

ÍNDICE

1. EL CONCEPTO DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES

1. PRESENTACIÓN	17
1.1. PROCESO INDUSTRIAL DE LOS SEMIPRODUCTOS METÁLICOS	17
1.1.1. Afino del arrabio	19
1.1.2. Colada del acero	20
1.2. PROCESOS INDUSTRIALES DE LAS MATERIAS PRIMAS CERÁMICAS	22
1.3. PROCESOS INDUSTRIALES DE LAS MATERIAS PRIMAS POLIMÉRICAS	23
2. LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS PARA LA OBTENCIÓN DE PIEZAS	25
3. LOS REQUERIMIENTOS DEL SERVICIO	26
4. EL CICLO DEL PERFECCIONAMIENTO DEL DISEÑO	27
5. OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES	28
6. SÍNTESIS DEL PROGRAMA DE TECNOLOGÍA DE MATERIALES	28
7. RESUMEN	29
8. BIBLIOGRAFÍA	30

2. LOS PROCESOS DE FRACTURA

1. PRESENTACIÓN	33
2. ANTECEDENTES: EL CÁLCULO ELÁSTICO Y SUS LIMITACIONES	35
3. NECESIDAD DEL DISEÑO CONSIDERANDO LA FRACTURA	41
4. MODOS BÁSICOS EN FRACTURA ESTÁTICA	41
5. FRACTURA DÚCTIL. FLUENCIA	43
5.1. FLUENCIA CON ENDURECIMIENTO	44
5.1.1. Modelo tensión-deformación, σ - ϵ	46
5.2. FLUENCIA SIN ENDURECIMIENTO	47
5.2.1. Modelo de fluencia sin endurecimiento	48
5.2.2. El cálculo en fluencia sin endurecimiento	50
5.2.3. Los parámetros que definen el comportamiento del material	53
5.3. TIPOS DE FRACTURA DÚCTIL	58
5.3.1. Fractura dúctil transcristalina	59
5.3.2. Fractura dúctil intergranular	61

6. FRACTURA FRÁGIL. CLIVAJE.....	62
6.1. IDENTIFICACIÓN DE LA FRACTURA FRÁGIL. TIPOS	62
6.2. MATERIALES QUE PUEDEN SUFRIR CLIVAJE	64
6.3. CONDICIONES FRAGILIZANTES DE SERVICIO	65
6.4. MODELIZACIÓN BÁSICA DE LA FRACTURA FRÁGIL	66
6.4.1. La condición de inestabilidad	70
6.4.2. Clasificación de los modos de fractura	76
6.4.3. Estimación de la tenacidad de los materiales	77
6.4.4. Causas del crecimiento estable de la grieta en el material dúctil-frágil	83
6.4.5. Influencia del espesor de la pieza sobre la plasticidad en el fondo de entalla. Deformación plana	87
6.4.6. Modelo de cálculo en fractura para placas finitas	91
6.4.7. Cálculo a fractura bajo modos combinados	94
7. LA FRACTURA POR FATIGA	96
7.1. EL DIMENSIONAMIENTO CLÁSICO A FATIGA	97
7.2. CINÉTICA DE LA FRACTURA POR FATIGA	99
7.3. EL CÁLCULO POR EL CRITERIO DE NO FISURACIÓN	102
7.3.1. Variables del material que afectan a la resistencia a la iniciación de grieta de fatiga	105
7.4. EL CÁLCULO A FATIGA POR EL CRITERIO DE FRACTURA TOTAL	107
8. FRACTURA CON CORROSIÓN	112
8.1. FRACTURA BAJO CORROSIÓN Y TENSIONES	113
8.2. CÁLCULO DEL SERVICIO EN CORROSIÓN.BAJO TENSIONES	114
8.3. EL CÁLCULO DE FRACTURA EN FATIGA CON CORROSIÓN	115
8.4. MÉTODOS PARA PROLONGAR EL SERVICIO EN CORROSIÓN BAJO TENSIONES	115
9. RESUMEN	116
10. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	117
11. BIBLIOGRAFÍA	121

3. PROCESOS DE DETERIORO SUPERFICIAL NO CORROSIVO. LUBRICACIÓN Y DESGASTE

1. PRESENTACIÓN	125
1.1. OBJETIVOS	126
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	126
1.3. ANÁLISIS GENÉRICO DE LAS VARIABLES TRIBOLÓGICAS	127
2. NATURALEZA DEL CONTACTO INTERFERENCIAL	128
2.1. CONSTITUCIÓN DE LA CAPA SUPERFICIAL	129
2.1.1. Cerámico	129
2.1.2. Metálico	129
2.1.3. Polímeros	130
2.2. TOPOGRAFÍA SUPERFICIAL	130
3. EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO EN LAS SUPERFICIES DESLIZANTES	131
3.1. EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO COHESIVO. BOWDEN	133
3.2. INFLUENCIA DE LA PRESIÓN APLICADA	136
3.2.1. Modelo de coeficiente de rozamiento interferencial conjunto	139
4. INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE DESLIZAMIENTO EN EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO	140
4.1. EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA EN LAS SUPERFICIES DE FRICCIÓN	141
4.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO	141
4.3. MODELO DEL COEFICIENTE DE ROZAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA VELOCIDAD	142
5. LA FRICCIÓN EN LA RODADURA. ADHERENCIA	144
5.1. RESISTENCIA A LA RODADURA	145
5.2. ADHERENCIA EN LA RODADURA	147
5.2.1. Justificación del modelo de adherencia	150
5.2.2. Influencia de la velocidad del vehículo sobre la adherencia	153
5.2.3. Influencia de las variables del sistema rueda-camino	155
6. DESGASTE	155
6.1. EVOLUCIÓN DEL DESGASTE	156
6.2. MODELO DEL DESGASTE EN EL PERIODO DE RODAJE	157
6.3. MODELO DE DESGASTE EN RÉGIMEN ESTABLE	157

7. LA SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE CONTACTO	159
7.1. TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	161
8. LA LUBRICACIÓN EN LAS UNIONES DESLIZANTES	162
8.1. TIPOS DE LUBRICACIÓN LÍQUIDA	162
8.2. LUBRICACIÓN EN RÉGIMEN HIDRODINÁMICO	164
8.2.1. Modelo de la lubricación hidrodinámica	165
9. LUBRICACIÓN ELASTOHIDRODINÁMICA	178
9.1. SUPERFICIE DE CONTACTO	178
9.2. INFLUENCIA DE LA PRESIÓN EN LA VISCOSIDAD	179
9.3. CAMPO DE PRESIONES ELASTOHIDRODINÁMICA	180
9.4. MODELIZACIÓN DEL CONTACTO EN CONDICIONES ELASTOHIDRODINÁMICAS EN ENGRANAJES K_h	181
10. RESUMEN	181
11. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	182
12. BIBLIOGRAFÍA	186
4. TÉCNICAS PARA LA DETECCIÓN DE DEFECTOS. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
1. PRESENTACIÓN	189
2. RADIOLOGÍA INDUSTRIAL	190
2.1. FUNDAMENTOS DEL ENSAYO DE RADIOLOGÍA	191
2.2. LAS FUENTES DE RADIACIÓN	192
2.2.1. El equipo de rayos X	192
2.2.2. La fuente de rayos gamma	194
2.3. EL REGISTRADOR DE LA INTERACCIÓN DE LA RADIACIÓN CON EL OBJETO	195
2.4. SELECCIÓN DE VARIABLES OPERATORIAS	197
2.5. OPTIMIZACIÓN DE VARIABLES OPERATORIAS	200
2.6. RESOLUCIÓN DE LA RADIOGRAFÍA	206
2.7. APLICACIONES	209
2.7.1. Defectos en soldaduras	209
2.7.2. Corrosión localizada	209
3. ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	209
3.1. FORMAS DE MAGNETIZACIÓN DE LA PIEZA	210

3.1.1. Influencia del tipo de corriente	212
3.1.2. Requisitos del campo magnético	213
3.1.3. Influencia de la retentividad del campo magnético	215
3.2. MÉTODOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS MAGNÉTICAS	215
3.2.1. Características magnéticas de las partículas	216
3.2.2. Influencia del tamaño de las partículas	216
3.2.3. Influencia de la forma de las partículas	216
3.3. DESMAGNETIZACIÓN DE LA PIEZA	217
4. ENSAYO NO DESTRUCTIVO POR ULTRASONIDOS	217
4.1. FUENTE DE EMISIÓN DE ONDAS	218
4.1.1. Interacción de las ondas ultrasónicas con el material	219
4.2. FUENTE DE RECEPCIÓN DE ONDAS	220
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSDUCTORES PIEZOELÉCTRICOS	221
4.4. CONDUCCIÓN DE LAS ONDAS EN EL MATERIAL	222
4.4.1. Pérdidas de la presión acústica en el material	222
4.5. TRANSMISIÓN DE ONDAS A OTRO MATERIAL	224
4.5.1. Ángulo de incidencia normal a la superficie. Aplicación a palpadores normales	224
4.5.2. Ángulo de incidencia, α_i , oblicuo a la superficie. Aplicación a palpadores angulares	226
4.6. TÉCNICAS OPERATORIAS PARA IDENTIFICAR DISCONTINUIDADES	227
4.6.1. Ubicación del reflector por calibración. Patrones	230
4.6.2. Resolución del ensayo. Calibración de defectos	230
4.6.3. Evaluación del tamaño del reflector	230
5. ENSAYOS POR LÍQUIDOS PENETRANTES	239
5.1. SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL LÍQUIDO PENETRANTE	240
5.2. TIPOS DE LÍQUIDOS PENETRANTES	240
5.3. EL TIEMPO DE APLICACIÓN DEL PENETRANTE	241
5.4. CARACTERÍSTICAS DEL ELIMINADOR	241
5.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS REVELADORES	241
6. RESUMEN	242
7. EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	243

8. BIBLIOGRAFÍA	248
5. PROCESOS DE COLADA	
1. PRESENTACIÓN	251
2. PROCESOS DE COLADA.....	251
2.1. COLADA CON MODELO PERMANENTE	253
2.1.1. Moldeado en cáscara	256
2.2. MOLDE PERMANETE (<i>fundición inyectada</i>)	257
2.2.1. Procesos de inyección en metales	258
2.2.2. Procesos de inyección en polímeros	259
2.3. MOLDE Y MODELO DESECHABLE	260
2.4. PROCESO DE COLADA EN MOLDE ABIERTO	262
3. LAS VARIABLES DEL PROCESO QUE DEFINEN SUS CARACTERÍSTICAS	262
3.1. MICROESTRUCTURA DE LAS PIEZAS DE FUNDICIÓN	262
3.1.1. La morfología de los granos en los metales puros	262
3.1.2. Microestructura de aleaciones	271
3.1.3. Características resistentes de los materiales poliméricos en proceso de inyección	278
3.2. POROSIDAD	279
3.2.1. Liberación de los gases al pasar de sólido a líquido	279
3.2.2. Por productos de reacción de los componentes en la masa líquida o con las paredes del molde	280
3.2.3. Contracción de la masa fundida en el proceso de solidificación	281
3.3. GRIETAS DE FUNDICIÓN	283
4. RESUMEN	284
5. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	275
6. BIBLIOGRAFÍA	286
6. CONFORMADO POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA	
1. PRESENTACIÓN	289
2. LA MATERIA PRIMA	290

2.1. <i>EL LINGOTE</i>	290
2.1.1. Defectos del lingote	290
2.2. <i>COLADA CONTINUA</i>	293
3. LOS PROCESOS DE CONFORMACIÓN	294
3.1. <i>EL PROCESO DE FORJA</i>	295
3.1.1. Las máquinas de forjar	295
3.1.2. Procesos de forja	296
3.1.3. Definición de las fuerzas de forja	298
3.1.4. Rendimiento del proceso	303
3.2. <i>PROCESO DE EXTRUSIÓN</i>	304
3.2.1. Métodos de extrusión en metales	304
3.2.2. Métodos de extrusión en polímeros	309
3.3. <i>LAMINACIÓN</i>	310
3.3.1. Constitución de un tren de laminado	310
3.3.2. Operación de laminación	311
3.3.3. Estimación de la presión de laminación	313
3.4. <i>OTROS PROCESOS DE CONFORMACIÓN</i>	316
3.4.1. Extrusión por forja	316
3.4.2. Trefilado	317
4. CARACTERIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS CONFORMADOS POR DEFORMACIÓN PLÁSTICA	320
4.1. <i>ALINEACIÓN DE IMPUREZAS</i>	320
4.2. <i>CONTROL DE LA FORMA Y DEL TAMAÑO DE GRANO</i>	320
4.3. <i>TEXTURAS DE DEFORMACIÓN Y RECOCIDO</i>	323
5. DEFECTOLOGÍA DE LOS PRODUCTOS CONFORMADOS PLÁSTICAMENTE	324
5.1. <i>SOBRECALENTAMIENTO</i>	324
5.2. <i>GRANO GRUESO</i>	324
5.3. <i>PLIEGUES FRÍOS</i>	324
5.4. <i>ALINEACIÓN DE INCLUSIONES</i>	324
5.5. <i>PIEL DE NARANJA</i>	325
5.6. <i>DESGARRO DE EMBUTICIÓN</i>	325
6. RESUMEN DE LA UNIDAD	326
7. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	327
8. BIBLIOGRAFÍA	330

7. PROCESO DE SINTERIZACIÓN

1. PRESENTACIÓN	333
2. OBTENCIÓN DE GRANO O POLVO	334
2.1. LA MOLIENTA	334
2.2. ALEACIÓN MECÁNICA	335
2.3. TÉCNICAS ELECTROLÍTICAS	335
2.4. REDUCCIÓN QUÍMICA	336
2.5. DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA	336
2.6. ATOMIZACIÓN	337
3. ACONDICIONAMIENTO DEL POLVO	338
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO BÁSICO DE SINTERIZACIÓN	338
4.1. LA COMPACTACIÓN	339
4.2. LA SINTERIZACIÓN	341
5. LAS CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DEL SINTERIZADO	342
5.1. LA FUNCIÓN DENSIDAD DEL COMPACTO	342
5.1.1. Determinación de la densidad aparente	344
5.1.2. La densidad en verde como función de la altura	350
5.1.3. Modelización de la resistencia en verde	352
5.1.4. Influencia de la temperatura de compactación	354
5.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE SINTERIZADO EN LA RESISTENCIA	355
5.2.1. Influencia de la densidad en verde sobre la resistencia	356
5.2.2. Causas de la evolución de la resistencia con las variables del sinterizado	357
5.3. VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL SINTERIZADO	360
5.4. DATOS PARA LA SELECCIÓN DE MATERIALES DE LA MATRIZ	360
6. RESUMEN	361
7. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	362
8. BIBLIOGRAFÍA	364

8. PROCESOS DE TRATAMIENTO TÉRMICO

1. PRESENTACIÓN	367
2. TRATAMIENTOS TÉRMICOS MÁSCOS	368
2.1. EQUIPOS GENÉRICOS DE PROCESOS TÉRMICOS	369

2.1.1. Tipos de hornos	370
2.1.2. Control de atmósferas	372
2.2. <i>RECOCIDO DE HOMOGENEIZACIÓN</i>	372
2.2.1. Selección de variables	373
2.3. <i>RECOCIDO DE RECRISTALIZACIÓN</i>	373
2.3.1. Proceso	373
2.3.2. Selección de variables	374
2.3.3. El tratamiento para el control del tamaño de grano	375
2.4. <i>TRATAMIENTO DE ENDURECIMIENTO POR PRECIPITACIÓN</i>	377
2.4.1. Proceso	378
2.4.2. Selección de temperaturas y tiempos	379
2.5. <i>TRATAMIENTOS POR TRANSFORMACIÓN EUTECTOIDE IRREVERSIBLE</i>	380
2.5.1. Tratamientos perlíticos y bainíticos	380
2.6. <i>TRANSFORMACIÓN MARTENSÍTICA</i>	383
2.6.1. Proceso	383
2.6.2. Variables de la transformación martensítica	383
2.6.3. Características de la martensita	385
2.6.4. Grietas de temple	385
2.6.5. Tratamientos térmicos para reducir grietas de temple	389
2.7. <i>TRATAMIENTO DE REVENIDO DE LA ESTRUCTURA MARTENSÍTICA</i>	390
2.7.1. Proceso	391
2.7.2. Las variables del revenido	391
2.8. <i>RECOCIDOS Y NORMALIZADOS SOBRE ALEACIONES EUTECTOIDES</i>	393
2.9. <i>SÍNTESIS DE LOS PROCESOS DE REGENERACIÓN DE ESTRUCTURAS EN ALEACIONES EUTECTOIDES</i>	395
3. <i>TRATAMIENTOS TÉRMICOS SELECTIVOS</i>	396
3.1. <i>TEMPLE SUPERFICIAL</i>	397
3.1.1. Temple superficial por inducción	399
3.1.2. Temple superficial a la llama	401
3.1.3. Temple superficial por láser	402
4. RESUMEN	403
5. EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	403
6. BIBLIOGRAFÍA	411

9. PROCESOS DE UNIÓN

1. PRESENTACIÓN	415
2. UNIONES REMACHADAS Y ATORNILLADAS	417
2.1. CÁLCULO DE LA FUERZA DE UNIÓN	418
2.2. DEFECTOLOGÍA DE LOS REMACHES	420
3. UNIÓN POR CALADO	420
4. LA UNIÓN INTERMETÁLICA. SOLDADURA	421
4.1. LOS FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE SOLDADURA	421
4.1.1. Las fuentes de energía	422
4.1.2. Sobre la protección del entorno contaminante	424
4.1.3. Sobre el material de aporte de la unión	424
4.1.4. Sobre la preparación previa de las zonas de unión	425
4.2. LOS PROCESOS DE SOLDEO	426
4.2.1. Las soldaduras en fase sólida	426
4.2.2. La soldadura de fusión	428
4.2.3. Soldadura por haz de electrones	431
4.2.4. Soldadura por láser	431
4.2.5. Resumen de los procesos de soldadura	432
4.3. LA SOLDABILIDAD DE LOS METALES	433
4.3.1. Las variables de la soldabilidad	435
4.3.2. Las características resistentes en la junta soldada	442
4.4. DEFECTOS GEOMÉTRICOS DE LA SOLDADURA	455
5. PROCESO DE PEGADO	456
5.1. CUBRIMIENTO DE UN PEGAMENTO AL SÓLIDO	457
5.1.1. Evolución de la superficie de contacto sólido - líquido S_{SL}	458
5.2. ADHESIÓN DEL PEGAMENTO AL SÓLIDO	461
5.2.1. Entrelazamiento mecánico	461
5.2.2. Interdifusión	462
5.2.3. Reacción química	462
5.3. MATERIALES USUALES COMO PEGAMENTOS	463
6. RESUMEN	464
7. EJERCICIOS DE AUTOEVALUACIÓN	466
8. BIBLIOGRAFÍA	471

10. PROCESOS DE MODIFICACIÓN DE SUPERFICIES

1. PRESENTACIÓN	475
-----------------------	-----

2. PROCESOS DE ENDURECIMIENTO SUPERFICIAL:	
SHOT PENNING	476
2.1. INTRODUCCION	476
2.2. PROCESO DE APLICACIÓN DE SHOT PENNING	477
2.3. TENSIONES RESIDUALES PRODUCTOS	477
2.4. DISIPACIÓN DE TENSIONES RESIDUALES	479
2.5. EFECTO DE LAS TENSIONES RESIDUALES EN FATIGA	480
2.6. EFECTO DE LAS TENSIONES RESIDUALES EN CORROSIÓN BAJO TENSIÓN	480
2.7. DEFECTOLOGÍA DEL SHOT PENNING	481
3. PROCESOS DE DIFUSIÓN SUPERFICIAL	483
3.1. INTRODUCCIÓN	483
3.2. PROCESO DE CEMENTACIÓN	484
3.2.1. Métodos de carburación	484
3.2.2. Variables de control	487
3.2.3. Caracterización de la capa cementada	488
3.2.4. La tenacidad del núcleo de una pieza cementada	489
3.3. PROCESO DE NITRURACIÓN	493
3.3.1. Métodos de nitruración	494
3.3.2. Variables de control	497
3.3.3. El núcleo de la pieza nitrurada	500
3.3.4. Causas del endurecimiento en la nitruración	500
4. RECUBRIMIENTOS METÁLICOS POR INMERSIÓN EN CALIENTE:	
GALVANIZACIÓN DEL ACERO	501
4.1. PRESENTACIÓN	501
4.2. FASES DEL PROCESO DE GALVANIZACIÓN	502
4.2.1. Desengrase/enjuagado	502
4.2.2. Decapado	503
4.2.3. Enjuagado	503
4.2.4. Tratamiento con sales	503
4.2.5. Secado	503
4.2.6. Galvanización	503
4.3. CARACTERÍSTICAS DEL RECUBRIMIENTO	505
4.3.1. Espesor del recubrimiento	505
4.3.2. Resistencia a la corrosión	506
5. RECUBRIMIENTOS POR ELECTRODEPOSICIÓN	510
5.1. INTRODUCCIÓN	510
5.2. FUNDAMENTO DEL PROCESO	510
5.3. VARIABLES DEL PROCESO DE ELECTRODEPOSICIÓN	512

5.4. CONFORMACIÓN DEL DEPÓSITO	513
5.5. EL PROCESO DE ELECTRODEPOSICIÓN COMPLETO	514
5.5.1. El acero electrocincado	514
6. PROCESOS DE ANODIZADO	515
6.1. INTRODUCCIÓN	515
6.2. FUNDAMENTOS DEL PROCESO	516
6.3. CARACTERIZACIÓN DE LA CAPA ANÓDICA	518
6.4. PROCESO DE ANODIZADO GLOBAL	518
6.4.1. Etapa de anodizado	519
6.4.2. Sellado del anodizado	520
6.4.3. Coloración del anodizado	521
7. PROCESOS PARA OBTENCIÓN DE RECUBRIMIENTOS POR PROYECCIÓN TÉRMICA	523
7.1. INTRODUCCIÓN	523
7.2. FUNDAMENTO DE LOS PROCESOS	523
7.2.1. Recubrimiento de hilo por combustión	525
7.2.2. Recubrimientos de polvos por combustión	525
7.2.3. Recubrimiento de hilo por arco eléctrico	526
7.2.4. Recubrimiento de polvo por plasma	526
7.3. PARÁMETROS QUE CONTROLAN LA BONDAD DEL 7.3.1. RECUBRIMIENTO	527
7.3.2. Ensayos para medir la adherencia	527
7.4. PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES	528
7.4.1. Diseñodel rebaje	529
7.4.2. Preparación de las superficies	529
7.4.3. Procesos de aplicación del spray de recubrimiento	531
7.4.4. Acabado de recubrimiento	533
7.5. APLICACIONES.....	533
8. RECUBRIMIENTOS CON PINTURAS	534
8.1. PRESENTACIÓN	534
8.2. FUNDAMENTOS SOBRE LAS PINTURAS	535
8.2.1. Mecanismos de la protección anticorrosivos por pinturas	536
8.2.2. Requisitos para la protección anticorrosiva por pinturas	536
8.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE PINTADO	539
8.3.1. Preparación de superficie	540
8.3.2. Adherencia pintura - sustrato	541
8.3.3. Compatibilidad entre pinturas	542
8.3.4. Espesor del sistema de pinturas	543
8.3.5. Aplicación del sistema de pintura	544

9. PROCESOS DE DEPOSICIÓN EN FASE VAPOR	544
9.1. INTRODUCCIÓN	544
9.2. PROCESOS DE DEPOSICIÓN EN FASE VAPOR POR VÍA FÍSICA	545
9.2.1. Procesos de deposición por pulverización	545
9.2.3. Procesos de deposición por evaporación	547
9.3. PROCESOS DE DEPOSICIÓN EN FASE VAPOR POR VÍA QUÍMICA	548
9.3.1. Procesos activados por calor	549
9.3.2. Procesos activados por plasma	550
10. RESUMEN	551
11. EJERCICIOS DE EVALUACIÓN	553
12. BIBLIOGRAFÍA	560