

CLARA LUZ ÁLVAREZ

Derecho **de las** **telecomunicaciones**

Tercera edición


EDITORIAL
TEMIS
OBRAS JURÍDICAS

DERECHO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Álvarez, Clara Luz, 1972-

Derecho de las telecomunicaciones / Clara Luz Álvarez. --
Bogotá : Editorial Temis, 2014.

328 páginas ; 23 cm.

Incluye bibliografía e índices.

ISBN 978-958-35-1000-7

1. Derecho informático 2. Derecho a la información
3. Telecomunicaciones - Aspectos legales 4. Informática -
Legislación 5. Política de telecomunicaciones I. Tít.

343.0994 cd 21 ed.

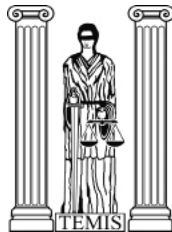
A1443246

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

CLARA LUZ ÁLVAREZ GONZÁLEZ DE CASTILLA

DERECHO DE LAS TELECOMUNICACIONES

*Tercera edición,
ampliada y revisada*



EDITORIAL TEMIS S. A.

Bogotá - Colombia

2021



ANTES QUE EL LIBRO CIENTÍFICO MUERA

El libro científico es un organismo que se basa en un delicado equilibrio. Los elevados costos iniciales (las horas de trabajo que requieren el autor, los redactores, los correctores, los ilustradores) solo se recuperan si las ventas alcanzan determinado número de ejemplares. La fotocopia, en un primer momento, reduce las ventas y por este motivo contribuye al aumento del precio. En un segundo momento, elimina de raíz la posibilidad económica de producir nuevos libros, sobre todo científicos.

De conformidad con la ley colombiana, la fotocopia de un libro (o de parte de este) protegido por derecho de autor (copyright) es ilícita. Por consiguiente, toda fotocopia que burle la compra de un libro, es delito.

La fotocopia no solo es ilícita, sino que amenaza la supervivencia de un modo de transmitir la ciencia.

Quien fotocopia un libro, quien pone a disposición los medios para fotocopiar, quien de cualquier modo fomenta esta práctica, no solo se alza contra la ley, sino que particularmente se encuentra en la situación de quien recoge una flor de una especie protegida, y tal vez se dispone a coger la última flor de esa especie.

© Clara Luz Álvarez González de Castilla, 2021.

© Editorial Temis S. A., 2021.

Calle 17, núm. 68D-46, Bogotá.

www.editorialtemis.com

correo elec.: gerencia@editorialtemis.com

Hecho el depósito que exige la ley.

ISBN 978-958-35-1000-7

2723 201400023400

ISBN e-book 978-958-35-1554-5

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, por medio de cualquier proceso, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

Esta edición y sus características gráficas son propiedad de Editorial Temis S. A.

*A Dios por darme los mejores padres y a ellos:
Raúl y Clara Luz; a Matías y Ana Isabel por
la felicidad infinita que dan a mi vida.*

ÍNDICE GENERAL

PÁG.

Introducción	1
--------------------	---

CAPÍTULO I

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, SATÉLITES Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

1. Telecomunicaciones	5
2. Medios cableados	7
A) Par de cobre.....	7
B) Cable coaxial	8
C) Fibra óptica.....	8
D) Cables submarinos	9
3. Frecuencias del espectro radioeléctrico	9
A) Generalidades	9
B) El espectro y la UIT.....	13
a) Actas de radiocomunicación	15
b) Interferencias.....	16
c) Título primario y título secundario.....	17
C) Otras consideraciones sobre espectro.....	18
a) Programa de licitación.....	19
b) Convocatoria	20
c) Bases de licitación o pliego de condiciones.....	20
d) Criterios para seleccionar al ganador	21
e) “Incentive auctions”	22
f) Contraprestación y postura inicial.....	22
g) Restricciones de acumulación de espectro (“Spectrum cap”)..	22
h) Procedimiento de licitación	23
i) Transparencia sobre uso de espectro radioeléctrico	23
D) Tendencias	24
4. Órbitas satelitales y bandas asociadas	25
A) Antecedentes históricos	26
B) Registro de posiciones satelitales ante la UIT	27

	PÁG.
C) Títulos y procedimientos para comunicación vía satélite	29
a) Satélites comerciales	29
b) Derechos relativos a sistemas satelitales extranjeros	30
c) Satélites internacionales	30
d) Satélites públicos.....	31

CAPÍTULO II

REDES DE TELECOMUNICACIONES

1. Redes de telefonía fija (tradicionales)	33
2. Redes móviles	35
3. Redes satelitales	36
4. Redes de televisión por cable	39
5. Redes eléctricas	40
A) Red de fibra óptica	40
B) “Power Line Communications” o PLC.....	41
6. Internet	42
A) Principios, arquitectura y protocolo.....	43
B) ¿Propietarios de la Internet?	45
C) Servicios de Internet	46
D) Nombres de dominio.....	46
E) Múltiples actores (“multistakeholder”).....	46
F) Autogobierno	49
G) Multirregulación	49
7. Redes de siguiente generación	50
8. Banda ancha y otros términos comunes	54
A) Banda ancha.....	54
B) Triple “play” y cuádruple” “play”	55
C) Generaciones (1G, 2G, 3G y 4G)	56
D) Homologación y evaluación de la conformidad	56

CAPÍTULO III

ÓRGANOS REGULADORES

1. Origen.....	60
2. Independencia y autonomía.....	63
3. Tipos de reguladores	69
A) Reguladores sectoriales	69
B) Reguladores convergentes	70

	PÁG.
C) Reguladores multisectoriales	70
D) Reguladores con facultades de competencia económica	70
E) Unipersonales o de órganos colegiados	71
4. Consejos consultivos	71
5. Actividad regulatoria	75
A) Principios	76
B) Riesgos regulatorios y captura	77
C) Importancia de la supervisión y la verificación	79
6. Ejemplos de órganos reguladores	79
A) EUA Federal Communications Commission (FCC)	79
B) Alemania. Bundesnetzagentur	80
C) Reino Unido. Ofcom	81
D) Colombia. MinTIC, CRC, ANE y ANTV	82
E) México. Instituto Federal de Telecomunicaciones	84
F) España. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia..	85

CAPÍTULO IV

ORGANISMOS INTERNACIONALES

1. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)	87
A) Antecedentes históricos	88
B) Estructura y funciones	90
C) Instrumentos jurídicos	92
2. Organización Mundial de Comercio (OMC)	92
A) Antecedentes, estructura y funciones	92
B) Instrumentos jurídicos	93
C) Panel de telecomunicaciones México-EUA	96
3. Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (Citel)	99

CAPÍTULO V

POLÍTICA DE COMPETENCIA EFECTIVA (PRIMERA PARTE)

1. Introducción a la política de competencia	102
2. Entrada al mercado (licencias, concesiones, permisos)	104
3. Interconexión	107
A) La interconexión técnicamente	110

	PÁG.
B) Principios de interconexión y sus requisitos.....	111
C) Acceso a elementos desagregados.....	114
D) Infraestructura e instalaciones compartidas.....	117
E) Tarifas y modelos de costos.....	117
F) Ofertas públicas de interconexión y convenios marco.....	121
G) Procedimientos de interconexión.....	122
H) Prospectiva.....	124

CAPÍTULO VI

POLÍTICA DE COMPETENCIA EFECTIVA (SEGUNDA PARTE)

1. Compartición de infraestructura.....	126
2. Derechos de vía y autorizaciones para el despliegue de redes.....	128
3. Publicidad y transparencia.....	131
4. Calidad en el servicio.....	133
5. Portabilidad.....	134
6. Subsidios cruzados y separación contable.....	137
7. Prácticas potencialmente anticompetitivas.....	139
A) Negativa de acceso o de información y tácticas dilatorias.....	139
B) Uso indebido de información.....	140
C) Estrangulamiento o estrechamiento de márgenes (“price squeeze” o “margin squeeze”).....	141
D) “Customer lock-in”.....	142
E) Depredación de precios (“predatory pricing”).....	143
8. Libertad y regulación tarifaria.....	144
9. Fusiones, adquisiciones y concentraciones.....	147
10. Mercado relevante y dominancia.....	150
11. Obligaciones específicas.....	152
12. Separación y desinversión.....	154
A) Separación funcional (operativa).....	154
B) Separación corporativa o estructural.....	156
C) Desinversión o desincorporación.....	157
a) Desinversión de AT&T.....	157
b) Desinversión de Grupo Clarín (Argentina).....	158
13. Combate a prácticas monopólicas.....	160
A) Prácticas monopólicas absolutas.....	160
B) Prácticas monopólicas relativas.....	161

CAPÍTULO VII

DERECHOS DE LOS USUARIOS
Y DE LAS AUDIENCIAS

	PÁG.
1. Información	165
2. Cambio de operador	167
3. Desbloqueo de teléfonos y equipos	167
4. Calidad	168
5. Publicidad.....	169
6. Contratos tipo o de adhesión	169
7. Tarifas y facturación.....	171
8. Servicios.....	171
9. Atención y resolución de quejas, mediación y conciliación	172
10. Privacidad y prohibición de intervención de comunicaciones	172
11. Larga distancia	173
12. “Roaming” (usuario visitante)	173
13. Otros derechos de los usuarios	174
14. Autorregulación	175
15. Consejos consultivos de usuarios	175
16. Acciones colectivas	176
17. Alfabetización mediática	177
18. Derechos de las audiencias de contenidos audiovisuales.....	178
19. Derecho a la retransmisión (“must carry”, “must offer”).....	179

CAPÍTULO VIII

SERVICIO UNIVERSAL
Y ACCESIBILIDAD

1. Brecha digital	182
2. Servicio universal	184
A) Finalidad y justificación.....	186
B) Principios	188
C) Beneficiarios	189
D) Servicios objeto de servicio universal. Revisión periódica	189
E) Esquemas para el servicio universal	192
F) Financiamiento y otros aspectos.....	194
G) Experiencia comparada.....	197
a) Unión Europea.....	197
b) Reino Unido	198
c) España	199
d) Australia	199

	PÁG.
e) Suiza	199
f) Corea	200
g) EUA.....	200
h) México.....	201
3. Accesibilidad a personas con discapacidad.....	202
A) Principios de la accesibilidad.....	206
B) Servicios y equipos accesibles.....	207
a) Telefonía.....	207
b) Telefonía pública.....	208
c) Televisión	208
d) Navegar en la “web” y sitios “web”.....	209
e) Equipos terminales	210
f) Sitios “web” accesibles.....	213
C). Mejores prácticas de accesibilidad	212
a) Generar conciencia e incorporar la accesibilidad en el diseño de políticas.....	212
b) Diseño universal.....	212
c) Participación de personas con discapacidad.....	212
d) Adquisiciones del gobierno	212
e) Servicio universal de telecomunicaciones.....	213
f) Sitios “web” accesibles	213
g) Investigación y desarrollo	213
h) Estadísticas	213
i) Acciones colectivas	213
j) Servicios de emergencia.....	213
D) Experiencia comparada.....	214
a) Estados Unidos de América.....	214
b) Unión Europea.....	216
c) Argentina.....	216
d) Chile	217
e) Colombia	218
f) México.....	218

CAPÍTULO IX

SEGURIDAD Y EMERGENCIAS

1. Conceptos generales.....	222
2. Número de emergencia.....	223

	PÁG.
A) Unión Europea	224
B) EUA	225
C) México	226
3. Infraestructura crítica de telecomunicaciones	226
A) Unión Europea	228
B) EUA	229
C) Canadá	230
4. Comunicaciones para situaciones de emergencia	232
5. Información a la población.....	235
6. Ciberseguridad y CERT/CSIRT	236

CAPÍTULO X

AMBIENTE, SALUD Y TELECOMUNICACIONES

1. Sustancias peligrosas y desechos electrónicos	238
A) Medidas favorables al ambiente	238
B) Cadena de reciclaje de desechos electrónicos	242
C) Principio de responsabilidad.....	244
D) Estadísticas de desechos electrónicos	246
2. Cambio climático y telecomunicaciones.....	246
3. Salud y telecomunicaciones	250
4. Reflexiones	256

CAPÍTULO XI

EXPERIENCIA COMPARADA: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y UNIÓN EUROPEA

1. Estados Unidos de América.....	260
A) Antecedentes históricos	260
a) Telefonía.....	260
b) Servicios de radiocomunicación	261
B) “Communications Act” de 1934.....	262
C) Federal Communications Commission (FCC)	262
D) Casos relevantes (“Hush-A-Phone” y “Carterphone”).....	264
E) Desinversión del Sistema Bell (AT&T).....	265
F) “Telecommunications Act” de 1996.....	267
G) Otras leyes y autoridades.....	269
H) “Incentive auctions”	270

	PÁG.
2. Unión Europea.....	271
A) Del monopolio a la liberalización.....	271
B) Las comunicaciones electrónicas.....	275
C) Directiva Marco	276
D) Directiva Autorización.....	279
E) Directiva Acceso.....	281
F) Directiva Servicio Universal.....	284
a) Servicio universal.....	284
b) Derechos de los usuarios.....	285
G) Recomendaciones sobre mercados para obligaciones “ex ante”	286
H) Directiva de Datos Personales y la Decisión Espectro	286
Bibliografía	289
Índice de autores	305

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones son un instrumento esencial para el goce efectivo de los derechos humanos; para la economía, la sociedad, el entretenimiento, la seguridad, el ambiente y para contrarrestar el cambio climático, entre muchas otras áreas que inciden directamente en la vida cotidiana. De ahí la importancia de que se difunda conocimiento sobre el derecho de las telecomunicaciones como marco de referencia obligado sobre las relaciones y los principios subyacentes para convertir las telecomunicaciones en una herramienta habilitadora disponible a todos.

El Derecho de las Telecomunicaciones es eminentemente multidisciplinario, lo que obliga a un estudio comprensible y lo más sencillo posible de variados aspectos técnicos, económicos y de política pública aplicables. Esta obra presenta los temas con un enfoque universal, apoyado en principios, destacando casos concretos resueltos, las aportaciones de la experiencia comparada y propuestas de mejores prácticas.

Cada capítulo de este libro se elaboró con la finalidad de facilitar la localización del tema respectivo, e incluye referencias cruzadas para quien desee ampliar un aspecto específico abordado en otra sección. Esto permite que el libro pueda leerse de principio a fin, o bien en el orden en que el lector desee de acuerdo con sus intereses; el soporte integral de los asuntos podrá hallarlo en las relaciones con otros capítulos.

El capítulo 1 empieza con una somera referencia a lo que son las telecomunicaciones. En seguida abordamos los diferentes medios cableados de transmisión; se explican las características y diferencias entre los pares de cobre, el cable coaxial, la fibra óptica (oscura e iluminada) y los cables submarinos. También describe las frecuencias del espectro radioeléctrico y sus generalidades, la función de la Unión Internacional de Telecomunicaciones en la definición de los servicios por prestarse y las tendencias mundiales en gestión del espectro. En virtud de que las posiciones en la órbita geoestacionaria, las órbitas satelitales y los enlaces asociados son también recursos de la naturaleza escasos y esenciales para las comunicaciones del mundo contemporáneo, estos conceptos se explican en el mismo capítulo junto con lo relativo a la gestión a escala internacional de esos recursos satelitales.

El capítulo II hace una descripción general de los tipos de redes principales: telefonía fija (tradicional), redes móviles (celular), satelitales y televisión por cable. De la misma manera se describen las redes eléctricas por su utilidad para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ya sea mediante la red de fibra óptica o del PLC (*power line communications*). Hoy las telecomunicaciones no se pueden concebir sin la Internet; así que en dicho capítulo se exhiben sus orígenes, principios, arquitectura y protocolo TCP/IP, y ciertas particularidades como los actores y la multiregulación. También se plantea el panorama de las redes tradicionales, el cual está cambiando ante las redes de siguiente generación con sus divisiones por capas, lo que promete revolucionar no sólo el diseño tecnológico, sino la estructura de los mercados. Finalmente, el capítulo II da una breve explicación de términos comunes como banda ancha, triple y cuádruple *play*, las distintas generaciones de servicios móviles, y los conceptos de homologación y evaluación de la conformidad.

El capítulo III se enfoca a los órganos reguladores de las telecomunicaciones: sus antecedentes y sus razones de creación, por la tan polémica independencia y autonomía, y los tipos de reguladores. La actividad regulatoria amerita mención aparte para explicar los principios que deben regirla, junto con los riesgos regulatorios, incluso la captura del regulador. También se exponen casos internacionales de órganos reguladores, como las generalidades y distintivos de la Federal Communications Commission de EUA, la Bundesnetzagentur de Alemania, la Ofcom del Reino Unido, las diferentes autoridades con facultades regulatorias de Colombia, y los recientemente creados Instituto Federal de Telecomunicaciones de México y la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia de España.

El capítulo IV se dedica a los organismos internacionales del rubro; es el caso de los orígenes, estructura, funcionamiento e instrumentos jurídicos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y de la Organización Mundial de Comercio por su importancia para las redes y servicios de telecomunicaciones. De la misma manera reseña la controversia entre México y EUA en el seno de dicha organización internacional y hace una descripción general de la estructura y funciones de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones.

En los capítulos V y VI se abordan los principales aspectos de la política de competencia económica, piedra angular para desarrollar un mercado de telecomunicaciones. La interconexión ocupa gran parte del capítulo V: sus principios de la interconexión, el acceso a elementos desagregados de la red, las tarifas, los modelos de costos, las ofertas de referencia, los convenios marco, los procedimientos de interconexión, etcétera.

El capítulo VI se enfoca en los principales instrumentos encaminados a favorecer una competencia efectiva en el mercado de las telecomunicaciones; explica la compartición de infraestructuras activa y pasiva, la relevancia de los derechos de vía y las autorizaciones para el despliegue de redes, la publicidad y la transparencia indispensables para el mercado, la calidad en el servicio y la portabilidad, y la separación contable como mecanismo para identificar los subsidios cruzados. El mismo capítulo continúa con la exposición de prácticas que pueden ser anticompetitivas: negativa de acceso o de información, uso indebido de información, estrangulamiento de márgenes (*price squeeze*), *customer lock-in*, depredación de precios y ventas atadas. Así mismo explica la libertad y regulación tarifaria, y sus distintos métodos. El capítulo finaliza con los siguientes temas: concentraciones, dominancia, obligaciones específicas para enfrentarla, tipos de separación, la desinversión o desincorporación de agentes económicos y las prácticas monopólicas.

El capítulo VII enumera los principales derechos de los usuarios de telecomunicaciones, que son independientes y adicionales a los derechos de los consumidores en general. Además expone la alfabetización en medios necesaria en el mundo contemporáneo, los derechos de las audiencias de contenidos audiovisuales y el derecho a la retransmisión (*must carry, must offer*).

El capítulo VIII presenta el concepto de brecha digital y se adentra en el estudio del servicio universal y aborda su finalidad, y sus principios, sus esquemas y sus fórmulas de financiamiento, entre otros aspectos; se describe también lo relativo a la accesibilidad a las telecomunicaciones por personas con discapacidad, con casos de experiencia comparada.

El capítulo IX trata de los diversos aspectos de la seguridad, la emergencia y las telecomunicaciones, tales como el número de emergencia, la identificación de la infraestructura crítica o estratégica, las comunicaciones durante una emergencia y la ciberseguridad.

El capítulo X expone lo relativo al ambiente, salud y las telecomunicaciones. Para lo cual se presentan las sustancias peligrosas, los desechos electrónicos y las mejores prácticas existentes en la actualidad en la materia; asimismo presenta reflexiones en torno a la incidencia de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en el cambio climático. Finalmente, despliega lo relativo a los campos electromagnéticos, incluyendo los resultados de estudios sobre sus efectos en la salud y lo que han hecho la Organización Mundial de la Salud y la Unión Europea al respecto.

El capítulo XI comienza con la historia de la telefonía y los servicios de radiocomunicación en los EUA, que dieron lugar a la primera autoridad regulatoria de telecomunicaciones en 1934, la Federal Communications Commission. Expone las repercusiones de las decisiones de los tribunales de ese país, la participación de autoridades federales y estatales, y la distinción entre servicios de telecomunicaciones y de información. Explica lo relativo a las *incentive auctions* que en EUA prometen potenciar una política de uso eficiente del espectro basado en el mercado. En cuanto a la Unión Europea, hace una relación del camino seguido desde los monopolios de telecomunicaciones a la liberalización total. A continuación presenta el marco jurídico vigente de las comunicaciones electrónicas comunitarias y expone los aspectos medulares de las disposiciones de cada una de las directivas y decisiones expedidas por las autoridades de la Unión Europea.

Esta obra ha sido posible gracias al amor y apoyo incondicional de mi familia, a la retroalimentación recibida de todas las personas que han sido mis alumnos en distintas instituciones de educación superior públicas y privadas y muchas personas generosas que compartieron su tiempo, conocimientos y reflexiones para enriquecer este libro. A todos ellos mi agradecimiento de corazón.

Clara Luz Álvarez González de Castilla
Marzo de 2014

CAPÍTULO I

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, SATÉLITES Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

En este capítulo se estudiará en primer lugar el concepto de telecomunicaciones. A continuación se describirán los diferentes medios de transmisión: por hilos (par de cobre, cable coaxial, fibra óptica y cables submarinos) y el espectro radioeléctrico. En cuanto al espectro radioeléctrico, se revisará su importancia y sus características, la función de la UIT en la definición de servicios que han de prestarse en él y lo relativo a la materia satelital, y las tendencias en la gestión del espectro radioeléctrico.

1. TELECOMUNICACIONES

El ser humano se ha comunicado a distancia valiéndose de diversas formas, como las señales de humo o el repiqueteo de campanas. Sin embargo, la revolución de las comunicaciones a distancia empezó con el telégrafo eléctrico. Las telecomunicaciones se favorecieron directa y significativamente de todas las investigaciones de la física, en especial de aquellas sobre la electricidad y las ondas electromagnéticas. El concepto de telecomunicaciones ha sido ampliamente definido. Por su etimología, *telecomunicación* significa ‘comunicación a distancia’ y cuando nos referimos a las telecomunicaciones es respecto a las comunicaciones a distancia con medios electrónicos.

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la define como ‘Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos’¹.

Los servicios de telecomunicaciones han cambiado a lo largo del tiempo y continúan surgiendo nuevos. Ha sido una tentación constante el decir que un servicio de telecomunicaciones en particular es *el más*

¹ Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, art. 1.3

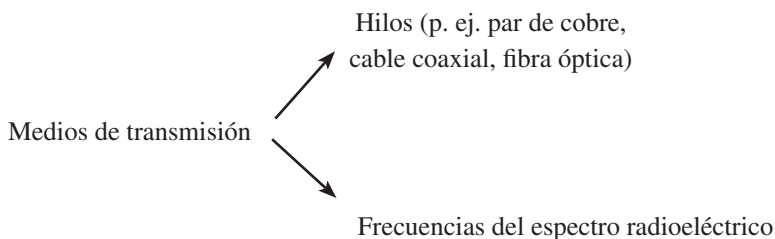
importante en el desarrollo de la humanidad. En sus respectivos momentos históricos se dijo que lo fueron el servicio telegráfico y el telefónico, en tanto que hoy se dice que es la Internet. Sin embargo, es mejor darle a cada uno su lugar histórico e imprescindible en la cadena evolutiva de la comunicación a distancia, más que premiar a un solo servicio como el que más ha transformado a la sociedad.

Dentro de los servicios de telecomunicaciones están la telegrafía y la radiotelegrafía, la televisión (abierta y por suscripción, restringida o de pago), la radio (abierta y por suscripción, restringida o de pago), la telefonía (fija y móvil), la comunicación vía satélite, la transmisión de datos, la radiocomunicación especializada de flotillas o *trunking*, la radiolocalización de personas o *paging*, la radiocomunicación privada y la Internet, entre otros. En la historia de las telecomunicaciones, algunos de estos servicios han sido o son aún prestados exclusivamente por los Estados (p. ej. telegrafía), otros han sido proporcionados por el sector privado (p. ej. televisión por suscripción o de pago) y también hay servicios que tras un período bajo la responsabilidad de entidades públicas permiten el ingreso del sector privado para su prestación (p. ej. telefonía).

Los servicios de telecomunicaciones se prestan mediante redes de telecomunicaciones. Éstas están constituidas esencialmente por medios de transmisión y diferentes equipos/sistemas.

Red de telecomunicaciones = medios de transmisión + equipos/sistemas

Los medios de transmisión pueden ser hilos o cables (p. ej. par de cobre, cable coaxial, fibra óptica) o las frecuencias del espectro radioeléctrico.



Para ilustrar lo que es una red de telecomunicaciones, sirva el siguiente ejemplo. Dos personas conversan animadamente. A pronuncia determinadas palabras (la boca y las cuerdas bucales serían un equipo

transmisor, en tanto que el cerebro sería un sistema de comunicación). Las palabras viajan por medio de una frecuencia del espectro radioeléctrico (medio de transmisión) y llegan hasta las orejas de B (las orejas serían las antenas/equipos receptores). Las palabras son recibidas y procesadas por B (su oído y cerebro serían equipos y sistemas de comunicación). En este ejemplo, hay equipos y sistemas de comunicación (boca, cuerdas bucales, oreja, oído y cerebro) y se emplea un medio de transmisión (frecuencias del espectro radioeléctrico), es decir, se forma por analogía una *red de telecomunicaciones*.

El medio de transmisión se seleccionará dependiendo de los servicios que se pretendan prestar (p. ej. si se trata de telefonía móvil, es evidente que se requiere utilizar frecuencias del espectro radioeléctrico, en tanto que los servicios de televisión por cable necesitan utilizar el cable coaxial como medio de transmisión). La tecnología que se vaya a utilizar determinará cuáles son los equipos y sistemas idóneos para prestar el servicio de que se trate.

Para efectos didácticos, esta obra divide los medios de transmisión en dos grandes grupos: los que utilizan hilo, como los pares de hilos, el cable coaxial, la fibra óptica y el cable submarino, y las frecuencias del espectro radioeléctrico, según se exponen a continuación.

2. MEDIOS CABLEADOS

A) *Par de cobre*

El par de cobre es el más conocido de los pares de hilos, aunque también se ha utilizado el par de aluminio. El par de cobre se forma con dos hilos hechos de cobre. Era el medio de transmisión que tradicionalmente se utilizaba para llegar hasta los hogares y oficinas. En la actualidad en muchos países los cables del servicio telefónico que llegan a los hogares aún son pares de cobre. Los inconvenientes que presenta el par de cobre es que su señal se puede atenuar o perder durante el transporte de la información, y que puede recibir interferencia. La existencia de medios de transmisión con mayor capacidad como la fibra óptica están sustituyendo paulatinamente al par de cobre (en especial en redes de transporte); sin embargo, este será todavía en muchos países el medio de transmisión que provee acceso a los usuarios finales.

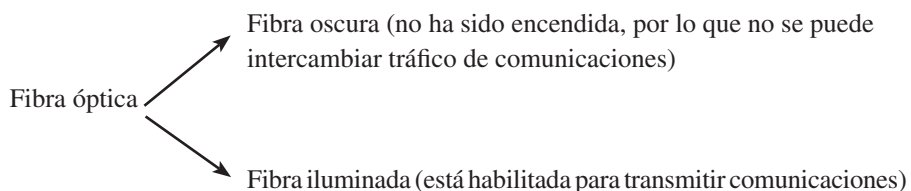
B) Cable coaxial

Creado en la década de 1930, el cable coaxial es “un cable compuesto por un cable central conductor aislado que se encuentra envuelto en otro cable cilíndrico”². En comparación con el par de cobre, el cable coaxial pierde menos energía, permite transportar mayor cantidad de información y padece menor interferencia. El cable coaxial se ha utilizado de manera importante en el servicio de televisión por suscripción por cable.

C) Fibra óptica

La fibra óptica es el medio de transmisión que, valiéndose de un cable de vidrio, refracta la luz y la conduce. Los pulsos de luz se envían por medio de un transmisor de luz. La ventaja de utilizar este medio de transmisión es que tiene mayor capacidad (ancho de banda) y velocidad, menor pérdida en la transmisión y no le afectan las interferencias electromagnéticas³.

La fibra óptica es actualmente el medio de transmisión cableado más utilizado en los nuevos despliegues de red. Se emplea primordialmente para redes de transporte (incluso cables submarinos), aun cuando también se está ocupando para el acceso al usuario final conocido como la última milla o el *bucle local*. Cuando la fibra óptica se emplea para el acceso al usuario final en la última milla o bucle local, se le conoce por las siglas en inglés FTTH (*fiber to the home*) o fibra al hogar. Con el despliegue de FTTH o fibra óptica al hogar, se busca que los servicios de telecomunicaciones puedan ser de banda ancha [ver cap. II secc. 8ª)].



Los términos de *fibra oscura* y *fibra iluminada* se utilizan al referirse a la fibra óptica. La *fibra oscura* es aquel cable de fibra óptica que ha

² “A cable composed of an insulated central conducting wire wrapped in another cylindrical conducting wire” HARRY NEWTON, *Newton’s telecom dictionary*, 16 ed., Nueva York, CMP Books, 2000, pág. 201 [traducción de la autora].

³ Cfr. *Ibid*, págs. 643-644.

sido desplegado e instalado, pero que no se está utilizando y por ello el calificativo de *oscura*. La *fibra iluminada* es la fibra óptica que ha sido conectada a los equipos y sistemas de una red de telecomunicaciones, por medio de la cual pueden estar o se están transmitiendo comunicaciones.

D) *Cables submarinos*

Los cables submarinos de comunicación⁴ son aquellos que se tienden en el mar para transportar comunicaciones de voz (telefonía), datos (p. ej. acceso a internet) y video (televisión). Actualmente los cables submarinos son de fibra óptica. Todos los continentes del mundo, excepto la Antártica, están conectados a través de cables submarinos⁵.

Los sistemas de cables submarinos se forman por un segmento *seco* y otro *mojado*. El segmento seco está formado por la estación de aterrizaje del cable submarino (*submarine cable landing station*) y las conexiones a las troncales de los operadores de redes de telecomunicaciones. El segmento mojado comprende todo aquello que está hacia el mar tal como la porción del cable submarino que se pone bajo tierra según se va acercando a la orilla, el cable submarino, y los repetidores que se instalan a lo largo de este para que la señal pueda corregirse y amplificarse conforme recorre el cable submarino para llegar a su destino final.⁶

3. FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

A) *Generalidades*

Son un medio de transmisión de comunicaciones a distancia. De manera coloquial se puede decir que las frecuencias son “cables invisibles” a lo largo de los cuales fluye la comunicación. Los servicios de telecomunicaciones que utilizan frecuencias o estos “cables invisibles” son muchos: la televisión y la radio abierta que emplean frecuencias desde las estaciones transmisoras o desde las antenas repetidoras y hasta el televisor o la radio del televidente o radioescucha; los teléfonos o dis-

⁴ Recuérdese que existen también cables submarinos para el transporte de energía eléctrica.

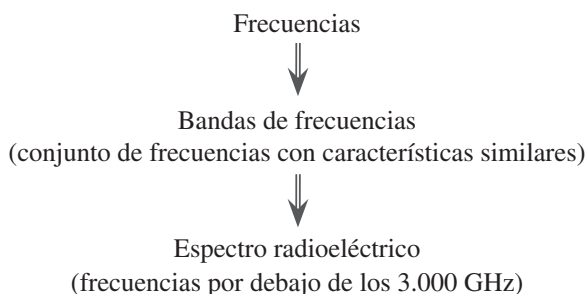
⁵ En www.submarinecablemap.com puede observarse un mapa del mundo y los cables submarinos existentes.

⁶ UIT, *Trends in Telecommunication Reform 2008: six degrees of sharing*, Ginebra, International Telecommunication Union, 2008, pags. 109-110.

positivos móviles que emplean frecuencias desde el teléfono/dispositivo móvil y hasta la estación base o radiobase; la comunicación vía satélite que utiliza frecuencias desde la estación transmisora en tierra (estación terrena) al satélite y del satélite hasta la estación receptora en tierra y el acceso WiFi (*wireless fidelity*) que emplea una frecuencia desde la computadora, *laptop* o tableta hasta el *hotspot* para acceder a Internet, entre otros muchos servicios de telecomunicaciones.

Un ejemplo familiar y cotidiano del uso de frecuencias es la radio de Frecuencia modulada (FM), que utiliza frecuencias dentro de la banda de frecuencias de FM, que va de los 88 a los 108.0 MHz⁷. La estación de radio FM Javeriana Estéreo de Bogotá emplea para sus transmisiones la frecuencia 91.9 MHz, y el radioescucha de dicha estación sintoniza en su radio precisamente tal frecuencia. No existe un cable físico que vaya desde la estación de radio Javeriana Estéreo hasta la radio del radioescucha; sin embargo, la información o el contenido de los programas de Javeriana Estéreo *viaja* a lo largo del “cable invisible”, que es la frecuencia de los 91.9 MHz. Si el radioescucha después decide escuchar la estación 40 Principales, que se transmite en Bogotá en la frecuencia de 89.9 MHz, entonces tendrá que sintonizar esta frecuencia en su radio.

Las frecuencias se agrupan convencionalmente en bandas de frecuencias de acuerdo con sus características. El conjunto de bandas de frecuencias constituyen a su vez el espectro radioeléctrico, que forma parte del espectro electromagnético (p. ej. incluye los rayos cósmicos y los rayos ultravioleta).



Espectro electromagnético. Es un continuo de ondas formadas en la naturaleza. Comprende, entre otras, las ondas que producen la electrici-

⁷ Este rango es el atribuido por la UIT a la Región 2 (Américas), a la cual pertenecen los países de América.

dad, las emitidas al hablar, la luz visible, los rayos cósmicos y las ondas empleadas para transmitir señales para servicios de telecomunicaciones. En términos simples, las ondas realizan ciclos a diferente velocidad y es a lo que se le llama “frecuencia”. La unidad de medida de las frecuencias es el Hertz⁸ (o hercio), que se refiere al número de ciclos que realiza una onda por segundo. Los Hertz se abrevian como Hz, y se les antepone una k (kilo hertz o kHz = 1.000 Hz), una M (mega hertz o MHz = 1.000 kHz = 1´000.000 Hz), o una G (giga o GHz = 1.000 MHz = 1´000,000 kHz = 1,000´000,000 Hz), según el caso.

Ahora bien, el espectro radioeléctrico es una parte del espectro electromagnético utilizado como medio de transmisión para distintos servicios de telecomunicaciones, como ya se dijo. El espectro radioeléctrico permite la propagación de ondas electromagnéticas, sin utilizar una guía artificial (p. ej. sin cables). El espectro radioeléctrico se establece por debajo de los 3.000 GHz, de manera convencional, es decir, por acuerdo entre los países. A su vez, el espectro radioeléctrico nuevamente de manera convencional se fracciona en “bandas de frecuencias” y este fraccionamiento se realiza dependiendo de las características de las frecuencias.

Las características de las frecuencias pueden ser, entre otras: 1) si las ondas pueden atravesar muros (p. ej. las utilizadas para la telefonía celular o aquellas para radio FM); 2) si requieren tener línea de vista, es decir, si el equipo transmisor debe estar sin obstáculo alguno entre dicho equipo y la antena receptora (p. ej. las estaciones transmisoras a satélite o las antenas microondas punto a punto para prestar servicios dedicados para transmisión de datos); o 3) el alcance o distancias que pueden recorrer sin distorsión de las señales transmitidas.

El espectro radioeléctrico es un recurso natural, limitado o finito y escaso.

- Es un recurso natural, porque el espectro radioeléctrico no es una creación del ser humano, sino que existe en la naturaleza. El espectro radioeléctrico es un recurso de la naturaleza que es el mismo en Cartagena (Colombia) o en Bangkok (Tailandia) o en Durban (Sudáfrica).

- Es limitado o finito porque las frecuencias que componen el espectro radioeléctrico son las que están en el rango de entre los 3 Hz y los 3.000 GHz. Las frecuencias no se amplían ni se expanden; las frecuencias son las que son y aunque se pueden usar de manera más eficiente con mejor

⁸ El Hercio como unidad de medida toma su nombre del físico que descubrió las ondas electromagnéticas, Heinrich Rudolf Hertz.

tecnología y se pueden aprovechar de mejor forma, ello no quiere decir que se estén ampliando las frecuencias del espectro radioeléctrico.

- La escasez del espectro radioeléctrico se deriva principalmente de:

- las características de las frecuencias en cuestión, lo que limita el tipo de servicios que pueden prestarse en ellas. Es decir, no todas las frecuencias pueden atravesar paredes, ni todas las frecuencias pueden viajar largas distancias. Las frecuencias se agrupan precisamente en bandas de frecuencias con la finalidad de identificar qué tipo de servicios pueden prestarse en cada una de ellas conforme lo permiten las características de las frecuencias y según la disponibilidad de equipos de telecomunicaciones para hacer uso de ellas.

- que el aprovechamiento de las bandas de frecuencias siempre está definido por el avance tecnológico. La mayoría de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico están desocupadas por el simple hecho de que no existe hoy tecnología para su explotación. Esto es, para que se puedan utilizar ciertas frecuencias del espectro radioeléctrico se requieren equipos y redes de telecomunicaciones para su aprovechamiento. De otra manera, el ser humano no se beneficia de la disponibilidad de frecuencias si no existen equipos y redes para utilizarlas como medios de transmisión.

- la saturación de las bandas de frecuencias en algunas zonas, lo que es consecuencia de la utilización de la banda por uno o diversos usuarios. La escasez del espectro radioeléctrico no es generalizada, porque no es lo mismo la ocupación del espectro radioeléctrico en Santiago que en el desierto de Atacama, de la misma manera que no es lo mismo el tránsito vehicular en Santiago que en la carretera que atraviesa el Atacama. En dicha ciudad ciertas bandas de frecuencia pueden estar ocupadas en su totalidad, en tanto que en el desierto de Atacama muy probablemente estén desocupadas o mínimamente ocupadas. De tal suerte que la escasez del espectro radioeléctrico dependerá de la banda de frecuencia de que se trate y del nivel de ocupación en la cobertura territorial respectiva.

Cabe mencionar que la evolución tecnológica hace posible un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, y además una misma banda de frecuencias puede utilizarse simultáneamente para diferentes usos a títulos primario y secundario, según se explica más adelante. Empero, un uso más eficiente no implica que el espectro radioeléctrico se “amplíe”, sino únicamente representa que está utilizándose de manera más óptima.

Finalmente en la utilización de frecuencias para prestar servicios de telecomunicaciones es importante tener en cuenta que es posible que existan interferencias. Estas pueden o no ocasionar que se degrade, interrumpa o impida el funcionamiento de un servicio de telecomunicaciones⁹. La interferencia se genera por la naturaleza (p. ej. tormenta eléctrica) o por artefactos (p. ej. máquinas). Si la interferencia no obstaculiza la comunicación a través del servicio de telecomunicaciones, se considera una interferencia admisible, pero si la degrada, interrumpe o impide la comunicación, entonces se estará en presencia de una interferencia perjudicial. Por ejemplo, si en un salón de clases el profesor está haciendo una presentación al grupo, está empleando la frecuencia de la voz humana. Si al mismo tiempo que el profesor está exponiendo un par de alumnos en el fondo del salón comienzan a platicar en voz alta (también estarán utilizando la misma frecuencia del profesor), entonces habrá interferencia perjudicial y el resto del grupo no podrá escuchar las explicaciones del profesor. En el mismo supuesto, pero si el par de alumnos conversa en voz muy baja que no oye el resto del grupo (están utilizando la misma frecuencia del profesor, pero con una *potencia* baja), entonces se trataría de una interferencia admisible.

B) *El espectro y la UIT*

Las ondas del espectro radioeléctrico están sujetas a las leyes de la física, mas no a las leyes que establecen los límites territoriales de un país o región. Por eso cobran importancia las determinaciones que realizan los países en el seno de la UIT respecto al espectro radioeléctrico¹⁰.

En las conferencias mundiales de radiocomunicaciones de la UIT celebradas cada dos o tres años con la participación de los Estados miembro se determina qué servicios se pueden prestar, en qué bandas de frecuencias, cuáles serán los estándares técnicos y otras condiciones de las emisiones radioeléctricas. Así mismo, en la UIT se fijan las reglas que se aplicarán en casos de interferencias entre usuarios de las bandas de frecuencias. Lo anterior encuentra su fundamento en la Constitución de la UIT, que señala que esta:

“a) efectuará la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico y la adjudicación de frecuencias radioeléctricas, y llevará el registro de las asignaciones de frecuencias y, para los servicios espa-

⁹ Reglamento de Radiocomunicación de la UIT, art. 1, sec. VII, apartado 1.169.

¹⁰ Para más información sobre la UIT, ver cap. IV sec. 1.

ciales, de las posiciones orbitales asociadas en la órbita de los satélites geostacionarios o las características asociadas de los satélites en otras órbitas, a fin de evitar toda interferencia perjudicial entre las estaciones de radiocomunicación de los distintos países;

”b) coordinará los esfuerzos para eliminar las interferencias perjudiciales entre las estaciones de radiocomunicación de los diferentes países y mejorar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas por los servicios de radiocomunicación y de la órbita de los satélites geostacionarios y otras órbitas; [...]”¹¹

La Constitución de la UIT reconoce que las bandas de frecuencias son recursos naturales limitados por lo que deben utilizarse de manera racional, equitativa, eficaz y económica, de tal suerte que se permita el acceso equitativo entre países¹². Se establece además un mandato de optimización para los Estados miembro, que consiste en que procuren limitar al mínimo indispensable las frecuencias y el espectro utilizado, buscando adoptar los adelantos técnicos¹³.

El instrumento que provee el marco jurídico específico para la radiocomunicación (comunicación mediante frecuencias)¹⁴ es el reglamento administrativo de la UIT denominado Reglamento de Radiocomunicaciones¹⁵. Es de carácter obligatorio para todos los Estados miembro de la UIT, salvo que hubieren hecho alguna reserva al firmar dicho reglamento o cualquier modificación posterior¹⁶.

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT está compuesto por diversas secciones que contienen definiciones, descripciones de las

¹¹ Art. 1º, sec. 2, incs. a y b de la Constitución de la UIT.

¹² Arts. 12 y 44 de la Constitución de la UIT.

¹³ Art. 44 de la Constitución de la UIT y arts 4º, sección I, apartado 4.1, del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

¹⁴ “1.6 radiocomunicación: toda *telecomunicación* transmitida por *ondas radioeléctricas*”. Art. 1º del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

¹⁵ El antecedente del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT fue el Reglamento de Servicios del Convenio Radiotelegráfico Internacional de 1906 en Berlín. “El Convenio de 1906 tenía por objeto proteger las radiocomunicaciones bidireccionales entre la costa y los barcos contra las interferencias perjudiciales. Ese primer reglamento definió las reglas de utilización del espectro para la explotación de estaciones a fin de reducir las interferencias radioeléctricas y definir normas técnicas para los equipos de radiocomunicaciones.”, UIT http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2006/Advisory-06-es.html (fecha de consulta: 18 de octubre de 2006).

¹⁶ Arts. 4º y 54 de la Constitución de la UIT.