

RESUMEN DEL CONTENIDO DE LA OBRA COMPLETA

VOLUMEN 1 – FUNDAMENTOS

I El proyecto constructivo

II Estructura

- II-1 Orden y subdivisión
- II-2 Construcción industrializada
- II-3 Ordenamiento dimensional

III Sostenibilidad

- III-1 Contexto
- III-2 Ecología
- III-3 Economía
- III-4 Factores sociales
- III-5 Análisis del ciclo de vida
- III-6 Reciclaje

IV Materiales

- IV-1 Materia
- IV-2 Materiales técnicos
- IV-3 Piedra
- IV-4 Hormigón
- IV-5 Madera
- IV-6 Acero
- IV-7 Hormigón armado
- IV-8 Vidrio
- IV-9 Materiales sintéticos

V Productos de construcción

- V-1 Piedras artificiales
- V-2 Productos de madera
- V-3 Productos de acero
- V-4 Productos de vidrio
- V-5 Productos sintéticos

VI Funciones

- VI-1 Ámbito
- VI-2 Conducción de fuerzas (con Dr. M. Weißbach)
- VI-3 Protección higrotérmica
- VI-4 Protección acústica
- VI-5 Protección contra incendios
- VI-6 Durabilidad

VOLUMEN 2 – CONCEPCIÓN

VII Generación de superficies

VIII Composición de envoltentes

IX Estructuras primarias (con Dr. M. Weißbach)

- IX-1 Fundamentos
- IX-2 Tipos
- IX-3 Deformaciones
- IX-4 Cimentación

X Métodos constructivos

- X-1 Construcción de obra de fábrica
- X-2 Construcción de madera
- X-3 Construcción de acero
- X-4 Construcción de hormigón prefabricado
- X-5 Construcción de hormigón in situ

XI Empalmes de superficies**VOLUMEN 3 – EJECUCIÓN****XII Conexiones** (con Dr. M. Weißbach)

- XII-1 Fundamentos del ensamble
- XII-2 Conducción de fuerzas
- XII-3 Procedimientos de ensamble
- XII-4 Componer
- XII-5 Aplicar o insertar a presión
- XII-6 Ensamblar por conformación primaria
- XII-7 Ensamblar por deformación
- XII-8 Ensamblar por consolidación de materiales

XIII Envolvertes exteriores

- XIII-1 Fundamentos
- XIII-2 Envolvertes en contacto con el terreno
- XIII-3 Sistemas de hoja simple
- XIII-4 Sistemas compuestos multicapa
- XIII-5 Sistemas nervados
- XIII-6 Envolvertes de vidrio apoyadas en puntos
- XIII-7 Elementos funcionales añadidos
- XIII-8 Sistemas de membrana
- XIII-9 Huecos

XIV Envolvertes interiores

- XIV-1 Fundamentos
- XIV-2 Separaciones horizontales
- XIV-3 Separaciones verticales
- XIV-4 Huecos

- 1** Escala
- 2** Sostenibilidad
- 3** Materiales
- 4** Funciones
- 5** Forma
- 6** Superficies
- 7** Composición
- 8** Métodos constructivos
- 9** Uniones
- 10** Proyecto constructivo

VOLUMEN 4 – PRINCIPIOS

I EL PROYECTO CONSTRUCTIVO

1. El concepto de la construcción	4
1.1 La producción de edificios	4
1.2 Definición del término <i>construcción</i>	4
2. El proceso del proyecto constructivo.....	5
2.1 Planificar, proyectar, diseñar	6
2.2 Fases del proyecto de ejecución.....	8
2.3 Metodología del proyecto de ejecución.....	9
3. Proyecto conceptual y constructivo	11
3.1 Influencia del proyecto constructivo sobre el proyecto general.....	12
3.1.1 El concepto del método de construcción ...	13
3.1.2 Métodos de construcción históricos y tradicionales	13
3.1.3 Métodos constructivos modernos.....	14
3.1.4 Categorías de métodos de construcción	15
3.1.5 Importancia de los métodos de construcción para el proyectista	16
3.2 Influencia del proyecto conceptual sobre el constructivo.....	16
3.3 Armonización del proyecto conceptual y constructivo	16
3.4 Condiciones actuales	17
4. Principios del proyecto constructivo.....	18
4.1 Fundamentos	18
4.2 Principios de construcción históricos y modernos.....	18
4.3 El camino del principio al detalle y viceversa.....	19
Notas	21
Normas y directrices	21

II ESTRUCTURA**1.1 Orden y subdivisión**

1. Ordenamiento de la estructura de un edificio	26
1.1 Ordenamiento según aspectos formales.....	26
1.2 Ordenamiento según aspectos funcionales	28
1.3 Ordenamiento según aspectos constructivos	29
2. Subdivisión de una estructura de edificio	31
2.1 Subdivisión según aspectos formales	31
2.2 Subdivisión según aspectos funcionales	32
2.2.1 según funciones principales	32
2.2.2 según función constructiva individual.....	34
2.2.3 según el grado y la calidad de la exigencia	34
2.3 Subdivisión según aspectos constructivos.....	35
2.3.1 debido a limitaciones del material	35
2.3.2 debido al principio constructivo	36
2.3.3 debido a la producción industrial	40

2.3.4 debido a la organización del proceso de construcción	40
2.4 Clasificación de componentes según su complejidad constructiva	42
Notas	45
Normas y directrices	45
1. Etapas de desarrollo técnico-cultural	48
2. Producción artesanal	49
3. Producción industrial	51
3.1 Evolución histórica de la construcción industrializada	52
3.2 Características de la producción industrial	56
4. Características de la construcción industrializada	56
4.1 Principios básicos de la construcción industrializada	57
4.2 Utilización de nuevas técnicas de planificación digital y de fabricación con control digital en la construcción	60
4.3 Transporte	61
4.4 Montaje	62
5. La junta de montaje en la construcción industrializada	63
Notas	65
Normas y directrices	65
1. Ordenamiento modular de la estructura de un edificio	68
1.1 Ordenamiento dimensional y modular en la construcción	68
1.2 Dimensiones básicas y de construcción	71
2. Sistemas dimensionales	72
2.1 El sistema dimensional octamétrico	72
2.2 Hiladas y aparejos de obra de fábrica	74
2.3 Aparejos – ejemplos	74
2.4 Construcción con bloques de gran formato	77
2.5 Ordenamiento modular según <i>ISO 21723</i> e <i>ISO 2848</i>	78
2.5.1 Módulo básico	78
2.5.2 Coordinación horizontal	80
2.5.3 Coordinación vertical – dimensiones suplementarias	80
2.5.4 Espacios de coordinación	81

Construcción industrializada**II-2****Ordenamiento dimensional****II-3**

III SOSTENIBILIDAD

III-1 Contexto

III-2 Ecología

III-3 Economía

3. La trama.....	81
3.1 Referencia del componente a la trama	81
3.2 Superposiciones de tramas	84
3.3 Ejemplo: combinación de trama estructural y de acabado.....	86

4. Tolerancias dimensionales: coordinación dimensional en las uniones de los componentes 88	
4.2 Tipos de tolerancia.....	89
4.2 Tolerancias dimensionales, términos— ejemplo: instalación de una ventana.....	89
4.3 Tolerancias dimensionales— desviaciones límite.....	91

Notas	98
Normas y directrices	98

1. El concepto de sostenibilidad	102
1.1 Construcción sostenible	103

2. Evaluación resumida de la sostenibilidad de las construcciones de edificios	103
---	------------

Notas	105
Normas y directrices	105

1. Enfoque ecológico.....	108
----------------------------------	------------

2. Análisis del ciclo de vida (ACV) (Life-Cycle Assessment)	108
2.1 El sistema contemplado.....	109
2.2 Límites del sistema.....	109
2.3 Fases.....	109
2.4 Indicadores de la evaluación del ciclo de vida ...	110
2.5 Etiquetado y declaraciones medioambientales de los productos (<i>Environmental Product Declaration, EPD</i>)	113

Notas	117
Normas y directrices	117

1. Enfoque económico (costes del ciclo de vida) ...	120
--	------------

2. Vida útil	121
2.1 Envejecimiento.....	128
2.2 Obsolescencia.....	129

3. Ciclo de vida.....	129
3.1 Construcción nueva	129
3.2 Uso.....	129
3.2.1 Mantenimiento.....	130

3.3 Renovación	131
3.4 Deconstrucción	131
4. Coste del ciclo de vida (<i>Life-Cycle Costing, LCC; Life-Cycle Cost Analysis, LCCA</i>)	134
4.1 Costes de construcción y costes de desmantelamiento y eliminación	135
4.2 Costes de uso	136
4.3 Gastos de mantenimiento del edificio	136

Notas	139
Normas y directrices	139

1. Consideración de los efectos socioculturales	142
2. Accesibilidad.....	142
3. Adaptabilidad	142
4. Salud y comodidad	142
5. Molestias para zonas limítrofes	144
6. Mantenimiento	144
7. Seguridad/protección.....	145
8. Adquisición de materiales y servicios.....	146
9. Participación de las partes interesadas (<i>Stakeholder Involvement</i>)	146
Normas y directrices	147

Factores sociales**III-4**

1. Datos de análisis del ciclo de vida relevantes para el proyecto.....	150
2. Declaraciones medioambientales de producto (EPD)	151
3. Comparación de los valores de análisis del ciclo de vida de los materiales más importantes	160
Notas	161
Normas y directrices	161

Análisis del ciclo de vida**III-5**

1. Reciclaje y eliminación	164
2. Reciclaje de hormigón	165
2.1 Utilización de materias primas secundarias	165
2.1.1 Sustitución de fuentes de energía primaria	165

Reciclaje**III-6**

2.1.2 Sustitución de materias primas primarias	168
2.1.3 Sustitución del clínker de cemento Portland.....	168
2.2 Utilización del hormigón endurecido.....	169
3. Reciclaje de acero	170
4. Reciclaje de ladrillos	171
5. Reciclaje de vidrio	172
6. Reciclaje de plásticos	173
6.1 Reciclaje de termoplásticos	174
6.1.1 Procesos de reciclaje industrial de termoplásticos	175
6.2 Reciclaje de elastómeros.....	176
6.2.1 Procesos de reciclaje industrial de elastómeros	176
6.3 Reciclaje de termoestables y plásticos reforzados con fibras (PRF).....	177
6.4 Reciclaje de plástico a nivel de materia prima ...	178
7. Reciclaje de madera.....	178
7.1 Tipos de reciclaje	179
7.2 Contaminación con sustancias nocivas	181
8. Diseño de construcciones compatible con reciclaje y medioambiente.....	182
8.1 Reciclaje de componentes y recuperación a nivel de material	183
8.1.1 Reciclaje de componentes.....	183
8.1.2 Reciclaje a nivel de material.....	185
8.2 Principios de diseño que facilitan el reciclaje.....	186
Notas	188
Normas y directrices	189

IV MATERIALES

IV-1 Materia

1. Materiales en la edificación	192
2. Efectos energéticos	192
3. Partículas elementales	194
4. Fuerzas de enlace químico.....	194
5. Partículas básicas de la materia.....	195
6. Estados de agregación	195
7. Los tipos de unión de materia	197

7.1 Enlace atómico.....	197
7.2 Enlace iónico.....	198
7.3 Enlace metálico.....	199
7.4 Enlaces de valencia secundarios	200
8. La estructura molecular de las sustancias	201
8.1 Cristales	201
8.2 Materias amorfas.....	203
8.3 Cadenas moleculares orgánicas	203
9. La estructura material	206
9.1 Materias minerales	206
9.1.1 Roca natural.....	207
9.1.2 Roca artificial.....	209
9.2 Materias metálicas.....	217
9.3 Materias orgánicas.....	218
9.3.1 Madera.....	219
9.3.2 Materiales sintéticos.....	220
10. Superficies limítrofes	222
11. Deformación	224
11.1 Dilatación térmica	226
11.2 Deformación elástica	226
11.2.1 Diagrama tensión-deformación	226
11.3 Deformación plástica	227
11.3.1 Deformaciones plásticas independientes de la carga.....	227
11.3.2 Deformaciones plásticas dependientes de la carga.....	227
11.3.3 Importancia de las deformaciones plásticas en la construcción	232
12. Rotura.....	232
13. Procesos de descomposición.....	235
14. Impacto del fuego.....	238
Notas	240
Normas y directrices	241
1. Materiales en la construcción	244
2. Materiales principales	244
3. Aptitud para el material	245
4. Material y sostenibilidad.....	248
5. Clasificación de los materiales para estructuras primarias	249

IV-3 Piedra

1. Etapas de desarrollo histórico.....	254
2. Etapas de desarrollo técnico de la obra de fábrica.....	254
3. Mortero.....	258
4. Clasificación del material pétreo	259
4.1 Piedra natural	259
4.2 Piezas artificiales.....	260
5. Propiedades mecánicas.....	261
6. Comportamiento deformacional	263
6.1 Deformación independiente de la carga	263
6.2 Deformación dependiente de la carga.....	264
6.2.1 Diagrama tensión-deformación	264
7. Conclusiones constructivas.....	265
8. Resumen.....	266
9. Valores característicos	267
Notas	267
Normas y directrices	267

IV-4 Hormigón

1. Etapas de desarrollo histórico.....	270
2. Composición	270
3. Estructura material.....	271
4. Propiedades mecánicas.....	272
5. Comportamiento deformacional	272
5.1 Deformaciones independientes de la carga.....	272
5.2 Deformaciones dependientes de la carga	273
5.2.1 Diagrama tensión-deformación	273
6. Conclusiones constructivas.....	274
7. Resumen.....	275
8. Valores característicos	276
Notas	276
Normas y directrices	276

1. Etapas de desarrollo histórico.....	280
2. Estructura material.....	280
2.1 Estructura macroscópica	280
2.2 Estructura microscópica y submicroscópica.....	282
3. Propiedades generales.....	284
4. Propiedades mecánicas.....	285
5. Comportamiento deformacional	287
5.1 Deformación independiente de la carga	287
5.2 Deformación dependiente de la carga	288
6. Conclusiones constructivas.....	289
7. Resumen.....	290
8. Valores característicos.....	291
Notas.....	292
Normas y directrices.....	292

Madera**IV-5**

1. Etapas de desarrollo histórico.....	296
2. Composición.....	296
3. Estructura material	297
4. Clasificación de los aceros.....	298
5. Propiedades generales.....	300
6. Procesos de fabricación	302
6.1 Conformación en caliente	302
6.2 Conformación en frío	303
6.3 Fundición.....	304
7. Propiedades mecánicas.....	305
8. Comportamiento deformacional	306
8.1 Deformaciones independientes de la carga.....	306
8.2 Deformaciones dependientes de la carga	306
9. Conclusiones constructivas.....	307
10. Resumen	311
11. Valores característicos.....	312
Notas.....	312
Normas y directrices.....	312

Acero**IV-6**

IV-7 Hormigón armado

1. Etapas de desarrollo histórico.....	316
2. Propiedades mecánicas.....	316
3. Comportamiento deformacional	318
3.1 Deformación independiente de la carga	319
3.2 Deformación dependiente de la carga	319
4. Protección contra incendios.....	320
5. Durabilidad.....	320
6. Conclusiones constructivas.....	321
7. Nuevas tendencias de desarrollo en la construcción de hormigón	322
7.1 Hormigón de alto rendimiento (HAR).....	323
7.1.1 Generalidades	323
7.1.2 Componentes del HAR	323
7.2 Hormigones de fibra	324
7.2.1 Generalidades	324
7.2.2 Hormigón modificado con fibra de vidrio (HMFV).....	324
7.2.3 Hormigón reforzado con fibra de vidrio (HRFV, GRC).....	325
7.2.4 Hormigón reforzado con textiles.....	326
7.2.5 Hormigón reforzado con fibra de acero (HRFA).....	326
7.2.6 Comportamiento corrosivo del HRFA.....	327
7.2.7 Hormigón modificado con fibras sintéticas/hormigón con fibras orgánica sintética	328
7.3 Hormigón autocompactante (HAC).....	328
7.3.1 Composición	329
7.3.2 Requisitos de trabajabilidad	330
7.3.3 Fluidéz	330
7.3.4 Viscosidad	330
7.3.5 Estabilidad estructural.....	330
7.3.6 Tendencia al bloqueo	330
7.3.7 Capacidad de autodesaireación	331
7.3.8 Capacidad de autonivelación	331
7.3.9 Idoneidad para hormigón visto.....	331
7.3.10 Construcción prefabricada con HAC	331
8. Resumen.....	332
9. Valores característicos	333
Notas	334
Normas y directrices	334

1. Etapas de desarrollo histórico.....	338
2. Composición	338
3. Estructura material	339
4. Clasificación de vidrios.....	339
5. Propiedades generales	340
6. Propiedades mecánicas.....	342
7. Comportamiento de rotura.....	342
8. Comportamiento deformacional	343
9. Conclusiones constructivas.....	343
10. Valores característicos.....	347
Notas	347
Normas y directrices	347

Vidrio**IV-8**

1. Etapas de desarrollo histórico.....	350
2. Estructura material	350
3. Propiedades generales	351
4. Propiedades mecánicas.....	353
5. Algunos plásticos relevantes para la construcción	354
5.1 Polietileno (PE)	354
5.2 Polipropileno (PP)	355
5.3 Cloruro de polivinilo (PVC).....	356
5.4 Poliestireno (PS)	357
5.5 Polimetilmetacrilato (PMMA).....	358
5.6 Politetrafluoroetileno (PTFE)	359
5.7 Poliamida (PA)	360
5.8 Poliuretano (PU)	360
5.9 Policarbonato (PC).....	361
5.10 Poliisobutileno (PIB)	361
5.11 Resina de poliéster insaturada.....	361
5.12 Silicona (SI).....	361
Notas	363

Materiales sintéticos**IV-9**

V**PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN****V-1****Piedras artificiales**

1. Historia de las piedras artificiales.....	366
2. Ladrillos cerámicos.....	368
2.1 Materiales de origen	368
2.2 Fabricación	368
2.3 Coloración	368
2.4 Criterios de selección.....	368
2.5 Dimensiones y parámetros nominales.....	370
2.6 Formas de ladrillo.....	374
2.7 Ladrillos especiales.....	376
3. Unidades sin cocer.....	377
3.1 Pieza sílico-calcárea	377
3.1.1 Variantes	377
3.1.2 Formatos de pieza.....	378
3.1.3 Valores característicos	378
3.2 Bloques de hormigón celular	379
3.2.1 Tipos de bloque de hormigón celular normalizados	379
3.2.2 Valores característicos	379
3.2.3 El hormigón celular como material de construcción.....	379
3.3 Bloques de hormigón y de hormigón ligero.....	381
3.3.1 Variantes	381
3.3.2 Valores característicos	382
3.3.3 Construcción con bloques y losas de hormigón y hormigón ligero.....	382
3.4 Piezas de escoria	382
3.4.1 Variantes	382
3.4.2 Valores característicos	382
3.5 Bloques huecos para relleno.....	383
4. Morteros de albañilería	383
4.1 Mortero normal (G): mortero de cal, mortero de cemento y cal y mortero de cemento.....	386
4.2 Mortero ligero (L)	386
4.3 Mortero de capa fina (T)	387
4.3.1 Colocación de ladrillos aligerados.....	387
4.4 Mortero de capa media (MM).....	387
4.5 Mortero de cara vista (VM).....	388
4.6 Otros morteros especiales	388
5. Revoque mineral, revoque de resina sintética y sistema compuesto de aislamiento térmico.....	388
5.1 Revoque exterior.....	389
5.2 Enlucido interior	390
5.3 Materiales de partida	390
5.4 Tipos de mortero de revoque y enlucido	390
5.5 Grupos de mortero de revoque y enlucido	391
5.6 Suministro y aplicación	391
5.7 Estratificación del revoque.....	391

5.7.1 Grosos de revoque y enlucido	392
5.7.2 Sistemas de revoque	394
5.7.3 Métodos de revoque o enlucido	394
5.8 Revoques y sistemas de revoque	
termoaislantes.....	394
5.8.1 Revoque termoaislante	394
5.8.2 Sistema compuesto de aislamiento	
térmico exterior (ETICS)	396
Notas.....	399
Normas y directrices	399
1. Propiedades características de la madera	404
1.1 Desarrollo histórico de los productos	
de madera	404
1.2 Listado general de productos de madera	405
2. Madera maciza	406
2.1 Madera de rollizo para la construcción.....	406
2.2 Madera aserrada	406
2.2.1 Clases de selección	406
2.2.2 Criterios de selección	408
2.2.3 Clases de resistencia	408
2.2.4 Clases de tolerancia dimensional.....	410
2.2.5 Formas de escuadría.....	410
2.3 Madera estructural.....	410
2.3.1 Madera maciza estructural.....	410
3. Materiales derivados de la madera.....	411
4. Materiales derivados de la madera aserrada	412
4.1 Madera estructural con juntas de dientes	
triangulares	413
4.2 Productos de madera laminada compuesta	413
4.2.1 Vigas dobles y triples de madera	
maciza encolada.....	414
4.2.2 Viga cruzada.....	414
4.2.3 Madera laminada (<i>Glulam</i>)	414
4.2.4 Madera de tablas apiladas	414
4.3 Madera laminada cruzada (<i>X-Lam</i>)	416
4.4 Elementos de construcción de madera	417
5. Derivados de madera fabricados con chapas,	
 virutas o fibras.....	417
5.1 Derivados de capas (madera contrachapada	
y microlaminada)	418
5.1.1 Contrachapado de madera.....	418
5.1.2 Madera microlaminada	420
5.1.3 Madera de varillas en cruz	420
5.2 Tablero aglomerado de partículas	421
5.2.1 Tablero aglomerado de tiras.....	421
5.2.2 Tablero de aglomerado de virutas	
largas orientadas (OSB)	421

Productos de madera

V-2

5.2.3 Tablero plano prensado de partículas	421
5.3 Tablero de fibra de madera (táblex).....	422
5.3.1 Tablero de fibra de madera poroso, tablero aislante de fibra de madera	422
5.3.2 Tablero de fibra de madera duro y semiduro	422
5.3.3 Tablero de fibra de densidad media (MDF).....	422
5.4 Tablero ligero de virutas de madera.....	423
6. Madera modificada térmicamente (TMT)	424
7. Secciones compuestas.....	425
7.1 Viga de alma encolada	425
7.1.1 Viga de madera laminada <i>Trigonit</i>	425
7.1.2 Viga de alma ondulada.....	425
7.1.3 Viga con alma de tablero.....	425
7.2 Vigas de celosía de construcción especial	426
7.2.1 Cerchas de placas clavo.....	426
7.2.2 Cerchas <i>Greim</i>	426
Notas	427
Normas y directrices	428
1. Historia de los productos de hierro y acero	434
2. Ventajas de la construcción en acero.....	435
3. Aceros estructurales dulces	436
3.1 Acero estructural no aleado laminado en caliente	437
3.2 Acero de grano fino soldable	437
3.3 Acero estructural con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica	437
3.4 Acero inoxidable.....	438
4. Productos de acero dulce laminados en caliente	439
4.1 Productos planos	440
4.2 Productos de perfil.....	440
4.2.1 Acero en barra.....	440
4.2.2 Acero seccionado	440
4.2.3 Acero de ala ancha.....	440
4.3 Productos de sección hueca (tubos).....	440
4.4 Tipos de viga en la construcción de acero.....	440
4.4.1 Perfil en I (viga en I estrecha)	440
4.4.2 Perfil IPE (viga en I de anchura media)	441
4.4.3 Perfil de serie HE (viga de ala ancha).....	441
5. Perfiles laminados en frío	441
5.1 Perfiles huecos conformados en frío	441
5.2 Chapas trapezoidales laminadas en frío	441
5.3 Perfiles de acero conformados en frío.....	442
5.3.1 Material de partida para la chapa trapezoidal	442

5.3.2 Etapas de desarrollo técnico de la chapa trapezoidal.....	442
5.3.3 Perfiles de forjado compuesto.....	443
5.3.4 Casetones de acero para cerramientos exteriores.....	444
5.3.5 Paneles sándwich de PUR.....	444
6. Materiales metálicos de fundición: hierro fundido y acero fundido	444
6.1 Hierro fundido con grafito laminar (GJL).....	446
6.2 Hierro fundido con grafito nodular (GJS)	447
6.3 Fundición maleable (GJV)	447
6.4 Acero fundido.....	447
7. Perfiles de acero extruidos	448
8. Otros productos de acero	448
9. Acero de armadura.....	448
9.1 Acero de armadura según <i>DIN 488</i>	449
9.2 Fibras de armadura	450
9.3 Aceros de pretensado en la construcción de hormigón pretensado.....	451
10. Cables y haces.....	451
Notas	454
Normas y directrices	454
1. Evolución histórica del cerramiento espacial transparente	460
2. Procesos actuales de producción de vidrio	461
2.1 Procedimiento de vidrio colado.....	461
2.2 Procedimiento de vidrio flotado	462
3. Importantes valores característicos.....	462
3.1 Transmitancia de luz τ_v	462
3.2 Transmitancia ultravioleta.....	462
3.3 Transmitancia energética total (valor g).....	462
3.4 Coeficiente de transmisión térmica (valor U_g).....	463
4. Vidrios funcionales	464
4.1 Acristalamiento aislante	464
4.1.1 Acristalamiento termoaislante	466
4.1.2 Vidrios de control solar	467
4.1.3 Acristalamiento insonorizado	468
4.1.4 Acristalamiento aislante con desviación de la luz	471
4.1.5 Vidrio de privacidad.....	472
4.2 Vidrios de seguridad	473

Productos de vidrio

V-4

V-5 Productos sintéticos

4.2.1 Vidrio de seguridad templado de una hoja.....	473
4.2.2 Vidrio laminado de seguridad	475
4.2.3 Vidrio termoendurecido	475
4.2.4 Vidrio alambrado	476
4.3 Ventanas de lamas	476
4.4 Vidrio en U	477
4.5 Bloques de vidrio	478
4.6 Pavese de vidrio	479
5. Aislamiento térmico transparente (ATT)	479
5.1 Principio de funcionamiento.....	479
5.2 Aeroeles	480

6. Sistemas adaptivos.....481**Notas**483**Normas y directrices**483**1. Uso en la construcción**488**2. Algunos productos de plástico relevantes para la construcción**488

2.1 Productos de polietileno (PE).....	488
2.2 Productos de polipropileno (PP).....	488
2.3 Productos de cloruro de polivinilo (PVC)	489
2.4 Productos de poliestireno (PS).....	489
2.5 Productos de polimetilmetacrilato (PMMA).....	491
2.6 Productos de politetrafluoroetileno (PTFE)	492
2.7 Productos de poliamida (PA).....	492
2.8 Productos de poliuretano (PU)	493
2.9 Productos de policarbonato (PC)	494
2.10 Productos de poliisobutileno (PIB)	494
2.11 Productos de resinas de poliéster insaturadas (UP)	494
2.12 Productos de silicona (SI).....	494

Notas496**VI FUNCIONES****VI-1 Ámbito**

1. Jerarquía de funciones.....	500
1.1 El uso de edificios	500
1.2 Función constructiva básica.....	500
1.3 Funciones constructivas principales	502
1.4 Funciones constructivas individuales o parciales	503
1.5 Sostenibilidad.....	504

2. Funciones principales y parciales en detalle.....506

2.1 Soportar cargas.....	506
2.2 Envolver	508
2.3 Suministrar y eliminar	509

3. Asignación de funciones parciales a componentes 511

4. Las subfunciones constructivas elementales de los componentes de la envoltura en el contexto del edificio 513

- 4.1 Transmisión de fuerzas 513
- 4.2 Protección contra la humedad 517
- 4.3 Protección contra el viento—
estanqueidad al aire 518
- 4.4 Protección térmica 519
- 4.5 Protección contra la entrada incontrolada
de vapor 521
- 4.6 Difusión de vapor hacia el exterior 521
- 4.7 Acústica 522
- 4.8 Protección contra incendios 523

5. Sostenibilidad, durabilidad 524

Notas 526

Normas y directrices 526

1. Observaciones preliminares 530

- 1.1 Categorías de estructuras 530
- 1.2 Asignación de funciones de conducción de
fuerzas a componentes 530
- 1.3 Estructura primaria y morfología del edificio 532

2. Términos básicos 532

- 2.1 Premisa 533
- 2.2 Carga externa 533
- 2.3 Apoyo 538
- 2.4 Forma 541
- 2.5 Tipos de fuerzas de sección en el sistema—
procedentes de la carga, la forma y el apoyo
del componente 542
- 2.6 Tensiones 546

3. Comparación de momentos flectores/esfuerzos cortantes y tensiones axiales o tensiones de membrana 547

4. Ejecución material de componentes envolventes 548

- 4.1 Sistemas rígidos a la flexión 548
- 4.2 Sistemas móviles 548

5. Forma y conducción de la fuerza 550

6. Esfuerzos de sección en el componente 551

- 6.1 Esfuerzos de sección en el componente
en forma de barra 552
- 6.2 Esfuerzos de sección en el componente plano 554

Conducción de fuerzas

VI-2

6.3 Esfuerzos de sección en el material continuo ...	556
--	-----

7. Componentes elementales y patrones de carga ejemplares—deformaciones y esfuerzos en el componente.....

7. Componentes elementales y patrones de carga ejemplares—deformaciones y esfuerzos en el componente.....	558
7.1 Componentes simples en forma de barra	562
7.1.1 Viga de un vano bajo carga lineal.....	562
7.1.2 Viga de un vano con voladizo en un lado bajo carga lineal.....	562
7.1.3 Viga de un vano con voladizo en ambos lados bajo carga lineal	566
7.1.4 Viga en voladizo bajo carga lineal.....	568
7.1.5 Viga de dos vanos bajo carga lineal	570
7.1.6 Viga de tres vanos bajo carga lineal	572
7.1.7 Barra bajo compresión	574
7.1.8 Barra bajo tracción	575
7.1.9 Arco bajo carga lineal	576
7.1.10 Cuerda bajo carga lineal	577
7.2 Componentes compuestos en forma de barra ..	578
7.2.1 Pórtico biarticulado bajo carga lineal.....	578
7.2.2 Pórtico triarticulado bajo carga lineal	582
7.3 Componentes superficiales planos.....	586
7.3.1 Elemento empotrado linealmente por un lado (diafragma) bajo carga lineal formando ángulo recto con el apoyo	586
7.3.2 Elemento empotrado linealmente por un lado (diafragma) bajo carga muerta formando ángulo recto con el apoyo	587
7.3.3 Elemento empotrado linealmente por un lado (diafragma) bajo carga lineal paralela al apoyo.....	588
7.3.4 Elemento empotrado linealmente por un lado (placa) bajo carga de área perpendicular	590
7.3.5 Elemento con empotrado lineal céntrico (placa) bajo carga superficial perpendicular	592
7.3.6 Elemento con dos apoyos lineales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular	594
7.3.7 Elemento con dos apoyos lineales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular con voladizos.....	596
7.3.8 Elemento con cuatro apoyos lineales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular	598
7.3.9 Elemento con cuatro apoyos lineales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular con voladizos.....	599
7.3.10 Elemento con cuatro apoyos puntuales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular	604

7.3.11 Elemento con cuatro apoyos puntuales articulados (placa) bajo carga superficial perpendicular con voladizos.....	605
7.3.12 Elemento con empotrado puntual céntrico (placa) bajo carga superficial perpendicular	610
8. Mecanismos de fallo críticos	614
9. Implementación constructiva de la función de transmisión de fuerzas en el elemento— principio estructural del elemento	616
9.1 Elemento sólido	618
9.1.1 Placa sobre apoyo lineal en cuatro lados ..	620
9.1.2 Placa sobre apoyos puntuales	623
9.2 Elemento de barras colocadas lado a lado orientadas en y/z	626
9.3 Elemento formado por bloques de construcción.....	630
9.3.1 Geometría de juntas cruzadas	630
9.3.2 Aparejo—solapamiento actuando por compresión	630
9.3.3 Aparejo—solapamiento actuando por adhesión.....	638
9.4 Elemento compuesto por costillas uniaxiales....	639
9.5 Elemento compuesto por costillas biaxiales o mutiaxiales	654
9.5.1 Elemento nervado con apoyo lineal.....	657
9.5.2 Elemento nervado con apoyo puntual	660
9.5.3 Comparación entre sistemas nervados uniaxiales y biaxiales	661
9.6 Elemento compuesto por un cerco aplacado	665
9.7 Elemento compuesto multicapa	666
9.8 Membrana con pretensado neumático.....	668
9.9 Membrana con pretensado mecánico	670
Notas	674
Normas y directrices	674
1. Las funciones higrotérmicas	678
1.1 Protección contra la humedad	678
1.1.1 Sellado monofásico contra humedad.....	679
1.1.2 Sellado multifásico contra humedad.....	682
1.2 Protección contra el viento—estanqueidad al aire	683
1.3 Protección térmica	684
1.4 Protección contra la entrada incontrolada de vapor en la estructura	686
2. La interacción de las capas funcionales en la construcción envolvente	688
2.1 Principales combinaciones de capas funcionales relevantes para la humedad.....	690

Funciones higrotérmicas

VI-3

2.1.1 Principio sándwich	690
2.1.2 Combinación de protección multifásica contra la humedad y barrera monofásica contra el vapor	690
2.1.3 Combinación de protección multifásica contra la humedad y retardador de vapor (parcialmente permeable)	692
2.1.4 Combinación de protección multifásica contra la humedad, retardador de vapor (parcialmente permeable) y capa de aire ventilada	692
2.1.5 Combinación de protección monofásica difusiva contra la humedad con retardo de vapor por resistencia a la difusión del componente	692
2.1.6 Combinación de protección multifásica contra la humedad con retardo de vapor por resistencia a la difusión del componente	692
3. Estratificaciones constructivas en cuanto a su funcionamiento higrotérmico	694
3.1 Panel sándwich	694
3.2 Acristalamiento aislante	694
3.3 Perfil de ventana de madera	696
3.4 Perfil de ventana de aluminio	696
3.5 Cubierta plana no ventilada	698
3.6 Cubierta invertida	700
3.7 Muro exterior de fábrica aligerada de una hoja ..	702
3.8 Muro exterior de una hoja de fábrica con sistema compuesto de aislamiento térmico	702
3.9 Muro exterior de fábrica de una hoja con aislamiento y revestimiento exterior tipo cortina	704
3.10 Muro exterior de fábrica de doble hoja con aislamiento sin cámara de aire	706
3.11 Pared exterior ligera en construcción de costillas de madera	708
3.12 Cubierta inclinada no ventilada	710
3.13 Cubierta inclinada ventilada	712
3.14 Muro exterior de sótano	714
3.15 Solera de sótano (aislamiento debajo)	716
3.16 Solera de sótano (aislamiento encima)	716
4. Continuidad de las funciones	718
5. Parámetros higrotérmicos	718
5.1 Conducción de calor	718
5.2 Transferencia superficial de calor	720
5.3 Transmisión de calor	721
5.4 Humedad relativa	723
5.5 Punto de rocío	723
5.6 Difusión del vapor de agua	723
5.7 Estanqueidad al aire	724
5.8 Transporte de humedad	724

6. Requisitos de las funciones higrotérmicas..... 725

- 6.1 Protección térmica invernal..... 726
- 6.2 Protección térmica estival..... 726
- 6.3 Requisitos mínimos de las funciones higrotérmicas 727
 - 6.3.1 Requisitos mínimos de protección térmica y protección contra la humedad relacionada con el clima..... 727
 - 6.3.2 Requisitos mínimos de protección contra lluvia impulsada 735
 - 6.3.3 Requisitos mínimos para puentes térmicos 735
 - 6.3.4 Requisitos mínimos para la protección contra la humedad de los componentes del edificio en contacto con el terreno..... 740
 - 6.3.5 Requisitos mínimos de estanqueidad al aire..... 741
 - 6.3.6 Requisitos mínimos de protección térmica estival..... 743

Notas 746**Normas y directrices 746****1. Acústica 750****Protección acústica****VI-4****2. Sonido..... 750**

- 2.1 Fundamentos físicos..... 750

3. Protección acústica..... 752

- 3.1 Funciones básicas de acústica constructiva de componentes envolventes 752
- 3.2 Percepción auditiva subjetiva..... 753
- 3.3 Protección acústica aérea 754
 - 3.3.1 Índice de reducción acústica..... 754
 - 3.3.2 Valores de adaptación espectral C , C_{tr} 755
 - 3.3.3 Comportamiento acústico aéreo de componentes..... 755
 - 3.3.4 Variantes constructivas de componentes envolventes de doble hoja 765
- 3.4 Protección acústica de impacto 768
 - 3.4.1 Índice de reducción del ruido de impactos 768
 - 3.4.2 Comportamiento acústico de impacto de forjados 771
 - 3.4.3 Mejora del aislamiento acústico de impacto por medio de revestimientos de suelo..... 772
 - 3.4.4 Mejora del aislamiento acústico de impacto con suelos flotantes..... 772
 - 3.4.5 Mejora del aislamiento acústico de impacto con techos suspendidos 773
 - 3.4.6 Ruido procedente de equipos de servicios del edificio..... 776

VI-5 Protección contra incendios

3.5 Particularidades del aislamiento acústico de ventanas.....	776
4. Requisitos de aislamiento acústico.....	778
Notas	789
Normas y directrices	790
1. Objetivos generales de la protección contra incendios	794
2. Principios de protección preventiva constructiva contra incendios.....	794
3. Legislación de edificación.....	795
4. Medidas de protección contra incendios relevantes para la construcción	796
5. Reacción de los materiales al fuego desde la perspectiva de la legislación y la normativa de la construcción.....	796
5.1 Clasificación según <i>UNE 23727</i>	797
5.1.1 Materiales no combustibles M0.....	797
5.1.2 Materiales combustibles pero no inflamables M1	797
5.1.3 Materiales con grado de inflamabilidad bajo M2.....	797
5.1.4 Materiales con grado de inflamabilidad medio M3	797
5.1.5 Materiales con grado de inflamabilidad alto M4.....	798
5.1.6 Comportamiento ante el fuego de los materiales de estructuras primarias	798
5.2 Clasificación según <i>EN 13501-1</i>	800
5.2.1 Formación de humo (s)	801
5.2.2 Goteo/caída en llamas (d).....	801
6. Comportamiento ante al fuego de componentes	801
6.1 Resistencia al fuego según la norma <i>EN 13501-2</i>	802
6.1.1 Clases de resistencia al fuego	805
6.1.2 Parámetros de rendimiento	805
7. Relación entre la clase de material de construcción y la clase o capacidad de resistencia al fuego.....	807
8. Medidas constructivas de protección contra incendios.....	807
9. Factores que influyen en la resistencia al fuego.....	807

9.1 Medidas constructivas para aumentar la resistencia al fuego	809
10. Medidas constructivas de protección contra incendios en el detalle constructivo estándar ...	810
10.1 Componentes de obra de fábrica.....	810
10.2 Componentes de hormigón armado.....	813
10.2.1 Componentes con forma de viga.....	814
10.2.2 Forjados	815
10.2.3 Forjados prefabricados.....	816
10.2.4 Soportes.....	819
10.2.5 Muros.....	819
10.3 Componentes de madera.....	821
10.3.1 Componentes en forma de viga.....	823
10.3.2 Soportes	823
10.3.3 Paredes de paneles de madera	824
10.3.4 Forjados de madera	826
10.3.5 Cubiertas.....	827
10.4 Componentes de acero	830
10.4.1 Factor de forma $A_{m,p/v}$	830
10.4.2 Principios de diseño constructivo.....	832
10.4.3 Componentes en forma de viga	832
10.4.4 Soportes	833
10.5 Techos suspendidos	834
10.6 Estructuras compuestas.....	835
10.7 Acristalamientos	838
Notas	840
Normas y directrices	840
1. Durabilidad de edificios	846
2. Corrosión de materiales metálicos.....	847
2.1 Formas típicas de corrosión.....	848
2.1.1 Corrosión en cavidades.....	848
2.1.2 Corrosión por contacto	848
2.1.3 Corrosión en la gota de agua	848
2.1.4 Corrosión en grietas.....	849
2.1.5 Corrosión en picaduras	850
2.2 Medidas protectoras contra la corrosión	850
2.2.1 Aspectos de diseño de la protección contra la corrosión.....	850
2.2.2 Medidas constructivas.....	850
2.2.3 Medidas de física constructiva	851
2.3 Métodos de protección contra la corrosión	852
2.3.1 Recubrimiento líquido (recubrimientos protectores).....	852
2.3.2 Procesos de recubrimiento disuelto (recubrimientos metálicos).....	852
2.3.3 Pasivación	854
2.3.4 Aceros inoxidables	855
2.3.5 Protección catódica	855

3. Corrosión del hormigón armado.....	855
3.1 Carbonatación	856
3.2 Exposición al cloruro	856
3.3 Agrietamiento.....	858
3.4 Reparación del hormigón	858
4. Protección de la madera.....	859
4.1 Situaciones de instalación.....	860
4.2 Durabilidad natural de la madera.....	861
4.3 Objetivos generales de las medidas preventivas de protección de la madera	862
4.4 Tipos de medidas preventivas de protección	864
4.4.1 Uso de la madera y de elementos de fijación conforme a sus propiedades ...	864
4.4.2 Preservación organizativa de la madera....	865
4.4.3 Preservación constructiva de la madera	866
4.4.4 Preservación química de la madera.....	873
4.4.5 Preservación biológica de la madera	876
4.4.6 Preservación de la madera por modificación térmica o química	876
Notas	877
Normas y directrices	877
Índice.....	882
Bibliografía	904
Origen de ilustraciones.....	913
Agradecimiento	918