 Problemas cualitativos 384*
- Problemas cuantitativos 385 Síntesis, diseño y proyectos 385*

16 Procesos y equipos para el formado de láminas metálicas 386

- 16.1 Introducción 386
- 16.2 Cizallamiento 387
- 16.3 Características y formabilidad de la lámina metálica 397
- 16.4 Pruebas de formabilidad para láminas metálicas 399
- 16.5 Doblado de láminas, placas y tubos 402
- 16.6 Dobladados diversos y operaciones de formado relacionadas 406
- 16.7 Embutido profundo 411
- 16.8 Formado de hule e hidroformado 419
- 16.9 Rechazado 423
- 16.10 Formado superplástico 426
- 16.11 Estampado en caliente 427
- 16.12 Procesos de formado especializados 428
- 16.13 Manufactura de estructuras metálicas en forma de panal 433
- 16.14 Consideraciones de diseño en el formado de láminas metálicas 434
- 16.15 Equipo para el formado de láminas metálicas 437
- 16.16 Economía de las operaciones para el formado de láminas metálicas 438
- Resumen* 439 *Términos clave* 440 *Bibliografía* 440
- Preguntas de repaso* 440 *Problemas cualitativos* 441
- Problemas cuantitativos* 441 *Síntesis, diseño y proyectos* 442

17 Procesos y equipos para los metales en polvo 444

- 17.1 Introducción 444
- 17.2 Producción de polvos metálicos 445
- 17.3 Compactación de polvos metálicos 450
- 17.4 Sinterizado 461
- 17.5 Operaciones secundarias y de acabado 464
- 17.6 Consideraciones de diseño 466
- 17.7 Economía de la metalurgia de polvos 469
- Resumen* 471 *Términos clave* 471 *Bibliografía* 471
- Preguntas de repaso* 472 *Problemas cualitativos* 472
- Problemas cuantitativos* 473 *Síntesis, diseño y proyectos* 473

18 Cerámicos, vidrios y superconductores: procesamiento y equipo 475

- 18.1 Introducción 475
- 18.2 Moldeado de cerámicos 476
- 18.3 Formado y moldeado del vidrio 483
- 18.4 Técnicas para reforzar y tratar térmicamente al vidrio 486
- 18.5 Consideraciones de diseño para cerámicos y vidrios 489
- 18.6 Procesamiento de superconductores 489

Resumen 491 *Términos clave* 491 *Bibliografía* 492
Preguntas de repaso 492 *Problemas cualitativos* 492
Problemas cuantitativos 493 *Síntesis, diseño y proyectos* 493

19 Plásticos y materiales compósitos: formado y otros procesos para dar forma 494

- 19.1 Introducción 494
- 19.2 Extrusión 495
- 19.3 Moldeo por inyección 502
- 19.4 Moldeo por soplado 509
- 19.5 Moldeo rotacional 509
- 19.6 Termoformado 511
- 19.7 Moldeo por compresión 512
- 19.8 Moldeo por transferencia 513
- 19.9 Colado 514
- 19.10 Moldeo de espuma 515
- 19.11 Formado en frío y formado en fase sólida 516
- 19.12 Procesamiento de elastómeros 517
- 19.13 Procesamiento de compósitos de matriz polimérica 518
- 19.14 Procesamiento de compósitos de matriz metálica y cerámica 527
- 19.15 Consideraciones de diseño 528
- 19.16 Economía del procesamiento de plásticos y materiales compósitos 530

Resumen 531 *Términos clave* 531 *Bibliografía* 532
Preguntas de repaso 532 *Problemas cualitativos* 532
Problemas cuantitativos 533 *Síntesis, diseño y proyectos* 533

20 Procesos y operaciones del prototipado rápido 535

- 20.1 Introducción 535
- 20.2 Procesos sustractivos 538
- 20.3 Procesos aditivos 540
- 20.4 Prototipado virtual 551
- 20.5 Máquinas autorreplicantes 552
- 20.6 Manufactura directa y creación rápida de herramientas 553

Resumen 560 *Términos clave* 560 *Bibliografía* 560
Preguntas de repaso 561 *Problemas cualitativos* 561
Problemas cuantitativos 562 *Síntesis, diseño y proyectos* 562

Volumen 2

Parte IV: Procesos de maquinado y máquinas herramientas 563

21 Fundamentos de maquinado 566

- 21.1 Introducción 566
- 21.2 Mecánica de corte 567
- 21.3 Fuerzas y potencia en el proceso de corte 577
- 21.4 Temperaturas durante el proceso de corte 580
- 21.5 Vida de la herramienta: desgaste y falla 582
- 21.6 Acabado e integridad de la superficie 589
- 21.7 Maquinabilidad 591
- Resumen 595 Términos clave 596 Bibliografía 596*
- Preguntas de repaso 596 Problemas cualitativos 597*
- Problemas cuantitativos 598 Síntesis, diseño y proyectos 599*

22 Materiales para la herramienta de corte y fluidos de corte 600

- 22.1 Introducción 600
- 22.2 Aceros de alta velocidad 604
- 22.3 Aleaciones fundidas de cobalto 605
- 22.4 Carburos 605
- 22.5 Herramientas recubiertas 609
- 22.6 Cerámicos base alúmina 612
- 22.7 Nitruro de boro cúbico 613
- 22.8 Cerámicos con base en nitruro de silicio 614
- 22.9 Diamante 614
- 22.10 Materiales y nanomateriales reforzados con triquitas 615
- 22.11 Costos y reacondicionamiento de herramientas 616
- 22.12 Fluidos de corte 616
- Resumen 622 Términos clave 622 Bibliografía 622*
- Preguntas de repaso 623 Problemas cualitativos 623*
- Problemas cuantitativos 624 Síntesis, diseño y proyectos 624*

23 Procesos de maquinado: torneado y producción de orificios 625

- 23.1 Introducción 625
- 23.2 Torneado 628
- 23.3 Tornos y operaciones en tornos 636
- 23.4 Mandrinado y máquinas para mandrinar 651
- 23.5 Taladrado, brocas y taladros 652
- 23.6 Rimado y rimas 661
- 23.7 Machuelado y machuelos 662
- Resumen 664 Términos clave 665 Bibliografía 665*
- Preguntas de repaso 665 Problemas cualitativos 666*
- Problemas cuantitativos 666 Síntesis, diseño y proyectos 667*

24 Procesos de maquinado: fresado, brochado, aserrado, limado y manufactura de engranes 668

- 24.1 Introducción 668
- 24.2 Fresado y fresadoras 669
- 24.3 Cepillado 684
- 24.4 Brochado y brochadoras 684
- 24.5 Aserrado 688
- 24.6 Limado 692
- 24.7 Manufactura de engranes por medio de maquinado 692
- Resumen* 699 *Términos clave* 700 *Bibliografía* 700
- Preguntas de repaso* 700 *Problemas cualitativos* 700
- Problemas cuantitativos* 701 *Síntesis, diseño y proyectos* 702

25 Centros de maquinado, estructuras de las máquinas herramienta y economía del maquinado 703

- 25.1 Introducción 703
- 25.2 Centros de maquinado 703
- 25.3 Estructuras de máquinas herramienta 712
- 25.4 Vibración y traqueteo en las operaciones de maquinado 716
- 25.5 Maquinado de alta velocidad 719
- 25.6 Maquinado de alta dureza 720
- 25.7 Maquinado de ultraprecisión 721
- 25.8 Economía del maquinado 722
- Resumen* 726 *Términos clave* 726 *Bibliografía* 727
- Preguntas de repaso* 727 *Problemas cualitativos* 727
- Problemas cuantitativos* 728 *Síntesis, diseño y proyectos* 728

26 Operaciones de maquinado y acabado con abrasivos 729

- 26.1 Introducción 729
- 26.2 Abrasivos y abrasivos aglutinados 731
- 26.3 Proceso de rectificado 737
- 26.4 Operaciones de rectificado y rectificadoras 746
- 26.5 Consideraciones de diseño en el rectificado 755
- 26.6 Maquinado ultrasónico 755
- 26.7 Operaciones de acabado 756
- 26.8 Operaciones de desbarbado 761
- 26.9 Economía de las operaciones de maquinado y acabado con abrasivos 764
- Resumen* 765 *Términos clave* 765 *Bibliografía* 766
- Preguntas de repaso* 766 *Problemas cualitativos* 767
- Problemas cuantitativos* 767 *Síntesis, diseño y proyectos* 768

27 Procesos de maquinado avanzado y sus equipos 769

- 27.1 Introducción 769
- 27.2 Maquinado químico 770
- 27.3 Maquinado electroquímico 775
- 27.4 Rectificado electroquímico 779
- 27.5 Electroerosión 780
- 27.6 Maquinado con rayo láser 784
- 27.7 Maquinado con haz de electrones 787
- 27.8 Maquinado con chorro de agua 788
- 27.9 Maquinado con chorro abrasivo 790
- 27.10 Sistemas de maquinado híbrido 790
- 27.11 Economía de los procesos de maquinado avanzado 791
- Resumen* 794 *Términos clave* 794 *Bibliografía* 795
- Preguntas de repaso* 795 *Problemas cualitativos* 795
- Problemas cuantitativos* 796 *Síntesis, diseño y proyectos* 796

NOTA AL LECTOR

El capítulo 28 “Fabrication of Microelectronic Devices” (correspondiente a las páginas 797 a 840) y el capítulo 29 “Fabrication of Microelectro-mechanical Devices and Systems; Nanoscale Manufacturing” (correspondiente a las páginas 841 a 872) se encuentran en formato PDF, en inglés, en la página web de este libro.

Part V: Micromanufacturing and Fabrication of Microelectronic Devices 797

28 Fabrication of Microelectronic Devices 800

- 28.1 Introduction 800
- 28.2 Clean Rooms 803
- 28.3 Semiconductors and Silicon 804
- 28.4 Crystal Growing and Wafer Preparation 805
- 28.5 Film Deposition 807
- 28.6 Oxidation 809
- 28.7 Lithography 810
- 28.8 Etching 818
- 28.9 Diffusion and Ion Implantation 825
- 28.10 Metallization and Testing 827
- 28.11 Wire Bonding and Packaging 830
- 28.12 Yield and Reliability 835
- 28.13 Printed Circuit Boards 835
- Summary* 837 *Key Terms* 838 *Bibliography* 838
- Review Questions* 838 *Qualitative Problems* 839
- Quantitative Problems* 839 *Synthesis, Design, and Projects* 840

29 Fabrication of Microelectromechanical Devices and Systems; Nanoscale Manufacturing 841

- 29.1 Introduction 841
- 29.2 Micromachining of MEMS Devices 843
- 29.3 Electroforming-based Processes 854
- 29.4 Solid Free-form Fabrication of Devices 861
- 29.5 Nanoscale Manufacturing 866
- Summary 869 Key Terms 869 Bibliography 869
- Review Questions 870 Qualitative Problems 870
- Quantitative Problems 870 Synthesis, Design, and Projects 871

Parte VI: Procesos y equipos para unir 873

30 Procesos de soldadura por fusión 877

- 30.1 Introducción 877
- 30.2 Soldadura con gas oxcombustible 877
- 30.3 Procesos de soldadura por arco: electrodo no consumible 882
- 30.4 Procesos de soldadura por arco: electrodo consumible 885
- 30.5 Electrodo para soldadura por arco 890
- 30.6 Soldadura con haz de electrones 892
- 30.7 Soldadura con rayo láser 893
- 30.8 Corte 894
- 30.9 Unión soldada, calidad y prueba de la soldadura 896
- 30.10 Diseño de la unión y selección del proceso 905
- Resumen 908 Términos clave 909 Bibliografía 909
- Preguntas de repaso 909 Problemas cualitativos 910
- Problemas cuantitativos 910 Síntesis, diseño y proyectos 911

31 Procesos de soldadura de estado sólido 912

- 31.1 Introducción 912
- 31.2 Soldadura en frío y unión por rolado 913
- 31.3 Soldadura ultrasónica 914
- 31.4 Soldadura por fricción 915
- 31.5 Soldadura con resistencia 917
- 31.6 Soldadura por explosión 925
- 31.7 Soldadura por difusión 926
- 31.8 Economía de las operaciones de soldadura 928
- Resumen 930 Términos clave 930 Bibliografía 931
- Preguntas de repaso 931 Problemas cualitativos 931
- Problemas cuantitativos 932 Síntesis, diseño y proyectos 932

32 Soldadura fuerte, soldadura blanda, unión con adhesivos y procesos de sujeción mecánica 934

- 32.1 Introducción 934
- 32.2 Soldadura fuerte 935
- 32.3 Soldadura blanda 939
- 32.4 Unión adhesiva 943
- 32.5 Sujeción mecánica 949
- 32.6 Unión de plásticos, cerámicos y vidrios 953
- 32.7 Economía de las operaciones de unión 957
- Resumen* 958 *Términos clave* 958 *Bibliografía* 959
- Preguntas de repaso* 959 *Problemas cualitativos* 959
- Problemas cuantitativos* 960 *Síntesis, diseño y proyectos* 960

Parte VII: Tecnología de superficies 961

33 Rugosidad de una superficie y su medición; fricción, desgaste y lubricación 963

- 33.1 Introducción 963
- 33.2 Estructura e integridad de una superficie 964
- 33.3 Textura y rugosidad de una superficie 966
- 33.4 Fricción 969
- 33.5 Desgaste 973
- 33.6 Lubricación 976
- 33.7 Fluidos en el trabajo de metales y su selección 978
- Resumen* 981 *Términos clave* 982 *Bibliografía* 982
- Preguntas de repaso* 983 *Problemas cualitativos* 983
- Problemas cuantitativos* 984 *Síntesis, diseño y proyectos* 984

34 Tratamientos, recubrimientos y limpieza de superficies 985

- 34.1 Introducción 985
- 34.2 Tratamientos mecánicos de la superficie 986
- 34.3 Deposición y chapeado mecánicos 987
- 34.4 Endurecimiento superficial y revestimiento duro 988
- 34.5 Rociado térmico 988
- 34.6 Deposición de vapor 989
- 34.7 Implantación iónica y recubrimiento por difusión 993
- 34.8 Tratamientos con láser 993
- 34.9 Electrodeposición, deposición no electrolítica y electroformado 994
- 34.10 Recubrimientos de conversión 998
- 34.11 Inmersión en caliente 998
- 34.12 Porcelanizado; recubrimientos cerámicos y orgánicos 999

- 34.13 Recubrimientos de diamante y de carbono similar al diamante 1000
- 34.14 Texturizado de la superficie 1001
- 34.15 Pintura 1001
- 34.16 Limpieza de las superficies 1002
- Resumen* 1004 *Términos clave* 1004 *Bibliografía* 1004
- Preguntas de repaso* 1005 *Problemas cualitativos* 1005
- Problemas cuantitativos* 1005 *Síntesis, diseño y proyectos* 1005

Parte VIII: Metrología, instrumentación y aseguramiento de la calidad en la ingeniería 1007

35 Metrología e instrumentación en la ingeniería 1008

- 35.1 Introducción 1008
- 35.2 Patrones de medición 1008
- 35.3 Características geométricas de las partes: mediciones analógicas y digitales 1010
- 35.4 Métodos e instrumentos de medición tradicionales 1010
- 35.5 Instrumentos y máquinas modernos de medición 1017
- 35.6 Medición automatizada 1020
- 35.7 Características generales y selección de los instrumentos de medición 1021
- 35.8 Dimensionamiento geométrico y tolerancias 1021
- Resumen* 1027 *Términos clave* 1027 *Bibliografía* 1027
- Preguntas de repaso* 1028 *Problemas cualitativos* 1028
- Problemas cuantitativos* 1029 *Síntesis, diseño y proyectos* 1029

36 Aseguramiento, prueba e inspección de la calidad 1030

- 36.1 Introducción 1030
- 36.2 Calidad del producto 1031
- 36.3 Aseguramiento de la calidad 1031
- 36.4 Administración total de la calidad 1032
- 36.5 Métodos Taguchi 1034
- 36.6 Los estándares ISO y QS 1038
- 36.7 Métodos estadísticos de control de calidad 1039
- 36.8 Control estadístico del proceso 1042
- 36.9 Confiabilidad de los productos y procesos 1048
- 36.10 Pruebas no destructivas 1048
- 36.11 Pruebas destructivas 1052
- 36.12 Inspección automatizada 1052

<i>Resumen</i>	1053	<i>Términos clave</i>	1054	<i>Bibliografía</i>	1054
<i>Preguntas de repaso</i>	1054	<i>Problemas cualitativos</i>	1055		
<i>Problemas cuantitativos</i>	1055	<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>	1056		

Parte IX: La manufactura en un ambiente competitivo 1057

37 Automatización de los procesos y operaciones de manufactura 1059

37.1	Introducción	1059
37.2	Automatización	1061
37.3	Control numérico	1068
37.4	Control adaptativo	1074
37.5	Manejo y movimiento de materiales	1077
37.6	Robots industriales	1078
37.7	Tecnología de sensores	1085
37.8	Sujeción flexible	1089
37.9	Sistemas de ensamble	1090
37.10	Consideraciones de diseño para la sujeción, el ensamble, desensamble y servicio	1094
37.11	Consideraciones económicas	1096
<i>Resumen</i>	1097	<i>Términos clave</i> 1098 <i>Bibliografía</i> 1098
<i>Preguntas de repaso</i>	1098	<i>Problemas cualitativos</i> 1099
<i>Problemas cuantitativos</i>	1099	<i>Síntesis, diseño y proyectos</i> 1099

38 Manufactura asistida por computadora 1101

38.1	Introducción	1101
38.2	Sistemas de manufactura	1102
38.3	Manufactura integrada por computadora	1102
38.4	Diseño e ingeniería asistidos por computadora	1105
38.5	Manufactura asistida por computadora	1110
38.6	Planeación del proceso asistida por computadora	1110
38.7	Simulación en computadora de los procesos y sistemas de manufactura	1113
38.8	Tecnología de grupos	1114
<i>Resumen</i>	1122	<i>Términos clave</i> 1122 <i>Bibliografía</i> 1122
<i>Preguntas de repaso</i>	1123	<i>Problemas cualitativos</i> 1123
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>	1123	

39 Sistemas de manufactura integrados por computadora 1124

39.1	Introducción	1124
39.2	Manufactura celular	1125

39.3	Sistemas de manufactura flexible	1126
39.4	Manufactura holónica	1129
39.5	Producción justo a tiempo	1131
39.6	Manufactura esbelta	1132
39.7	Las redes de comunicación en la manufactura	1134
39.8	Inteligencia artificial	1135
39.9	Consideraciones económicas	1138
<i>Resumen</i>		1138
<i>Términos clave</i>		1139
<i>Bibliografía</i>		1139
<i>Preguntas de repaso</i>		1139
<i>Problemas cualitativos</i>		1140
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		1140

40 Diseño y manufactura del producto en un ambiente competitivo 1141

40.1	Introducción	1141
40.2	Diseño del producto	1142
40.3	Calidad del producto	1145
40.4	Evaluación del ciclo de vida y manufactura sustentable	1145
40.5	Consumo de energía durante la manufactura	1147
40.6	Selección del material para los productos	1149
40.7	Sustitución de materiales	1151
40.8	Capacidades del proceso de manufactura	1153
40.9	Selección del proceso	1155
40.10	Costos de manufactura y su reducción	1158
<i>Resumen</i>		1162
<i>Términos clave</i>		1162
<i>Bibliografía</i>		1162
<i>Preguntas de repaso</i>		1163
<i>Problemas cualitativos</i>		1163
<i>Síntesis, diseño y proyectos</i>		1164

Índice 563

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN, DEFINICIONES Y CONCEPTOS. <i>Marta Solórzano García</i>	13
1. La organización	14
1.1. Los elementos de la organización de Scott	14
1.2. La definición de organización de Hall	17
1.3. Las imágenes de la organización de Morgan	18
2. La influencia de las escuelas clásicas en la teoría de la organización	20
2.1. Karl Marx	21
2.2. Émile Durkheim	22
2.3. Frederick W. Taylor	23
2.4. Henry Fayol	24
2.5. Max Weber	25
3. Teoría social contemporánea y análisis organizativo	26
3.1. Funcionalismo estructural	26
3.2. La teoría del conflicto	28
3.3. Interaccionismo simbólico	28
Bibliografía	29
 CAPÍTULO 2. UN MARCO CONCEPTUAL PARA EL ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN. <i>Marta Solórzano García</i>	 31
1. Niveles de análisis organizativo	31
2. El control del factor humano	33

2.1. Comportamiento organizativo y el factor humano	34
2.2. Teoría marxista y la naturaleza única del trabajo	35
2.3. El factor humano y la reformulación de la teoría organizativa y la práctica de gestión	36
3. Diferenciación e integración	37
3.1. La división técnica del trabajo: dinámicas intraorganiza- cionales	39
3.2. La división social del trabajo: dinámicas interorganiza- cionales	40
Bibliografía	42

CAPÍTULO 3. EL ENTORNO Y LA ORGANIZACIÓN. *Marta Solórzano García*

1. La teoría de la contingencia	44
1.1. Paul Lawrence y Jay Lorsch	45
1.2. Tom Burns y G. M. Stalker	48
2. La teoría de la ecología de la población	51
2.1. El concepto de población	51
2.2. Los procesos demográficos, ecológicos y ambientales	52
2.3. La inercia estructural	53
3. La teoría de la dependencia de los recursos	54
3.1. La dependencia de recursos	54
3.2. La diferenciación, el entorno de tareas y la incertidumbre	56
3.3. Estrategias para gestionar la dependencia de recursos	57
4. La teoría institucional	58
4.1. Las organizaciones como instituciones.....	58
4.2. El ambiente institucional	59
4.3. El isomorfismo institucional	61
Bibliografía	62

CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA Y DISEÑO ORGANIZATIVO. *Julio Navío Marco*

1. Elementos de la estructura organizativa	64
2. Supervisión y control	67
3. Tipologías de estructura organizativa	69

3.1. Estructura funcional	69
3.2. La estructura divisional	70
3.3. De la estructura multidivisional al conglomerado	71
3.4. La estructura matricial	73
3.5. Tipos de estructura organizativa según Mintzberg	74
3.6. La estructura informal.....	76
4. El difícil equilibrio del diseño organizativo	77
4.1. Estructuras mecanicistas y estructuras orgánicas	79
5. El papel de la tecnología y los sistemas de información en el diseño organizativo.....	81
6. La organización reconfigurable y sin límites	82
Bibliografía	83
CAPÍTULO 5. TOMA DE DECISIONES, POLÍTICA, PODER Y CONFLICTO. <i>Marta Solórzano García y Julio Navío Marco</i>	
	85
1. La toma de decisiones en la organización	86
2. Modelos de toma de decisión	88
2.1. El modelo racional de toma de decisiones	88
2.2. Modelo organizacional (neoclásico).....	89
2.3. El modelo político	90
2.4. El modelo no estructurado	90
2.5. El modelo del bote de basura	91
3. Elementos del proceso de toma de decisión organizacional	91
4. Política organizacional	92
5. Poder organizativo	94
6. Conflicto organizativo	99
6.1. El modelo de Pondy de conflicto organizativo.....	103
Bibliografía	105
CAPÍTULO 6. LA ORGANIZACIÓN HUMANA. <i>Marta Solórzano García</i>	
	107
1. El efecto Hawthorne. Dinámicas y consecuencias de la actividad de los grupos informales de la organización	107

2. La organización como sistema social	111
2.1. La organización y el individuo	112
3. La motivación	114
3.1. Las necesidades humanas	115
3.2. La teoría X y la teoría Y de McGregor	116
4. La gestión de los recursos humanos	118
Bibliografía	120

CAPÍTULO 7. CULTURA Y LIDERAZGO. *Julio Navío Marco* 121

1. Características de la cultura organizativa	122
2. Tipologías de culturas organizacionales	126
3. Ideologías	129
4. Formas culturales	131
5. Difusión y continuidad cultural: Socialización	133
6. Creación de cultural organizacionales. Innovación cultural	134
7. Fundamentos del liderazgo organizacional	137
8. Enfoques teóricos en el análisis del liderazgo	138
9. Tipos de liderazgo	139
10. Características del líder	143
11. Integrando el liderazgo en la organización	144
12. Integrando liderazgo y cultura	145
Bibliografía	148

CAPÍTULO 8. REDES INTERORGANIZACIONALES Y COLABORACIÓN. *Julio Navío Marco* 151

1. Concepto de red interorganizacional	152
2. Ventajas y limitaciones de las redes interorganizacionales	156
3. Tipos de redes interorganizacionales	157
4. Administración, liderazgo y gestión y estructura de red	159
5. La evolución de la red	160
5.1. ¿Cuáles son los límites de las redes interorganizacionales?	161
6. Nuevas formas de colaboración	162
7. Colaboración y economía colaborativa: principios básicos	164
7.1. Cambios en la cadena de valor	170

Bibliografía	171
 CAPÍTULO 9. EL CAMBIO ORGANIZATIVO Y LA INNOVACIÓN. <i>Julio Navío Marco</i>	 175
1. Fundamentos del cambio organizativo	176
2. Razones de cambio organizativo	177
3. Tipos de cambio organizativo	178
4. El tiempo como factor de cambio organizativo	179
5. Gestionando el cambio organizativo	183
5.1. Vencer la resistencia al cambio	183
5.2. El papel del equipo directivo y los empleados	184
5.3. Realización del cambio: el proceso	186
6. De la administración de calidad total (TQM) al aprendizaje organizacional	188
6.1. El Desarrollo Organizacional (DO)	189
7. Fundamentos de la innovación	189
8. Tipos de innovación	192
9. Gestión y administración de los procesos de innovación.....	195
 Bibliografía	 201

ÍNDICE

Capítulo 1

CONCEPTOS FUNDAMENTALES 13

1.1. Antecedentes 15

1.2. Control y mejora de procesos 15

1.2.1. Procesos 17

1.2.2. Sistema de control de los procesos 33

Capítulo 2

PROCEDIMIENTO 37

2.1. Introducción 39

2.2. Determinación de las características de control 42

2.3. Determinación de la relación entre CC y factores del proceso 52

2.4. Determinación de los niveles óptimos de los factores del proceso 55

2.5. Determinación de los puntos de control de CC / Niveles 56

2.6. Selección de los gráficos de control 56

2.7. Realización del análisis del sistema de medición 60

2.8. Recogida de observaciones y mantenimiento de los gráficos de control 61

2.8.1. Tamaños de muestra 62

2.8.2. Frecuencia muestral 62

2.9. Determinación del estado de control del proceso 64

2.10. Causas asignables, su eliminación y recogida de nuevas observaciones 66

2.11. Análisis de capacidad del proceso 68

2.12. Procesos en estado de control estadístico y no capaces 69

2.13. Mejora continua del proceso 70

Capítulo 3

PENSAMIENTO ESTADÍSTICO 73

3.1. Pensamiento estadístico 75

3.2. Fenómenos aleatorios y fenómenos determinísticos	76
3.3. Estadística descriptiva y estadística inferencial	78
3.3.1. Estadística descriptiva	78
3.3.2. Estadística inferencial	83
3.4. Estudios enumerativos y estudios analíticos	85
3.5. Cuatro tipos básicos de datos	93
3.5.1. Datos de tipo nominal	93
3.5.2. Datos de tipo ordinal	95
3.5.3. Datos de tipo intervalo	96
3.5.4. Datos de tipo ratio	98

Capítulo 4

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

4.1. Estadística descriptiva	103
4.2. Descripción de datos	103
4.2.1. Método tabular	103
4.2.1.1. Datos cualitativos	103
4.2.1.2. Datos cuantitativos discretos con pequeño número posible de valores	105
4.2.1.3. Datos cuantitativos tanto continuos como discretos que pueden tomar un elevado número de valores	108
4.2.2. Métodos gráficos	117
4.2.2.1. Diagrama de barras	117
4.2.2.2. Histograma de frecuencias	119
4.2.2.3. Frecuencias acumuladas	127
4.2.2.4. Polígono de frecuencias	127
4.2.2.5. Polígono de frecuencias acumuladas. Ojiva ..	128
4.2.3. Otras representaciones gráficas	129
4.2.3.1. Diagrama de sectores	129
4.2.3.2. Diagrama de puntos	130

Capítulo 5

MEDIDAS DESCRIPTIVAS

5.1. Medidas descriptivas	135
---------------------------------	-----

5.2. Medidas de tendencia central	137
5.2.1. Media aritmética	138
5.2.2. Mediana	143
5.2.3. Moda	151
5.3. Posición relativa de las medidas de tendencia central	153
5.4. Medidas de variabilidad	155
5.4.1. Recorrido	156
5.4.2. Varianza	158
5.4.3. Desviación típica	160
5.4.4. Interpretación de la desviación típica	162
5.5. Medidas de forma	165
5.5.1. Medidas de asimetría	165
5.5.2. Medidas de apuntamiento	168
5.6. Otras medidas	170
5.6.1. Coeficiente de variación	170

Capítulo 6

MEDIDAS DE SITUACIÓN RELATIVA 173

6.1. Medidas de situación relativa	175
6.1.1. Percentiles	175
6.1.2. Cuartiles y rango intercuartílico	177
6.2. Análisis exploratorio de datos	178
6.2.1. Métodos semigráficos. Diagrama de tallo y hojas	179
6.2.2. Índices descriptivos	184
6.2.3. Gráfico de caja	188
6.3. Medidas de tendencia central robustas	198
6.3.1. Media recortada	199
6.3.2. Mediana ampliada	202
6.3.3. Trimedia	202

Capítulo 7

SUCESOS, ESPACIOS MUESTRALES Y PROBABILIDAD 205

7.1. Sucesos, espacios muestrales y probabilidad	207
7.2. Sucesos compuestos	219

7.3. Sucesos complementarios	222
7.4. Probabilidad condicional	224
7.5. Probabilidades de uniones e intersecciones	227
7.6. Teorema de Bayes	232

Capítulo 8

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD DISCRETAS 237

8.1. Dos tipos de variables aleatorias	239
8.2. Distribuciones de probabilidad para variables aleatorias discretas	240
8.3. Parámetros de las distribuciones de probabilidad de variables aleatorias discretas	245
8.4. Función de distribución	248
8.5. Distribución binomial	250
8.6. Distribución hipergeométrica	260
8.7. Distribución de Poisson	261
8.8. Aproximación de la distribución binomial a la de Poisson	265

Capítulo 9

DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD CONTINUAS 277

9.1. Introducción	279
9.2. Distribuciones continuas de probabilidad	279
9.3. La distribución uniforme	282
9.4. La distribución normal	286
9.4.1. Aproximaciones a la normal	297
9.5. La distribución exponencial	299
9.6. Otras distribuciones de probabilidad continuas asociadas a la normal	302
9.6.1. La distribución χ^2 de Pearson	302
9.6.2. La distribución t de Student	303
9.6.3. La distribución F de Fisher	305

Capítulo 10

LOS PROCESOS, SU VARIABILIDAD Y GRÁFICOS DE CONTROL DE VARIABLES

.....	319
10.1. Procesos	321
10.1.1. Concepto de control de un proceso	321
10.1.2. Variabilidad de un proceso	322
10.1.2.1. Causas comunes	322
10.1.2.2. Causas especiales	323
10.1.2.3. Diferencia entre causas comunes y causas especiales	324
10.2. Gráficos de control	325
10.2.1. Límites de control	325
10.2.2. Dispersión y tendencia central del proceso	326
10.3. Gráficos de control por variables	329
10.3.1. Gráficos de control con mediciones individuales	331
10.3.1.1. Recorridos móviles	334
10.3.2. Gráficos de medias muestrales	336
10.3.2.1. Gráficos ($\bar{X}$, R)	341
10.3.2.2. Gráficos ($\bar{X}$, S)	349
10.4. Análisis de pautas de comportamiento	351
10.4.1. Pauta normal	351
10.4.2. Tendencias	352
10.4.3. Ciclos	353
10.4.4. Cambios permanentes en la tendencia central	354
10.4.5. Mezcla de poblaciones	355
10.4.6. Puntos agrupados alrededor de la línea central	357
10.4.7. Reglas de la Western Electric	358
10.4.8. Gráficos con tendencias	360
10.5. Factores de gráficos de control	363

Capítulo 11

GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES. MÉTODOS AVANZADOS

.....	365
11.1. Control estadístico de procesos (CEP) para series cortas ...	367
11.1.1. Gráfico de medias codificadas (GMC)	368

11.1.1.1.	Elección del valor objetivo	374
11.1.1.2.	Construcción del GMC	374
11.1.1.3.	Supuestos de partida para los GMC	377
11.1.1.4.	Contraste de Kruskal-Wallis	377
11.1.2.	Gráfico proporcional	382
11.1.2.1.	Construcción del gráfico proporcional	385
11.1.2.2.	Supuestos de partida de los gráficos proporcionales	388
11.2.	Gráficos de control con sensibilidad mejorada ante derivas del proceso	389
11.2.1.	Gráficos de control de media móvil (GMM)	389
11.2.1.1.	El concepto de media móvil	391
11.2.1.2.	Construcción de ventanas	392
11.2.2.	Gráficos de sumas acumuladas	395

Capítulo 12

GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS	399
12.1. Tipos de gráficos de control por atributos	401
12.2. Gráficos para unidades defectuosas	402
12.2.1. Recogida de datos	403
12.2.1.1. Tamaño de muestra	403
12.2.1.2. Intervalo de toma de muestra	403
12.2.1.3. Número de muestras por período	405
12.2.1.4. Registro de los datos	405
12.2.1.5. Gráfico de proporción de unidades defec- tuosas p	407
12.2.1.6. Gráfico np	415
12.3. Gráficos para defectos	418
12.3.1. Recogida de datos	419
12.3.1.1. Tamaño de muestra	419
12.3.1.2. Intervalo de toma de muestra	419
12.3.1.3. Número de muestras por período	419
12.3.1.4. Registro de los datos	420
12.3.1.5. Gráfico de defectos por unidad u	421
12.3.1.6. Gráfico para defectos c	429

12.4. Mejora del proceso	431
12.5. Interpretación de los gráficos	431

Capítulo 13

CAPACIDAD DE PROCESOS 1. ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE PROCESOS	435
---	------------

Capítulo 14

CAPACIDAD DE PROCESOS 2. DISTRIBUCIONES ASIMÉTRICAS ..	467
---	------------

BIBLIOGRAFÍA	509
---------------------------	------------

ÍNDICE

Introducción	XI
Capítulo 1. El proceso del control de calidad. Metodologías	1
El proceso de producción y la calidad	1
Evolución del control de calidad	3
Metodologías o modelos para el control de calidad	5
Modelo de excelencia de la EFQM	5
Modelo Seis Sigma.....	6
Software para el control de calidad	10
SPSS	10
STATGRAPHICS CENTURION	11
SAS.....	11
Capítulo 2. Modelización de las características de calidad. Factores que afectan a la calidad.....	15
La variabilidad en los procesos.....	15
Factores que afectan a la calidad	18
Diagrama causa-efecto	18
Diagrama de Pareto.....	19
Gráficos de control	20
Histogramas.....	21
Diagrama de correlación	22
Distribuciones de frecuencia	22
Modelización de la variabilidad.....	25
Modelos discretos para características de calidad	26
Modelos continuos para características de calidad	30
Expresión cuantitativa de las distribuciones	36
Medidas de posición.....	36
Medidas de dispersión	41
Medidas de forma	45
Gráficos exploratorios en control de calidad	49
Gráfico de caja y bigotes (Box-and-Whisker Plot)	49
Gráfico múltiple de caja y bigotes (Multiple Box-and-Whisker Plot)	51
Gráfico de simetría	53
Gráficos normales de probabilidad	54

Capítulo 3. Métodos automatizados para la modelización de las características de calidad	55
La variabilidad en los procesos y herramientas.....	55
Variabilidad en los procesos mediante Statgraphics.....	55
Resumen estadístico para variables numéricas unidimensionales.....	56
Opciones tabulares: medidas de posición, dispersión, simetría y curtosis...	57
Percentiles	60
Tablas de frecuencias	61
Diagrama de tallo y hojas (Stem-and-Leaf).....	63
Intervalos de confianza.....	64
Tests de hipótesis	65
Opciones gráficas: gráfico de caja y bigotes, histogramas y gráficos de normalidad.....	69
Gráfico de cuantiles	71
Gráfico de densidad.....	71
Gráfico de simetría	71
Statgraphics y el análisis exploratorio en control de calidad	72
Gráfico de caja y bigotes.....	73
Gráfico múltiple de caja y bigotes	75
Gráficos normales, histogramas y polígonos de frecuencias absolutas y relativas.....	78
Statgraphics y el diagrama causa-efecto.....	82
Statgraphics y el diagrama de Pareto.....	84
Statgraphics y la modelización de la variabilidad mediante distribuciones	88
Funciones de distribución.....	90
Inversa de la función de distribución. Valores críticos	92
Generación de números aleatorios según una distribución	93
Opciones gráficas. Funciones de densidad, distribución y supervivencia.....	94
SAS/QC y la variabilidad de los procesos. Exploratorio y modelos de probabilidad...	97
SAS/QC y los gráficos de causa y efecto. Procedimiento ISHIKAWA	104
SAS/QC y los gráficos de Pareto	108
 Capítulo 4. Control en el proceso de calidad.....	 113
Control de procesos	113
Control de fabricación	115
Control de recepción	115
Control por variables y por atributos.....	116

Análisis de la capacidad de un proceso	117
Gráficos de control.....	117
Principios básicos de un diagrama de control.....	119
Los diagramas de control y los contrastes de hipótesis.....	120
Curva característica de operación	121
Utilización de los diagramas de control.....	122
Gráficos de control por variables y por atributos.....	123
Gráficos de control por variables	124
Diagramas de control de $\bar{X}$ y R.....	124
Diagramas de control de $\bar{X}$ y S	129
Diagrama de control de S^2	132
Gráficos de control para medidas individuales.....	133
Gráficos de control para medidas individuales y rangos móviles	134
Diagramas de control de la mediana	135
Diagramas de control de medianas y rangos.....	136
Diagrama de control de suma acumulativa CUSUM	137
Diagrama de control de media móvil	137
Diagrama de control de media móvil geométrica EWMA	139
Gráficos de control por atributos.....	140
Diagrama "p"	141
Diagrama "np"	142
Diagrama "c"	143
Diagrama "u"	144
Modelo de Shewhart para gráficos de control.....	145
Modelo de los límites probabilísticos para los gráficos de control	146
Control de recepción.....	147
Planes de muestreo simples por atributos.....	149
Curva característica de operación o curva CO	149
Curvas características de operación tipos A y B	152
Curvas características de operación con $c=0$	153
Diseño de un plan de muestreo simple para una curva característica de operación dada	153
Muestreo de aceptación por variables.....	154
Planes de la fracción no conforme	155
Diseño de plan de muestreo y curva CO con σ conocida	158
Ecuación de la curva característica de operación	159
Diseño de plan de muestreo para σ desconocida y curva CO	160
Planes basados en la media con desviación típica σ conocida	162
Planes basados en la media con desviación típica σ desconocida.....	163

Planes basados en la desviación típica	163
Capacidad de los procesos	163
Límites de tolerancia y límites de especificación	164
Índices de capacidad.....	165
Capítulo 5. Métodos automatizados en el control de procesos.....	169
Statgraphics Centurion y los gráficos de control por variables	169
Gráfico X-bar and R.....	170
Los gráficos X-bar y S y X-bar y S^2	180
Gráficos de control de medidas individuales	180
Gráfico de control de Mediana y Rango	182
Statgraphics y los gráficos CUSUM	184
Statgraphics y los gráficos MA y EWMA	190
Gráficos de control MA, EWMA y CUSUM para individuos	194
Statgraphics Centurion y los gráficos de control por atributos	194
Gráfico p	194
Gráficos np, c y u	197
Statgraphics Centurion y el control de aceptación.....	197
Control de aceptación por atributos.....	198
Control de aceptación por variables.....	201
SAS y los gráficos de control por variables y atributos elementales	204
SAS/QC y los gráficos de control por variables CUSUM, MA y EWMA	212
El procedimiento CUSUM de SAS/QC	214
El procedimiento MACONTROL de SAS/QC	217
Control de aceptación a través de SAS.....	219
Capítulo 6. Calidad y diseño de experimentos. Diseños unifactoriales	231
Diseño de experimentos	231
Diseños de experimentos aleatorizados. Inferencias sobre la diferencia de medias	234
Contrastes de hipótesis.....	234
Contrastes paramétricos para poblaciones normales	236
Contrastes no paramétricos para la bondad de ajuste a una distribución ...	237
Intervalos de confianza	240
Intervalos de confianza para parámetros de distribuciones normales.....	240
Intervalos de confianza para comparar poblaciones normales	241
Comparación de poblaciones normales con datos apareados	242

Statgraphics Centurion y los contrastes de hipótesis e intervalos de confianza	243
Procedimiento Análisis Unidimensional	243
Procedimiento Contraste de Hipótesis	248
Intervalos de confianza y tests de hipótesis en comparación de poblaciones. Muestras independientes	251
Comparación de muestras pareadas	255
Contrastes de hipótesis para dos poblaciones	258
SAS y los contrastes de hipótesis e intervalos de confianza.....	261
Diseños unifactoriales	266
Diseño unifactorial de efectos fijos	267
Diseño unifactorial de efectos aleatorios	268
Diseños unifactoriales de efectos fijos con Statgraphics. Estimación y Diagnósis	270
Diseños unifactoriales de efectos aleatorios con Statgraphics	285
Diseños unifactoriales de efectos fijos con SAS. Procedimiento ANOVA	288
Diseños unifactoriales de efectos aleatorios con SAS. Procedimiento VARCOMP	292
Capítulo 7. Calidad y diseño de experimentos. Diseños multifactoriales	295
Diseños multifactoriales.....	295
Diseño bifactorial. Efectos fijos, aleatorios y mixtos.....	295
Diseño en bloques aleatorizados	299
Diseño en medidas repetidas	300
Diseño con tres factores	300
Diseño en cuadrado latino	301
Diseño en cuadrado greco-latino	302
Diseño en parcelas divididas (split-splot)	302
Diseños jerárquicos o anidados.....	303
Diseños multifactoriales de efectos fijos, aleatorios y mixtos con Statgraphics ...	304
Componentes de la varianza con diseños de efectos aleatorios y mixtos en Statgraphics.....	315
Diseño en bloques aleatorizados con Statgraphics Centurion	318
Diseño en cuadrado latino con Statgraphics	321
Diseño split-splot con Statgraphics Centurion	324
Diseños multifactoriales de efectos fijos, aleatorios y mixtos con SAS	327
Componentes de la varianza en diseños de efectos aleatorios y mixtos con SAS	334

SAS y los diseños jerárquicos (anidados).....	336
El procedimiento GLM de SAS y los diseños en bloques aleatorizados.....	337
Capítulo 8. Calidad y diseños factoriales fraccionarios. Superficies de respuesta	341
Diseños factoriales completos	341
Diseños factoriales 2^k 3^k y p^k	342
Diseños factoriales en bloques (confusión).....	342
Diseños factoriales fraccionarios.....	343
Fracción un medio del diseño 2^k	344
Fracción un cuarto del diseño 2^k	345
Fracción un tercio del diseño 3^k	345
Diseños de superficies de respuesta	346
Modelos lineales mixtos.....	346
Diseños factoriales completos y fraccionales en Statgraphics.	
Superficies de respuesta.....	348
SAS y los modelos mixtos	365
SAS/QC y el diseño de experimentos	368
Capítulo 9. Metodología Seis Sigma para el control de calidad	373
Seis Sigma y el control de calidad.....	373
Introducción a la metodología Seis Sigma.....	373
Fases y herramientas en la metodología Seis Sigma	374
Trabajando en la metodología Seis Sigma con Statgraphics Centurion	375
Trabajando en la metodología Seis Sigma con SAS mediante menús.....	376
Trabajando en la metodología Seis Sigma con SAS mediante programación.....	379
Fase Definir en la metodología Seis Sigma	381
Fase Medir en la metodología Seis Sigma	382
Fase Analizar en la metodología Seis Sigma	383
Fase Mejorar en la metodología Seis Sigma.....	384
Fase Controlar en la metodología Seis Sigma.....	385
Índice analítico	387

Distributed model predictive control for plant-wide systems

Contents

Preface	xi
About the Authors	xv
Acknowledgement	xvii
List of Figures	xix
List of Tables	xxiii
1 Introduction	1
1.1 Plant-Wide System	1
1.2 Control System Structure of the Plant-Wide System	3
1.2.1 Centralized Control	4
1.2.2 Decentralized Control and Hierarchical Coordinated Decentralized Control	5
1.2.3 Distributed Control	6
1.3 Predictive Control	8
1.3.1 What is Predictive Control	8
1.3.2 Advantage of Predictive Control	9
1.4 Distributed Predictive Control	9
1.4.1 Why Distributed Predictive Control	9
1.4.2 What is Distributed Predictive Control	10
1.4.3 Advantage of Distributed Predictive Control	10
1.4.4 Classification of DMPC	11
1.5 About this Book	13
Part I FOUNDATION	
2 Model Predictive Control	19
2.1 Introduction	19
2.2 Dynamic Matrix Control	20
2.2.1 Step Response Model	20
2.2.2 Prediction	21

7.3.5	<i>Nominal Stability Analysis for Distributed Control Systems</i>	152
7.3.6	<i>Simulation Study</i>	153
7.4	Conclusion	159
	Appendix	159
	Appendix A. Proof of Lemma 7.1	159
	Appendix B. Proof of Lemma 7.2	160
	Appendix C. Proof of Lemma 7.3	160
	Appendix D. Proof of Theorem 7.1	161
	Appendix E. Proof of Theorem 7.2	161
	Appendix F. Derivation of the QP problem (7.52)	164
 Part III CONSTRAINT DISTRIBUTED PREDICTIVE CONTROL		
8	Local Cost Optimization Based Distributed Predictive Control with Constraints	169
8.1	Introduction	169
8.2	Problem Description	170
8.3	Stabilizing Dual Mode Noncooperative DMPC with Input Constraints	171
	8.3.1 <i>Formulation</i>	171
	8.3.2 <i>Algorithm Design for Resolving Each Subsystem-based Predictive Control</i>	176
8.4	Analysis	177
	8.4.1 <i>Recursive Feasibility of Each Subsystem-based Predictive Control</i>	177
	8.4.2 <i>Stability Analysis of Entire Closed-loop System</i>	183
8.5	Example	184
	8.5.1 <i>The System</i>	184
	8.5.2 <i>Performance Comparison with the Centralized MPC</i>	185
8.6	Conclusion	187
9	Cooperative Distributed Predictive Control with Constraints	189
9.1	Introduction	189
9.2	System Description	190
9.3	Stabilizing Cooperative DMPC with Input Constraints	191
	9.3.1 <i>Formulation</i>	191
	9.3.2 <i>Constraint C-DMPC Algorithm</i>	193
9.4	Analysis	194
	9.4.1 <i>Feasibility</i>	194
	9.4.2 <i>Stability</i>	199
9.5	Simulation	201
9.6	Conclusion	208
10	Networked Distributed Predictive Control with Inputs and Information Structure Constraints	209
10.1	Introduction	209
10.2	Problem Description	210

10.3	Constrained N-DMPC	212
10.3.1	Formulation	212
10.3.2	Algorithm Design for Resolving Each Subsystem-based Predictive Control	218
10.4	Analysis	219
10.4.1	Feasibility	219
10.4.2	Stability	225
10.5	Formulations Under Other Coordination Strategies	227
10.5.1	Local Cost Optimization Based DMPC	227
10.5.2	Cooperative DMPC	228
10.6	Simulation Results	229
10.6.1	The System	229
10.6.2	Performance of Closed-loop System under the N-DMPC	230
10.6.3	Performance Comparison with the Centralized MPC and the Local Cost Optimization based MPC	231
10.7	Conclusions	236
 Part IV APPLICATION		
11	Hot-Rolled Strip Laminar Cooling Process with Distributed Predictive Control	239
11.1	Introduction	239
11.2	Laminar Cooling of Hot-rolled Strip	240
11.2.1	Description	240
11.2.2	Thermodynamic Model	241
11.2.3	Problem Statement	242
11.3	Control Strategy of HSLC	244
11.3.1	State Space Model of Subsystems	244
11.3.2	Design of Extended Kalman Filter	247
11.3.3	Predictor	247
11.3.4	Local MPC Formulation	248
11.3.5	Iterative Algorithm	249
11.4	Numerical Experiment	251
11.4.1	Validation of Designed Model	251
11.4.2	Convergence of EKF	252
11.4.3	Performance of DMPC Comparing with Centralized MPC	252
11.4.4	Advantages of the Proposed DMPC Framework Comparing with the Existing Method	253
11.5	Experimental Results	256
11.6	Conclusion	258
 12	 High-Speed Train Control with Distributed Predictive Control	 263
12.1	Introduction	263
12.2	System Description	264

12.3	N-DMPC for High-Speed Trains	264
12.3.1	Three Types of Force	264
12.3.2	The Force Analysis of EMUs	266
12.3.3	Model of CRH2	267
12.3.4	Performance Index	271
12.3.5	Optimization Problem	272
12.4	Simulation Results	272
12.4.1	Parameters of CRH2	273
12.4.2	Simulation Matrix	273
12.4.3	Results and Some Comments	274
12.5	Conclusion	278
13	Operation Optimization of Multitype Cooling Source System Based on DMPC	279
13.1	Introduction	279
13.2	Structure of Joint Cooling System	279
13.3	Control Strategy of Joint Cooling System	280
13.3.1	Economic Optimization Strategy	281
13.3.2	Design of Distributed Model Predictive Control in Multitype Cold Source System	283
13.4	Results and Analysis of Simulation	286
13.5	Conclusion	292
	References	293
	Index	299

ÍNDICE

¿A quién va dirigido este libro?	5
Siglas, acrónimos y abreviaturas	13
Introducción	15
PRIMERA PARTE: GESTIÓN DE LA CALIDAD Y USO DE ISO 9001 EN EL ENTORNO BIBLIOTECARIO	17
Gestión de la calidad en el sector público	19
Enfoques de la calidad	20
Principios de gestión de calidad	22
Principio 1. Enfoque al cliente	22
Principio 2. Liderazgo	23
Principio 3. Participación del personal	24
Principio 4. Enfoque basado en procesos	24
Principio 5. Enfoque de sistema para la gestión	25
Principio 6. Mejora continua	26
Principio 7. Toma de decisiones basada en hechos	27

Principio 8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor	27
Normalización	28
Origen y evolución de la norma ISO 9001	31
Aportaciones de la norma ISO 9001 a la gestión de bibliotecas	33
SEGUNDA PARTE: CONSTRUYE EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD DE TU BIBLIOTECA DE ACUERDO CON LA NORMA ISO 9001	39
ISO 9001 paso a paso	41
Introducción [0]	45
Generalidades [0.1]	45
Enfoque basado en procesos [0.2]	47
Relación con la norma ISO 9004 [0.3]	51
Compatibilidad con otros sistemas de gestión [0.4]	52
Objeto y campo de aplicación [1]	55
Generalidades [1.1]	55
Aplicación [1.2]	56
Normas para la consulta [2]	59
Términos y definiciones [3]	61
Sistema de gestión de la calidad [4]	63
Requisitos generales [4.1]	63

Requisitos de la documentación [4.2]	66
Generalidades [4.2.1]	66
Manual de la calidad [4.2.2]	70
Control de los documentos [4.2.3]	72
Control de los registros [4.2.4]	74
Responsabilidad de la dirección [5]	77
Compromiso de la dirección [5.1]	77
Enfoque al cliente [5.2]	78
Política de la calidad [5.3]	79
Planificación [5.4]	80
Objetivos de la calidad [5.4.1]	80
Planificación del sistema de gestión de la calidad [5.4.2]	81
Responsabilidad, autoridad y comunicación [5.5]	81
Responsabilidad y autoridad [5.5.1]	81
Representante de la dirección [5.5.2]	83
Comunicación interna [5.5.3]	83
Revisión por la dirección [5.6]	85
Generalidades, revisión y resultados [5.6.1, 5.6.2 y 5.6.3]	85
Gestión de recursos [6]	89
Provisión de recursos [6.1]	89

Recursos humanos [6.2]	91
Generalidades [6.2.1]	91
Competencia, formación y sensibilización [6.2.2]	92
Infraestructura [6.3]	94
Ambiente de trabajo [6.4]	97
Realización del producto [7]	101
Planificación de la realización del producto [7.1]	101
Procesos relacionados con el cliente [7.2]	102
Determinación de los requisitos relacionados con el producto [7.2.1]	102
Revisión de los requisitos relacionados con el producto [7.2.2]	103
Comunicación con el cliente [7.2.3]	104
Diseño y desarrollo [7.3]	106
Compras [7.4]	108
Proceso de compras, información y verificación de los productos comprados [7.4.1, 7.4.2 y 7.4.3]	108
Producción y prestación del servicio [7.5]	110
Control de la producción y el servicio [7.5.1] y Validación de los procesos de producción y de prestación de servicios [7.5.2]	110
Identificación y trazabilidad [7.5.3]	111
Propiedad del cliente [7.5.4]	113

Preservación del producto [7.5.5]	115
Control de los equipos de seguimiento y medición [7.6]	116
Medición, análisis y mejora [8]	119
Generalidades [8.1]	119
Seguimiento y medición [8.2]	121
Satisfacción del cliente [8.2.1]	121
Auditoría interna [8.2.2]	122
Seguimiento y medición de los procesos [8.2.3]	124
Seguimiento y medición del producto [8.2.4]	125
Control del producto no conforme [8.3]	126
Análisis de los datos [8.4]	127
Mejora [8.5]	129
Mejora continua [8.5.1]	129
Acciones correctivas y Acciones preventivas [8.5.2 y 8.5.3]	130
El proceso de certificación	133
Otras ideas para mejorar el sistema de gestión de calidad	139
Bibliografía	143
Consejo editorial	147