

Índice general

<i>Prólogo</i>	XI
<i>Prefacio</i>	XIII

1. Introducción a la resistencia de materiales

1.1. Conceptos generales	1
1.2. Concepto de tensión	2
1.3. Régimen de tensiones en un punto	3
1.4. Tensiones normales y tangenciales	4
1.5. Convenciones de signos, símbolos y denominaciones	5
1.6. Relación entre las tensiones correspondientes a dos caras	7
1.7. Equilibrio del cubo elemental sujeto a tensiones	9

2. El estado elástico triple o espacial

2.1. Tensiones en un plano cualquiera	15
2.2. Tensiones y planos principales	17
2.3. Cuádrica indicatriz de tensiones	21
2.4. Determinación de las tensiones y direcciones principales	22
2.5. Expresiones del estado de tensión en un punto en función de las tensiones principales	24
2.6. Tensiones tangenciales máximas	25
2.7. Invariantes de tensión	28
2.8. Tensiones octaédricas	29
2.9. Representación gráfica del estado triaxial de tensión	31
2.9.1. Elipsoide de Lamé	31
2.9.2. Cuádrica directriz de tensiones	37
2.9.3. Cuádrica de tensiones de Cauchy	38
2.9.4. La circunferencia de Mohr para el estado elástico espacial	41
2.9.5. Estado de tensión correspondiente al haz de planos cuyo eje es una dirección principal. Estudio gráfico	52
2.10. El tensor de tensiones	54

3.	El estado elástico doble o plano	
3.1.	Tensiones en un plano cualquiera	59
3.2.	Tensiones y planos principales	61
3.3.	Máximas tensiones tangenciales	63
3.4.	Expresión de las tensiones en función de las tensiones principales	65
3.5.	Invariantes de tensión para el estado elástico plano	66
3.6.	Casos particulares del estado elástico plano	67
3.7.	Representación gráfica del estado elástico plano	68
3.7.1.	Elipse de Lamé o elipse de tensiones	68
3.7.2.	Cónicas auxiliares	69
3.7.3.	Representación polar de tensiones	78
3.7.4.	Circunferencia de Mohr	81
4.	El estado simple de tensión	
4.1.	Tensiones normal y tangencial para un plano cualquiera	97
4.2.	Representación gráfica del estado elástico simple. Circunferencia de Mohr	99
5.	Estado de deformación del sólido continuo	
5.1.	Conceptos generales	103
5.2.	Deformaciones en el entorno de un punto	103
5.3.	Deformaciones lineales específicas y distorsiones	106
5.4.	El tensor de deformación	114
5.5.	Las ecuaciones de compatibilidad de las deformaciones	118
5.6.	El estado de deformación en el entorno de un punto	119
5.7.	Deformaciones específicas y distorsiones máximas y mínimas	123
5.8.	Circunferencia de deformaciones	124
6.	Relaciones entre tensiones y deformaciones	
6.1.	Conceptos generales	127
6.2.	La ley de Hooke y las constantes elásticas	128
6.3.	Deformación volumétrica	129
6.4.	Generalización de la ley de Hooke	131
6.5.	Relación entre E, G y μ	132
6.6.	Módulo de elasticidad volumétrico	135
7.	Propiedades mecánicas de los materiales	
7.1.	Consideraciones generales	139
7.2.	El diagrama tensión - deformación	140

7.3.	Diagramas ideales	144
7.4.	La ley exponencial de Bach	146
7.5.	Los valores de las constantes elásticas	146
7.6.	El diagrama tensión - deformación para el acero	148
7.7.	El límite aparente de fluencia	153
7.8.	Características mecánicas de los materiales	155
7.9.	El coeficiente de seguridad	158
7.10.	Factores que afectan el coeficiente de seguridad	159
8.	El dimensionamiento de elementos estructurales	
8.1.	Conceptos generales	163
8.2.	El equilibrio interno en un sólido de alma llena	165
9.	Solicitud axil (Tracción y compresión simples)	
9.1.	Planteo del problema	169
9.2.	Resolución del problema	170
9.3.	Las deformaciones en la solicitud axil	175
9.4.	Régimen de tensiones para un punto de un sólido sujeto a solicitud axil	175
9.5.	Influencia del peso propio en la solicitud axil	176
9.6.	Sólido de igual resistencia a solicitud axil	178
9.7.	Deformación de un sólido de sección constante teniendo en cuenta el efecto del peso propio	181
9.8.	El problema de las tres barras	182
9.9.	Tensiones por variación de temperatura en una barra doblemente empotrada	186
9.10.	Tensiones en tubos de pared delgada	187
9.10.1.	Planteo del problema	187
9.10.2.	Determinación de las tensiones circunferenciales	189
9.10.3.	Deformaciones radial y circunferencial en un conducto de pared delgada	190
9.10.4.	Tensiones en conductos cerrados	191
9.11.	Tubos de pared gruesa	193
9.11.1.	Conceptos generales	193
9.11.2.	Cálculo de las tensiones en tubos de pared gruesa	194
9.11.3.	Valores máximos y mínimos de las tensiones y casos particulares	197
9.11.4.	Límites de aplicabilidad de las fórmulas para tubos de pared delgada	200
9.11.5.	Deformaciones en tubos de pared gruesa	201
9.11.6.	Tensiones inducidas por encamisado	204
9.11.7.	Caso en que el radio exterior es muy grande con relación al interior	210
9.11.8.	Tubos de pared gruesa en régimen plástico. Autozunchaje	212

10. Sollicitación por torsión

10.1. Planteo del problema	219
10.2. La hipótesis de Coulomb	220
10.3. Torsión de la sección circular llena	221
10.4. Relación entre M_t y las tensiones tangenciales	223
10.5. Angulo de torsión	226
10.6. Tensiones principales	227
10.7. La sección anular	228
10.8. Comparación entre la sección anular y la circular llena	229
10.9. Sección tubular de pared delgada simplemente conexa	232
10.10. Sección tubular de pared delgada, múltiplemente conexa	238
10.11. La sección rectangular sujeta a torsión	241
10.12. Secciones elíptica y triangular	245
10.13. Torsión en secciones abiertas de pared delgada. (Perfiles laminados)	246
10.14. La analogía de la membrana	250
10.15. Analogía hidrodinámica	256
10.16. Tensiones secundarias en la torsión	257
10.17. Torsión en el período plástico	264

11. Sollicitación por flexión simple

11.1. Conceptos generales	271
11.2. Flexión pura normal	272
11.2.2. Verificación de secciones	277
11.2.3. Deformaciones en la flexión pura normal	282
11.2.4. Cambio de forma de la sección	286
11.3. Flexión pura oblicua	299
11.3.1. Determinación del eje neutro	300
11.3.2. Flexión oblicua en función de dos flexiones normales	302
11.3.3. Verificación y proyecto de secciones solicitadas a flexión oblicua	304
11.4. Energía de deformación en la flexión	307
11.5. Flexión y corte	308
11.5.1. Consideraciones generales	311
11.5.2. La teoría de Jouravski generalizada	311
11.5.3. Tensiones tangenciales en la sección rectangular	313
11.5.4. Tensiones tangenciales en secciones simétricas de contorno curvilíneo	315
11.5.5. Tensiones tangenciales en la sección circular llena	318
11.5.6. Tensiones tangenciales en la sección triangular	322
11.5.7. Alabeo de secciones solicitadas por flexión y corte	323
11.5.8. Tensiones tangenciales en la sección doble T	325
11.5.9. Centro de corte	325
	330

11.6. Las tensiones principales en flexión y corte	336
11.7. Curvas isostáticas	339
11.7.1. Ecuación diferencial de las curvas isostáticas	340
11.7.2. Determinación gráfica de las isostáticas	341
11.8. Curvas isóclinas	344
11.9. Flexión en el período plástico	345
11.9.1. Materiales con límite de fluencia definido	345
11.9.2. Determinación del momento de rotura	348
11.9.3. Expresión del momento de plastificación parcial	348
11.9.4. Coeficientes de forma	350
11.9.5. Momentos de rotura y plastificación parcial y coeficiente de forma para distintas secciones	350
11.9.6. Tensiones residuales	357
11.9.7. Zona de plastificación en vigas solicitadas a flexión	359
11.9.8. Materiales sin límite de fluencia definido	363
11.9.9. Secciones con un solo eje de simetría	368

12. Sollicitación por flexión compuesta

12.1. Conceptos generales	373
12.2. Flexión compuesta en régimen elástico	373
12.2.1. Planteo y solución del problema para el caso general de flexión compuesta oblicua	373
12.2.2. Determinación gráfica del diagrama de tensiones normales	378
12.2.3. Flexión compuesta oblicua considerada como suma de dos flexiones normales	379
12.2.4. Reciprocidad entre centro de presión y eje neutro	381
12.2.5. Núcleo central	386
12.2.6. Determinación del núcleo central	388
12.2.7. Núcleo central de las secciones más comunes	389
12.2.8. Flexión compuesta normal en régimen elástico	396
12.2.9. Línea de influencia y superficie de influencia de las tensiones normales	400
12.3. Flexión compuesta en secciones de materiales que no admiten tensiones de tracción	402
12.3.1. Consideraciones generales	402
12.3.2. Flexión compuesta normal, en secciones sin zona de tracción	402
12.3.3. La sección circular hueca sin zona de tracción	408
12.3.4. Flexión compuesta oblicua en secciones sin zona de tracción	411
12.4. Flexión compuesta en régimen plástico o anelástico	415
12.4.1. Consideraciones generales	415
12.4.2. Análisis de la sección rectangular	416
12.4.3. Curva de interacción para plastificación total de la sección rectangular	417
12.4.4. Curvas de interacción para plastificación parcial de la sección rectangular	419
12.4.5. Diagramas de interacción	424

12.4.6.	Caso general de una sección cualquiera	429
12.4.7.	Curva de interacción para plastificación total de una sección cualquiera	432
12.4.8.	Curvas de interacción para plastificación parcial de una sección cualquiera	434
12.4.9.	Curvas de interacción para una sección trapecial	435
13.	Flexión combinada con torsión	
13.1.	Conceptos generales	441
13.2.	Flexión y torsión en la sección circular llena	442
13.3.	Flexión y torsión en la sección circular hueca	445
13.4.	Caso de la sección circular llena cuando existe esfuerzo normal	445
13.5.	Resortes helicoidales de sección circular	447
13.5.1.	Resortes de espiras cerradas	448
13.5.2.	Resortes de espiras abiertas	453
14.	Flexión en piezas de gran curvatura	
14.1.	Conceptos generales	455
14.2.	Planteo del problema	455
14.3.	Método de la sección transformada	458
14.4.	Solución de Winkler-Bach	464
14.5.	Determinación analítica del coeficiente α	470
14.5.1.	Coeficiente α para la sección rectangular	471
14.5.2.	Coeficiente α para la sección circular llena	472
14.5.3.	Coeficiente α para la sección triangular	474
14.5.4.	Coeficiente α para la sección elíptica	475
14.6.	Determinación gráfica del coeficiente α	476
14.7.	Piezas solicitadas axialmente	479
14.8.	Flexión compuesta en piezas de gran curvatura	482
14.9.	Tensiones radiales en vigas de gran curvatura	484
14.10.	Tensiones en vigas de secciones T, doble T y tubulares	489
15.	Teorías de rotura de los cuerpos	
15.1.	Consideraciones generales	491
15.2.	Concepto de rotura	493
15.3.	Las principales teorías de rotura	495
15.4.	La energía interna de deformación	496
15.4.1.	Estado simple de tensión	497
15.4.2.	Corte puro	498

15.4.3.	Combinación de σ_1 y τ	499
15.4.4.	Caso de dos tensiones principales	499
15.4.5.	Caso de tres tensiones principales	500
15.4.6.	Componentes de la energía total de deformación	501
15.5.	Teoría de la máxima tensión principal	507
15.6.	Teoría de la máxima tensión de corte	510
15.7.	Teoría de la máxima deformación específica principal	512
15.8.	Teoría de la energía total de deformación	514
15.9.	Teoría de la máxima energía de distorsión	517
15.10.	Teoría de la máxima tensión tangencial octaédrica	519
15.11.	Teoría de la máxima tensión normal	520
15.12.	Teoría de Mohr	522
15.13.	Comparación de las distintas teorías de rotura	528
16.	Solicitud por fatiga	
16.1.	Concepto del problema	533
16.2.	Tipos de tensión en la solicitud por fatiga. Definiciones	535
16.3.	Resistencia a la fatiga. Curva de Wöhler	538
16.4.	Diagramas de fatiga. Interpretación de los resultados experimentales	540
16.5.	Diagrama de Weyrauch	545
16.6.	Diagrama de Smith	546
16.7.	Dimensionado de piezas sujetas a solicitaciones cíclicas	551
16.7.1.	Fatiga por solicitud axial	552
16.7.2.	Fatiga por flexión	554
17.	Solicitaciones dinámicas	
17.1.	Planteo del problema	559
17.2.	Solicitud dinámica axial	562
17.3.	Solicitud dinámica por flexión	566
17.4.	Solicitud dinámica por torsión	570
17.5.	Análisis comparativo entre solicitaciones estática y dinámica	573
17.6.	Influencia de la inercia de la pieza que soporta el impacto	577
17.7.	Coeficiente de impacto	581
18.	Concentración de tensiones	
18.1.	Concepto del problema	583
18.2.	Concentración de tensiones originadas por un agujero circular, para solicitud axial	584
18.3.	Concentración de tensiones originadas por un agujero elíptico, en solicitud axial	592
18.4.	Efectos de entalladura y de cambio de sección	595

18.5. Diagramas de Neuber	609
18.6. Factor efectivo de concentración de tensiones. Sensibilidad de entalladura	613
18.7. Factores que influyen sobre k_e y α	615
18.8. Concentración de tensiones en la torsión de barras de pared delgada	618