

# ÍNDICE

---

- Acerca de los autores, XV**
- Prólogo, XVII**
- Capítulo 1. Redes y servicios de telecomunicaciones, 1**
  - Introducción a las telecomunicaciones, 3
    - Estructura de una red de telecomunicaciones, 5
      - La red de acceso, 7
      - La red de transporte, 8
      - La red de conmutación, 8
    - La red telefónica, 9
      - Elementos de las redes telefónicas, 10
      - Estructura jerárquica, 11
    - Las redes de datos, 12
      - Redes de conmutación de paquetes, 12
      - Frame Relay, 16
      - ATM. Modo de Transferencia Asíncrono, 17
    - Los orígenes de Internet, 19
      - Protocolos de Internet, 20
      - Servicios en Internet, 23
      - Nombres por dominios, 24
      - El paso de IPv4 a IPv6, 25
    - Las redes de difusión, 26
      - La televisión digital terrestre, 26
      - La radio digital, 27
      - La televisión por satélite, 28
      - Las redes HFC, 29
    - Digitalización de la señal, 30
      - Conversión analógica-digital, 31
  - Redes locales, 33
    - Topologías de LAN, 33
    - Métodos de acceso al medio, 35
      - El método CSMA/CD, 35
      - Paso de testigo, 35
    - La normativa 802.X del IEEE, 36
      - El estándar FDDI, 38
    - Red local Ethernet, 39
      - Versiones del estándar, 40
      - Elementos básicos de una LAN Ethernet, 40
    - Redes locales inalámbricas (Wi-Fi), 42
      - Normalización WLAN, 43
      - Aspectos de seguridad, 45
  - Redes de área extensa, 47
    - Las técnicas de conmutación, 47
      - Conmutación de circuitos, 48
      - Conmutación de mensajes, 48
      - Conmutación de paquetes, 48

- Las redes de transmisión, 49
  - Jerarquía Digital Plesiócrona (JDP), 50
  - Jerarquía Digital Síncrona (JDS), 51
  - GPON, 52
- Las modalidades de acceso, 54
  - Acceso por cables de pares, 55
    - ADSL. Asymmetric Digital Subscriber Line, 57
  - Acceso por cable coaxial, 61
  - Acceso por fibra óptica, 62
    - Fibras monomodo optimizadas para curvas, 64
  - Acceso por ondas de radio, 65
    - Celular. El sistema GSM, 67
    - Los sistemas de 3G y 4G, 69
    - La 5G, 71
    - Inalámbrico, 72
    - Difusión terrestre, 73
    - Difusión por satélite, 75
  - PLC. Power Line Communications, 75
- Interconexión de redes, 75
  - Interconexión de redes de datos, 77
    - Concentradores (Hubs), 79
    - Repetidores (Repeaters), 80
    - Puentes (Bridges), 80
    - Encaminadores (Routers), 81
    - Pasarela (Gateways), 82
    - Conmutadores (Switches), 83
- Redes de nueva generación, 84
  - ¿Qué son los NGN?, 84
  - Calidad de servicio, 85
  - Arquitectura de una red de nueva generación, 86
- Capítulo 2. Servicios de telecomunicación en edificios, 89**
  - La sociedad de la información, 91
    - Aumento de las infraestructuras, 92
  - La aparición de las ICT, 92
    - El proceso de liberalización, 93
      - Acceso al bucle de abonado, 95
      - La Oferta del Bucle de Abonado (OBA), 96
  - ICT. Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones, 99
    - En qué consiste una ICT, 99
      - Esquema general de la ICT, 101
    - Proyecto técnico, 103
      - Elementos de la ICT, 103
  - Reglamentación de las ICT, 104
    - Antecedentes, 104
    - Normativa de las ICT, 105
  - Servicio de radiodifusión sonora y televisión (RTV), 111
    - Captación, adaptación y distribución, 108
      - Conjunto de elementos de captación de señales, 111
      - Equipamiento de cabecera, 111

- Red de distribución de señal, 112
- La televisión analógica, 112
- La televisión digital, 113
  - Cómo funciona, 115
  - El sintonizador TDT, 116
  - HDTV- Televisión en alta definición, 117
  - El dividendo digital, 119
- Servicio de telefonía disponible al público (STDP), 121
  - Red de la edificación, 122
    - Previsión de la demanda, 123
  - El servicio telefónico básico, 124
    - Datos a través del módem, 124
    - El concepto de ancho de banda, 126
  - La red digital de servicios integrados, 126
    - Canales en la RDSI, 127
  - Los servicios de red inteligente, 128
- Servicio de telecomunicaciones de banda ancha (TBA Y SAI), 129
  - Servicio de telecomunicaciones por cable (TBA), 130
    - Módems de cable para el acceso a Internet, 131
  - Servicio de acceso inalámbrico (SAI), 133
    - LMDS, 133
    - WiMAX, 134
- Hogar digital, 136
  - Definición del hogar digital y sus áreas de servicios, 136
  - Dispositivos y redes del edificio domótico, 137
  - Instalaciones del hogar digital, 139
  - Equipamiento y niveles del hogar digital, 140

### **Capítulo 3. Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero, 143**

- Introducción al RD-Ley 1/1998, 145
- Ámbito de aplicación, 146
- Edificios de nueva construcción, 147
- Edificios construidos, 148
  - Instalación voluntaria de una ICT, 148
  - Instalación obligatoria de una ICT, 148
- Condiciones de la nueva infraestructura, 149
  - Derechos de los comuneros de un edificio, 150
  - Sanciones, 150
  - Modificaciones, 151

### **Capítulo 4. Real Decreto 346/2011 Reglamento regulador, 153**

- Introducción del Real Decreto 346/2011, 155
- Reglamento regulador, 157
  - Normas técnicas, 157
  - Obligaciones de los operadores y de la propiedad, 158
  - Adaptación de instalaciones existentes, 159
  - Continuidad de los servicios, 160
  - Consulta entre proyectista y operadores, 160
  - Proyecto técnico, 162
    - Entidades de verificación, 163

- Ejecución del proyecto técnico, 164
- Conservación de las ICT e inspección técnica de edificios, 166
- Hogar digital, 167
- Conceptos fundamentales en las infraestructuras comunes de telecomunicación, 167
  - Elementos de red que constituye una ICT, 167
    - Dominios, 168
    - Redes, 168
    - Puntos de interconexión, 170
    - Topologías, 171
    - Definiciones de la obra civil de una ICT, 171
    - Canalizaciones, 173
    - Recintos, 174

### **Capítulo 5. Normativa técnica para la captación, adaptación y distribución de servicios de radiodifusión sonora y televisión, 179**

- Introducción, 181
- Servicios de televisión digital terrestre y radio digital, 181
  - Fundamentos de la televisión digital terrestre (TDT), 182
    - Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrestre (RD 391/2019), 187
  - Fundamentos de la radio digital (DAB), 190
- ICT para señales de radiodifusión sonora y televisión, 192
  - Elementos de captación, 193
    - Servicio de radiodifusión terrestre, 193
    - Servicio de radiodifusión por satélite, 194
  - Equipamiento de cabecera, 195
    - Servicio de radiodifusión terrestre, 196
    - Servicio de radiodifusión por satélite, 197
  - Redes y elemento de conexión de la ICT, 198
  - Dimensionado mínimo, 199
- Características técnicas de la ICT, 201
  - Generales, 201
  - Características de los elementos, 206
    - Elementos de captación terrestres, 206
    - Elementos de captación por satélite, 206
    - Equipamiento de cabecera, 209
    - Red, 210
- Niveles de calidad de los servicios de radiodifusión sonora y de televisión, 213
  - Nivel de la señal, 213
  - Relación portadora/ruido aleatorio, 220
  - Ganancia y fase diferenciales, 227
  - Relación portadora/interferencia a frecuencia única, 227
  - Relación de intermodulación, 228
  - Otros parámetros, 230
- Características técnicas de los cables, 232

### **Capítulo 6. Norma técnica para el acceso al servicio de telefonía disponible al público y de banda ancha, 233**

- Introducción, 235
- ICT del servicio de telefonía disponible al público y de banda ancha, 235
  - Red de alimentación, 237

- Redes de cables de pares trenzados o cables de pares, 237
  - Red de cables de pares trenzados, 238
  - Red de cables de pares, 240
- Red de cables coaxiales, 242
- Red de cables de fibra óptica, 245
- Red interior de usuario, 249
- Dimensionada mínimo de la ICT, 251
  - Previsión de la demanda, 251
    - Redes de cables de pares trenzados, 251
    - Redes de cables de pares, 252
    - Redes de cables coaxiales, 252
    - Redes de cables de fibra óptica, 253
    - Ascensores, 254
  - Red de alimentación, 254
  - Red de distribución, 254
    - Redes de cables de pares trenzados, 254
    - Redes de cables de pares, 254
    - Redes de cables coaxiales, 256
    - Redes de cables de fibra óptica, 256
  - Red de dispersión, 257
  - Red interior de usuario, 257
    - Redes de cables de pares trenzados, 257
    - Redes de cables coaxiales, 258
    - Redes de cables de fibra óptica, 258
- Conjunto de viviendas unifamiliares, 258
  - Redes de cables de pares trenzados, 258
  - Redes de cables de pares, 259
  - Redes de cables coaxiales, 259
  - Redes de cables de fibra óptica, 259
- Materiales, 260
  - Cables, 260
    - Cables de pares trenzados, 260
    - Cables de pares, 264
    - Cables coaxiales, 264
    - Cables de fibras ópticas, 265
  - Elementos de conexión, 268
    - Elementos de conexión para la red de cables de pares trenzados, 268
    - Elementos de conexión para la red de cables de pares, 268
    - Elementos de conexión para la red de cables coaxiales, 270
    - Elementos de conexión para la red de cables de fibra óptica, 271
- Requisitos técnicos de la ICT, 274
  - Generales, 274
  - Cables de pares trenzados, 274
  - Cables de pares y elementos de conexión, 274
    - Requisitos eléctricos de los cables de pares, 274
    - Requisitos eléctricos de los elementos de conexión, 275
    - Identificación y continuidad extremo a extremo de las conexiones, 275
    - Resistencia en corriente continua, 275
    - Resistencia de aislamiento, 275
  - Cables coaxiales, 275

- Cables coaxiales para acceso radioeléctrico, 276
  - Punto de terminación de red, 276
- Cables de fibra óptica, 277
  - Medida de la continuidad y atenuación de las conexiones, 277
- Requisitos de seguridad, 277
  - Redes de cables de fibra óptica, 277
  - Requisitos generales de seguridad eléctrica, 278
    - Disposición del cableado, 278
    - Interconexión equipotencial y apantallamiento, 278
    - Descargas atmosféricas, 278
    - Características específicas de seguridad de los cables de pares, 278
  - Requisitos de seguridad frente a incendios, 279
- Compatibilidad electromagnética, 279
- Ejemplo I, 280
  - Red de alimentación, 280
  - Red de cables de pares trenzados, 280
  - Red de cables coaxiales, 282
  - Red de cables de fibra óptica, 282
- Ejemplo II, 285
  - Red de alimentación, 285
  - Red de cables pares, 285

## **Capítulo 7. Especificaciones técnicas mínimas de edificación en materia de telecomunicación, 289**

- Introducción, 291
- Dimensionado de los elementos de la obra civil, 291
  - Arqueta de entrada, 291
  - Canalización externa, 293
  - Canalización de enlace, 294
    - Canalización y registros de enlace inferior, 295
    - Canalización y registros de enlace superior, 296
  - Recintos de instalaciones de telecomunicación, 297
    - Dimensiones, características y ubicación de los RIT, 298
    - Instalaciones eléctricas de los RIT, 300
  - Registros principales, 303
    - Registro de cables de pares trenzados, 303
    - Registro de cables de pares, 303
    - Registro de cables de coaxiales de los servicios de TBA, 303
    - Registro de cables de fibra óptica, 304
- Canalización principal, 304
  - Canalización mediante tubos, 305
  - Canalización con canales o bandejas, 306
- Registros secundarios, 306
- Canalización secundaria, 307
  - Canalización mediante tubos, 307
  - Canalización por canales, 309
- Registro de paso, 310
- Registros de terminación de red, 311
- Canalización de interior, 312
- Registros de toma, 313

- Características de los materiales, 314
    - Arquetas y registros de acceso, 314
    - Sistemas de conducción de cables, 315
      - Tubos, 315
      - Canales, 316
    - Bandejas, 317
    - Registros de enlace, 317
    - Armarios para recintos modulares (RITM), 317
    - Registros principales, 318
    - Registros secundarios, 318
    - Registros de paso, terminación de red y de toma, 319
    - Compatibilidad electromagnética, 319
      - Tierra local, 319
      - Interconexiones equipotenciales y apantallamiento, 320
      - Compatibilidad electromagnética entre sistemas en el interior de los RIT, 320
    - Requisitos de seguridad entre instalaciones, 320
      - Ejemplo, 321
        - Arqueta de entrada y canalización externa, 321
          - Arqueta de entrada, 321
          - Canalización externa, 321
        - Registro de enlace, 321
      - Canalizaciones de enlace inferior y superior, 322
        - Canalización de enlace inferior con tubos, 322
        - Canalización de enlace inferior con canales, 322
        - Canalización de enlace superior con tubos o canales, 323
    - Recintos de instalaciones de telecomunicación, 323
    - Registros principales, 324
      - Registros de cables de pares trenzados, 324
      - Registros de cables de coaxiales de los servicios de TBA, 324
      - Registros de cables de fibra óptica, 324
    - Canalización principal y registros secundarios, 324
      - Canalización principal con tubos, 324
      - Canalización principal con canales, 325
      - Registros secundarios, 325
    - Canalización secundaria y registros de paso, 325
      - Canalización secundaria con tubos, 325
      - Canalización secundaria con canales, 326
    - Registros de terminación de red, 326
    - Canalización interior de usuario y registro de tomas, 326
      - Canalización interior mediante tubos, 326
      - Canalización interior mediante canales, 327
      - Registro de toma de viviendas, 327
      - Registro de toma en locales comerciales, 327
      - Registros de toma en estancias comunes, 328
- Capítulo 8. Orden Ministerial ITC/1644/2011, 329**
- Introducción, 331
  - Proyecto técnico, 333
  - Procedimiento de consulta, 334
  - Requisitos exigibles a las entidades de verificación de proyectos, 336

- Procedimiento de verificación, 336
- Ejecución del proyecto técnico, 337
- Manual de usuario, 340
- Modificación de ICT existentes, 340
- Requisitos y obligaciones del director de obra de ICT, 340
- Contenido y estructura de un proyecto ICT (Anexo I), 341
  - Memoria, 341
    - Elementos que constituyen la ICT, 342
  - Planos, 347
  - Pliego de condiciones, 348
  - Presupuesto y medidas, 351
- Modelo de protocolo de pruebas para una ICT (Anexo V), 353
  - Promotor y características del inmueble, 353
  - Equipos de medida utilizados en la instalación, 353
  - Adaptación y distribución de radiodifusión sonora y televisión terrestre, 354
    - Calidad de las señales recibidas, 354
    - Elementos componentes de la instalación, 354
    - Niveles de señales de RF en la instalación, 355
    - BER para señales de televisión terrestre, 355
    - Continuidad y resistencia de la toma de tierra, 355
    - Respuesta en frecuencia, 356
  - Captación y distribución de las señales de TV y radiodifusión sonora por satélite, 356
    - Bases para las antenas parabólicas, 357
    - Antenas parabólicas, 357
    - Nivel de señales, 357
    - BER para señales de TV digital por satélite, 357
  - Acceso al servicio de telecomunicaciones de banda ancha, 357
    - Servicio de telefonía disponible al público, 357
    - Red de pares trenzados, 361
    - Red de cables coaxiales, 362
    - Red de cable de fibra óptica, 363
  - Canalizaciones, RIT y registros, 364

## **Capítulo 9. Orden Ministerial ECE/983/2019, 367**

- Introducción, 369
- Requisitos mínimos de seguridad frente al fuego de los cables de telecomunicaciones en el interior de los edificios, 369
  - Antecedentes, 369
    - Características de reacción al fuego de los cables para las ICT y en los tramos finales de interior de redes de acceso ultrarrápido, 372
- Modificación de determinados anexos del Reglamento ICT, 374
- Modificación de la Orden ITC/1644/2011, de 10 de junio, 374

## **Anexo I. ICT en conjuntos inmobiliarios singulares, 377**

- Introducción, 377
- Arquitectura de red en complejos hoteleros, 378
- Estructura de ICT, 383
- Cables de fibra óptica, 383
- Punto de interconexión, 384
- Punto de distribución, 384

- Base de acceso terminal, 384
- Materiales, 385
- Dimensionado de la red, 385
- Infraestructura de obra civil, 385
  - Recinto de telecomunicaciones, 386
  - Canalizaciones, 387
  - Registros, 388
  - Materiales, 388
- Ejemplo, 389
  - Arquitectura de red, 389
  - Red de cables de fibras ópticas, 392
  - Recinto de telecomunicaciones, 394
  - Canalizaciones, 394
  - Registros, 394

**Anexo II. Conceptos básicos y unidades, 395**

- Conceptos básicos, 395
- Unidades, 397
- Relación de unidades, 400
- Ejemplo, 401

**Acrónimos, 403**