

Manual sobre servicios de aficionados y servicios de aficionados por satélite

Edición de 2026



Manual sobre servicios de aficionados y servicios de aficionados por satélite

Edición de 2026

Oficina de Radiocomunicaciones



© UIT 2026

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

Prólogo

Este Manual contiene información general sobre los servicios de aficionados y de aficionados por satélite e incluye una lista de los textos actuales de la UIT que revisten interés para dichos servicios.

El servicio de aficionados es uno de los servicios de radiocomunicaciones más antiguos, anterior incluso a la reglamentación de las radiocomunicaciones. Este servicio se definió por primera vez en la edición de 1927 del Convenio Radiotelegráfico Internacional. Actualmente, el servicio de aficionados funciona con relativamente pocas atribuciones a través del espectro, desde 135,7 kHz hasta 250 GHz.

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones (CAMR) de 1963 estableció la nota 284A, que dice: «En la banda 144-146 MHz, el servicio de aficionados puede utilizar los satélites artificiales». Se creó el servicio de aficionados por satélite y se le dio atribuciones de frecuencias en la CAMR espacial de 1971. Desde entonces, los radioaficionados han diseñado, construido y explotado un gran número de satélites de aficionados. Además, las comunicaciones de radioaficionados se han utilizado a bordo de estaciones espaciales tripuladas tales como la MIR y la Estación Espacial Internacional. La mayoría de los astronautas y cosmonautas poseen una licencia de operador de radioaficionado.

La instrucción individual es un objetivo importante de los servicios de aficionados, como queda determinado en la definición de servicio de aficionados del número **1.56** del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR).

Los radioaficionados han hecho contribuciones técnicas de importancia en campos tales como la propagación de las ondas radioeléctricas, la radiotelefonía en banda lateral única en ondas decamétricas, las comunicaciones de datos en ondas decamétricas, los protocolos de radiocomunicaciones por paquetes y el diseño de satélites de comunicaciones.

El número **25.9A** del Reglamento de Radiocomunicaciones alienta a las administraciones a que permitan a las estaciones de aficionados participar en las comunicaciones necesarias en apoyo de las operaciones de socorro. Los radioaficionados continúan proporcionando radiocomunicaciones básicas, especialmente en los primeros instantes tras una catástrofe que ha provocado la interrupción o la sobrecarga de las redes normales de telecomunicaciones.

La finalidad de este Manual es presentar a las administraciones y a las organizaciones de radioaficionados información sobre los servicios de aficionados, en un solo documento.

Este trabajo no hubiera sido posible sin los esfuerzos llevados a cabo por muchos voluntarios y delegados a lo largo de un cierto número de años y por ello cabe agradecer estos esfuerzos.

Dale HUGHES
Presidente,
Grupo de Trabajo 5A de Radiocomunicaciones
(Grupo de Trabajo 5 – Servicios de aficionados)

ÍNDICE

	<i>Página</i>
Prólogo.....	iii
CAPÍTULO 1 – LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS	1
1.1 Contexto histórico.....	1
1.2 Los servicios de aficionados en la actualidad.....	1
1.3 Interacciones normativas	1
1.4 Formación.....	2
1.5 Reconocimiento mutuo de las licencias de radioaficionado.....	2
1.5.1 CEPT.....	3
1.5.2 Permiso de Radioaficionado Internacional (IARP) de la OEA.....	4
1.6 Cualificaciones normalizadas del operador	4
1.7 Tipos de licencias de radioaficionado.....	4
1.7.1 Licencia de radioaficionado individual.....	5
1.7.2 Club de estaciones.....	5
1.7.3 Estaciones de eventos especiales	5
1.7.4 Repetidores y balizas	5
1.8 Características técnicas de las estaciones	6
CAPÍTULO 2 – SERVICIOS DE AFICIONADOS.....	7
2.1 Aplicaciones de bandas atribuidas al servicio de aficionados	7
2.2 Planes de bandas para radioaficionados	11
2.3 Operaciones del servicio de aficionados y formación del operador	11
2.3.1 Operaciones típicas	11
2.3.2 Actividades de explotación	11
2.3.3 Radiodeporte	12
2.4 Cometido del servicio de aficionados en las telecomunicaciones de emergencia	14
2.4.1 Redes de aficionados disponibles para telecomunicaciones de emergencia	14
2.5 Sistemas de aficionados.....	16
2.5.1 Sistemas de telegrafía y de datos	17
2.5.2 Conexión de estaciones de aficionados a través de Internet.....	18

	<i>Página</i>
2.5.3	Sistemas de telefonía..... 18
2.5.4	Sistemas de comunicaciones de imagen 19
2.5.5	Sistemas multimedios 19
2.6	Experimentación en el servicio de aficionados 20
2.6.1	Desarrollo de sistemas de comunicaciones..... 20
2.6.2	Diseño de la antena 20
2.6.3	Ordenadores personales 20
2.6.4	Investigación y supervisión de la propagación 20
2.6.5	Procesamiento digital de la señal 21
2.7	Equipos de radioaficionados..... 21
2.7.1	Equipos comerciales característicos de los radioaficionados..... 22
2.7.2	Sistemas de radios definidas por <i>software</i> 22
CAPÍTULO 3 – SERVICIO DE AFICIONADOS POR SATÉLITE 23	
3.1	Aplicaciones de las bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite.... 23
3.2	Antecedentes..... 24
3.3	Estaciones terrenas de aficionados 25
3.4	Desafíos y experimentación en el servicio de aficionados por satélite..... 25
3.5	Satélites de comunicaciones de aficionados 25
3.6	Satélites de aficionados combinados con misiones educativas 26
3.7	Coordinación de frecuencias en el servicio de aficionados por satélite 26
CAPÍTULO 4 – RESOLUCIONES DE LA CMR PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS Y DE AFICIONADOS POR SATÉLITE 27	
CAPÍTULO 5 – CUESTIONES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS 29	
CAPÍTULO 6 – RECOMENDACIONES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS..... 31	
CAPÍTULO 7 – INFORMES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS 35	
CAPÍTULO 8 – OTROS MANUALES Y RECOMENDACIONES PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS 37	

CAPÍTULO 1

LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS

1.1 Contexto histórico

El servicio de aficionados es uno de los servicios de radiocomunicaciones más antiguos, anterior incluso a la reglamentación de las radiocomunicaciones. Hoy en día, el servicio de aficionados ocupa bandas relativamente estrechas dispersas en la totalidad del espectro radioeléctrico. Estas bandas presentan la gama íntegra de los mecanismos de propagación de las ondas radioeléctricas y, mediante la experimentación, los aficionados siguen contribuyendo a su comprensión.

1.2 Los servicios de aficionados en la actualidad

A lo largo de los años, los radioaficionados han realizado importantes contribuciones técnicas en los campos de la propagación de las ondas radioeléctricas y el diseño de antenas en una amplia gama de frecuencias, desde 135,7 kHz hasta 250 GHz y frecuencias superiores. Los equipos han evolucionado desde la telegrafía por onda continua, la modulación de amplitud, la telefonía analógica de banda lateral única y la modulación de frecuencia hasta los modos de voz digital, los sistemas de comunicación de datos, los protocolos de radiocomunicaciones digitales, la transmisión de imágenes y vídeo, los satélites de comunicaciones y las técnicas de radiocomunicaciones definidas por *software*.

Se han desarrollado nuevos protocolos de comunicación que utilizan datos estructurados y técnicas sólidas de corrección de errores en recepción, así como sofisticados procesos de correlación, que garantizan una comunicación fiable con relaciones señal-ruido muy bajas. Estos sistemas han permitido el uso de trayectos de comunicación a los que, de otro modo, hubiera sido imposible acceder.

El radioaficionado continúa desempeñando un papel importante en las comunicaciones en caso de catástrofe. Tiene la capacidad única de proporcionar servicios de radiocomunicaciones independientemente de la red telefónica, de Internet, de otros servicios de radiocomunicaciones y de las redes eléctricas nacionales, en particular, durante los primeros días después de una catástrofe y antes de que los organismos de socorro lleguen al lugar de los hechos y monten sistemas de telecomunicaciones para casos de emergencia.

1.3 Interacciones normativas

Los servicios de aficionados y de aficionados por satélite vienen definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones y se explotan en virtud de acuerdos nacionales de concesión de licencias. Por tanto, los representantes de dichos servicios suelen interactuar con diversos organismos reguladores a escala mundial, regional y nacional.

La Unión Internacional de Radioaficionados (IARU), fundada en París en 1925, es la federación de las asociaciones nacionales de radioaficionados que existen en numerosos países. Representa a los servicios de aficionados y de aficionados por satélite en la UIT y en las organizaciones de telecomunicaciones regionales.

En calidad de organización mundial, la IARU es miembro de los Sectores de Radiocomunicaciones (UIT-R) y de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D) de la UIT. Como tal, la IARU participa en las reuniones de diversos Grupos de Trabajo del UIT-R, en las Asambleas de Radiocomunicaciones y en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones.

A nivel regional, varias organizaciones que representan a grupos de radioaficionados han suscrito memorandos de entendimiento con organizaciones regionales de telecomunicaciones competentes y participan en debates relacionados con los servicios de aficionados y de aficionados por satélite:

- Región 1 de la UIT:
 - la IARU (Región 1) participa en debates del ASMG, la UAT, la CEPT y la CRC;
 - la Organización Europea de Radioaficionados (EURAO) ejerce las veces de observadora en la CEPT (y es Miembro de Sector del UIT-R).
- Región 2 de la UIT: la IARU (Región 2) participa en debates de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL).
- Región 3 de la UIT: la IARU (Región 3) participa en debates de la APT.

A nivel nacional, existen numerosas asociaciones nacionales de radioaficionados que participan en debates sobre temas reglamentarios y de explotación, que revisten interés para los servicios de aficionados de sus países. Muchos países permiten que representantes de asociaciones nacionales de aficionados participen en los debates del UIT-R mediante su integración en las delegaciones nacionales que envían a las reuniones del UIT-R.

1.4 Formación

Uno de los objetivos fundamentales de los servicios de aficionados es la autoformación; de hecho, para obtener la licencia correspondiente, todos los operadores del servicio de aficionados tienen que demostrar un cierto nivel de competencia técnica y reglamentaria mediante un proceso de examen nacional, tal y como se describe en la Recomendación UIT-R M.1544.

Algunas sociedades de radioaficionados nacionales han diseñado uno o más cursos de formación y han elaborado publicaciones destinadas a personas que se están preparando para realizar los exámenes que les permitan obtener la licencia de radioaficionado. El material de formación suele abarcar los aspectos técnicos y reglamentarios de las radiocomunicaciones, con el objetivo de que el operador pueda utilizar su estación para comunicarse de manera eficaz y sin causar interferencia a otros servicios. Algunas sociedades nacionales también ofrecen cursos de formación continuos en una cierta variedad de temas, incluidos los cursos sobre preparación para casos de emergencia.

Los radioaficionados pueden planificar, diseñar, construir, explotar y mantener estaciones de radiocomunicaciones completas, lo que contribuye al desarrollo de los recursos humanos en el ámbito de las telecomunicaciones a escala nacional.

La formación de jóvenes en el campo de la tecnología de radiocomunicaciones y la aplicación de tecnologías y técnicas propias de los radioaficionados constituyen medidas ideales para promover experiencias educativas en materia de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM) en las aulas.

1.5 Reconocimiento mutuo de las licencias de radioaficionado

Al igual que para todos los demás servicios de radiocomunicaciones, el funcionamiento de las estaciones de aficionados está sujeto a la autorización de la administración del país en que se explotan. Dicha autorización suele denominarse «licencia». En virtud del número **25.6** del RR, todas las personas interesadas en obtener dicha autorización deben demostrar sus cualificaciones operativas y técnicas.

A tenor del número **25.9B** del RR, una administración puede determinar si permite o no a una persona, a quien otra administración le ha concedido una licencia para operar una estación de aficionado, operar una estación de aficionado mientras se encuentre temporalmente en su territorio.

Existen diversos tipos de autorizaciones de explotación:

- licencias de visitante emitidas por una administración contra la presentación de una licencia válida del país de origen del operador;
- acuerdos recíprocos entre administraciones nacionales y grupos regionales, véanse las Recomendaciones T/R 61-01, T/R 61-02 y ECC/REC(05)06 de la CEPT;
- el Permiso Internacional de Radioaficionado (IARP) de la Organización de Estados Americanos (OEA)/CITEL.

1.5.1 CEPT

Basándose en normas de concesión de licencias armonizadas, los miembros de la CEPT establecieron un sistema de reconocimiento mutuo de licencias de radioaficionado.

En el siguiente cuadro se enumeran los diferentes regímenes de concesión de licencias y los documentos pertinentes de la CEPT.

Clase de licencia	Requisitos de examen/programa	Reconocimiento recíproco/temporal de licencias
Íntegra	Recomendación T/R 61-02 (HAREC)	Recomendación T/R 61-01
Principiante (intermedio)	Informe 32 del ERC	Recomendación (05)06 del ECC
Nivel básico	Informe 89 del ECC	–

Estos documentos pueden consultarse en el sitio web de [productos de la CEPT](#).

Con arreglo a la Recomendación T/R 61-02 de la CEPT, se establece un Certificado armonizado del examen para radioaficionados (HAREC) que goza de reconocimiento mutuo. Este documento acredita la superación de un examen de radioaficionados adaptado al programa de examen del HAREC. Además, facilita la expedición de una licencia individual a los radioaficionados tanto en su país de origen como en otros países, para estancias superiores a las previstas en la Recomendación T/R 61-01 de la CEPT (ya que esta última se limita a visitas temporales). Del mismo modo, facilita la expedición de una licencia individual a los radioaficionados que regresen a su país de origen y presenten el certificado HAREC expedido por una administración extranjera.

En el Informe 32 del ERC se detalla el programa de examen para radioaficionados principiantes como complemento a la Recomendación (05)06 del ECC, relativa a las licencias de radioaficionados principiantes de la CEPT, por la que también se rige el reconocimiento mutuo de las licencias de principiantes de la CEPT.

Toda administración ajena a la CEPT que desee adherirse al sistema de reconocimiento mutuo previsto en la Recomendación T/R 61-01, T/R 61-02 o ECC/REC(05)06 de la CEPT puede solicitarlo presentando una «declaración de conformidad». La aprobación definitiva de las solicitudes presentadas por administraciones ajenas a la CEPT está sujeta al acuerdo de las administraciones que integran dicha organización.

Debido al tiempo que necesitan las personas a fin de adquirir los conocimientos técnicos de alto nivel requeridos para obtener la licencia HAREC (véanse las Recomendaciones T/R 61-02 y T/R 61-01) y la licencia de principiante (véanse el Informe 32 del ERC y la Recomendación ECC/REC(05)06), la IARU ha presentado una propuesta encaminada al establecimiento de un examen menos exigente, que permita obtener una licencia de radioaficionado de «nivel básico». Diversas administraciones desean adoptar o están en fase de adopción de esta clase de licencia.

En el Informe 89 del ECC se describe una licencia europea de radioaficionado de tercer nivel análoga, que se denomina ENTRY-CLASS, el programa de examen, el proceso de solicitud y el proceso administrativo correspondiente. Las administraciones no están obligadas a adoptar todos estos niveles de licencias. En función de las circunstancias nacionales, las administraciones pueden optar por implantar uno, dos o los tres niveles. Actualmente, la licencia de nivel básico no es susceptible de reconocimiento mutuo.

1.5.2 Permiso de Radioaficionado Internacional (IARP) de la OEA

El IARP es un tratado interamericano establecido por la OEA para los Estados miembros de la CITELE. Este se firmó por primera vez en 1987, con el título de Convenio Interamericano sobre el Servicio de Aficionados («Convenio de Lima») y fue revisado por última vez en 2018. Gracias a este instrumento, los aficionados de los países signatarios de las Américas pueden operar en otros países signatarios de esa región sin necesidad de obtener una licencia o un permiso especial distinto al IARP.

1.6 Cualificaciones normalizadas del operador

En la Recomendación UIT-R M.1544 se establecen las calificaciones mínimas de los radioaficionados. En concreto, se definen los niveles mínimos de conocimientos operativos y técnicos que han de poseer los operadores del servicio de aficionados. Esta información resulta útil para las administraciones interesadas en comprobar las calificaciones de una persona que desee explotar una estación en el marco del servicio de aficionados.

Algunos países han desarrollado su propio programa de estudios, así como un conjunto de preguntas de examen. Las sociedades nacionales son conscientes de los sistemas utilizados en otros países y hay una tendencia hacia la uniformidad de los métodos; sin embargo, estas actividades no competen al UIT-R.

1.7 Tipos de licencias de radioaficionado

Todos los operadores radioaficionados gozan de autorización, mediante licencia nacional, para transmitir en las bandas atribuidas a los servicios de aficionados y de aficionados por satélite, con arreglo a sus normativas nacionales. Aunque las circunstancias pueden variar según el país, existen al menos dos tipos de procedimientos de concesión de licencias:

- una vez que el operador ha superado el examen nacional, se le concede una licencia para transmitir, que se conoce como licencia de operador o de clase;
- una vez que el operador ha superado el examen nacional, obtiene un certificado de operador y, a continuación, puede solicitar la licencia de estación o de equipo para transmitir.

La licencia de operador o de clase es un permiso concedido a una persona para explotar una estación de aficionado. Algunas administraciones prefieren limitar su validez a un número específico de años, mientras que otras expiden licencias de operador vitalicias. Las licencias de estación o de equipo suelen expedirse por un número determinado de años, con el objetivo de que las administraciones puedan mantener una base de datos actualizada de las estaciones de aficionados.

Dicho esto, la situación difiere ligeramente en algunas administraciones, en cuyo marco no se conceden licencias de aficionado como tal. En su lugar, el solicitante debe obtener, mediante examen, un certificado de competencia como radioaficionado. A continuación, se le puede asignar un indicativo de llamada, adjunto a dicho certificado. Este tipo de autorización puede concederse por un número específico de años o de forma vitalicia.

1.7.1 Licencia de radioaficionado individual

Las licencias de radioaficionado se emiten a operadores individuales tras superar con éxito un examen. Los privilegios que concede una licencia no pueden transferirse a otras personas, pero un radioaficionado con licencia puede, a reserva de lo previsto en la normativa nacional, permitir que otra persona explote su estación de aficionado bajo supervisión, siempre que el titular de la licencia tenga el control directo de las transmisiones.

1.7.2 Club de estaciones

Las administraciones pueden emitir licencias de club de estaciones a una organización de radioaficionados. Normalmente, la licencia se emite a un depositario, que es un operador con licencia y se encarga del funcionamiento adecuado del club de estaciones. Estas estaciones son especialmente interesantes a efectos educativos.

El ejemplo más destacado de club de estaciones es el Club Internacional de Radioaficionados (IARC), que utiliza el distintivo de llamada 4U1ITU y está situado en las instalaciones de la UIT. Está disponible para su utilización por los delegados de la UIT con licencia de radioaficionado tras la emisión de una licencia de visitante.

1.7.3 Estaciones de eventos especiales

Algunas administraciones emiten licencias temporales o autorizan de otro modo a las estaciones para eventos especiales, tales como la conmemoración de un aniversario nacional. Estas licencias pueden emitirse a una persona o a un club.

1.7.4 Repetidores y balizas

Los repetidores y las balizas son dispositivos auxiliares a los que recurre la comunidad de operadores aficionados en muchos países. Normalmente, su objetivo es ampliar el alcance de las comunicaciones dentro de una zona geográfica. Los repetidores de voz retransmiten tráfico de voz analógico y digital en banda estrecha tras activarse con una señal en la frecuencia de entrada. Algunos repetidores de voz pueden reproducir la señal de entrada para permitir que el operador compruebe la calidad de su señal. Las estaciones repetidoras de datos y de televisión de aficionados (TVA) transmiten señales de aficionados de mayor ancho de banda, y las estaciones repetidoras de TVA pueden transmitir señales de prueba si ninguna estación de usuario está accediendo a ellas por el canal de entrada. Todas las estaciones repetidoras transmiten regularmente el distintivo de llamada y, en ocasiones, otra información.

Los repetidores explotan casi todas las bandas de frecuencias por encima de 29 MHz que están atribuidas al servicio de aficionados. Algunos repetidores funcionan en «bandas cruzadas», es decir, reciben en una banda de frecuencias y emiten en otra.

Además, cada vez es más habitual que los repetidores individuales se conecten formando una red de repetidores. En algunos casos, la red puede ofrecer cobertura nacional o incluso internacional. Algunas redes de repetidores admiten asimismo la conversión de protocolos (lo que a menudo se conoce como «transcodificación») a efectos de la intercomunicación entre distintos modos; por ejemplo, algunos sistemas convierten la voz analógica en FM a voz digital y viceversa. De esta forma, se amplía la base de usuarios y se facilita una comunicación fluida entre tecnologías que, de otro modo, serían incompatibles.

Si el repetidor está instalado de forma permanente, la autoridad nacional le concederá una licencia para la ubicación, la frecuencia de funcionamiento y la potencia de salida designadas. La licencia y la responsabilidad de la explotación de la estación suelen recaer en un operador radioaficionado con licencia, conocido como el «responsable» de la instalación. Por otro lado, existen sistemas de repetidores portátiles, que pueden desplegarse para su uso temporal en eventos comunitarios o para brindar apoyo a operaciones de socorro en casos de catástrofe o emergencia.

Las balizas de propagación suelen estar diseñadas para funcionar de forma continua y su objetivo es transmitir un mensaje breve y repetitivo utilizando modulación por manipulación encendido-apagado o una señal FSK en banda estrecha con el identificador de llamada y la información relativa a la ubicación. Las balizas indican la existencia de trayectos de propagación que pueden ser adecuados para comunicaciones a mayor distancia. Las balizas pueden ser autónomas o formar parte de una red sincronizada en el tiempo, facilitando esto último la advertencia anticipada de condiciones de propagación mejoradas. Todas las balizas cuentan con una licencia expedida por la autoridad nacional competente en virtud de la normativa del país.

1.8 Características técnicas de las estaciones

El número **25.7** del RR indica que «las administraciones interesadas fijarán la potencia máxima de las estaciones de aficionado». Aunque la forma de regular la potencia del transmisor varía entre las administraciones, normalmente se especifica como la potencia de salida en la cresta de la envolvente (también denominada PX o pX). La máxima potencia generalmente se ajusta entre 26 dBW y 33 dBW para los operadores más cualificados, estableciendo unos límites inferiores para ciertas bandas de frecuencias y clases de licencia de operador. En la versión más reciente de la Recomendación UIT-R M.1732 se facilita información sobre las características típicas de las estaciones de aficionados en toda la gama de bandas de frecuencias atribuidas a los servicios de aficionados y de aficionados por satélite.

CAPÍTULO 2

SERVICIOS DE AFICIONADOS

2.1 Aplicaciones de bandas atribuidas al servicio de aficionados

En los siguientes cuadros se describen aplicaciones típicas de bandas de frecuencias disponibles para el servicio de aficionados. Véase en el Artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones la categoría específica de la atribución en cada banda. Para atribuciones concretas consúltese la reglamentación nacional, puesto que puede variar de un país a otro.

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (kHz) (R = Región)	Aplicación
2 200 m	135,7-137,8 (secundario) Las restricciones geográficas se indican en los números 5.67A y 5.67B del RR	La propagación en esta banda permite comunicaciones de corto alcance durante las horas diurnas y comunicaciones de mayor alcance a través de la refracción ionosférica durante la noche, cuando se debilita la absorción de la capa D. La potencia de salida se limita a 1 W de p.i.r.e., que es suficiente para las transmisiones transcontinentales y transoceánicas por la noche.
630 m	472-479 (secundario) Las restricciones geográficas y técnicas se indican en los números 5.82 , 5.80A y 5.80B del RR	La propagación en esta banda permite comunicaciones de corto alcance durante las horas diurnas y comunicaciones de mayor alcance a través de la refracción ionosférica durante la noche, cuando se debilita la absorción de la capa D. La potencia de salida se limita a 1 W o 5 W de p.i.r.e., dependiendo del emplazamiento de la estación (véanse los números 5.80A y 5.80B del RR).
160 m	1 810-1 850 R1 (utilización a título igualmente primario con otros servicios) Números 5.98 , 5.99 , 5.100 , 5.101 y 5.103 del RR	Las características de propagación de esta banda permiten comunicaciones de corto alcance durante las horas diurnas y comunicaciones de medio y gran alcance en las horas nocturnas. Esta banda es especialmente útil durante los episodios de valores mínimos de las manchas solares cuando la máxima frecuencia utilizable (MUF) se encuentra por debajo de 3 500 kHz.
	1 800-1 850 R2	
	1 800-2 000 R2, R3 (utilización a título igualmente primario con otros servicios) Números 5.96 y 5.102 del RR	
80 m	3 500-3 800 R1 (utilización a título igualmente primario con otros servicios) Número 5.92 del RR	Esta banda se utiliza para establecer contactos a distancias de hasta 500 km durante el día y a distancias de 2 000 km o más durante la noche. Es intensamente utilizada por las comunicaciones de emergencia.
80 m	3 500-3 750 R2 (primario) Número 5.119 del RR	
	3 500-3 900 R3 (utilización a título igualmente primario con otros servicios)	
	3 750-4 000 R2 (utilización a título igualmente primario con otros servicios) Números 5.122 y 5.125 del RR	

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (kHz) (R = Región)	Aplicación
60 m	5 351,5-5 366,5 (secundario) Número 5.133B del RR	La p.i.r.e. de las estaciones de aficionados está limitada a 15 W o 25 W de conformidad con el número 5.133B del RR, si bien algunos países permiten potencias superiores. Esta banda presenta unas características de propagación por onda ionosférica con incidencia casi vertical muy buenas.
40 m	7 000-7 200 R1, R3 (primario) Números 5.40 , 5.141 , 5.141A , 5.142 del RR	La banda de 7 MHz es muy utilizada las 24 horas del día, todos los días. Durante las horas diurnas la banda cursa la mayoría de las comunicaciones de aficionados por onda ionosférica a distancias inferiores a 1 300 km.
	7 000-7 300 R2 (primario) Número 5.142 del RR	
30 m	10 100-10 150 (secundario)	Esta banda se usa las 24 horas del día y actúa como puente entre las bandas de 7 MHz y 14 MHz.
20 m	14 000-14 250 (primario)	Se trata de la banda más popular para comunicaciones internacionales.
	14 250-14 350 (las condiciones de utilización a título igualmente primario con otros servicios en un cierto número de países aparecen en el número 5.152 del RR)	
17 m	18 068-18 168 (las condiciones de utilización a título igualmente primario con otros servicios en un cierto número de países aparecen en el número 5.154 del RR)	La banda se utiliza como alternativa a la banda de 14 MHz, que a menudo está congestionada por el tráfico.
15 m	21 000-21 450 (primario)	Estas bandas se emplean especialmente durante las horas diurnas y cuando la actividad solar es elevada.
12 m	24 890-24 990 (primario)	
10 m	28 000-29 700 (primario)	
6 m	50-52 R1 Números 5.166A , 5.166B , 5.166C , 5.166D , 5.166E , 5.169 , 5.169A y 5.169B del RR	Esta banda se utiliza para comunicaciones locales en todo instante, mediante repetidores. La banda puede emplearse igualmente en ocasiones para establecer comunicaciones a escala mundial por onda ionosférica, dispersión troposférica, Tierra-Luna-Tierra (EME), reflexión esporádica en la capa E de la ionosfera (Es) y dispersión por estelas ionizadas de meteoros (MS). En algunos países, parte de la banda de frecuencias 50-52 MHz también puede utilizarse para el telemando de objetos, tales como maquetas, por radioaficionados.
	50-54 (primario) R2, R3 (las restricciones geográficas se indican en los números 5.162A , 5.167 , 5.167A , 5.158 y 5.170 del RR)	

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (MHz) (R = Región)	Aplicación
2 m	144-146 (primario) Número 5.216 del RR	Esta banda es intensamente utilizada en todo el mundo para comunicaciones de corto alcance, incluido el uso de repetidores. La banda es muy utilizada para comunicaciones EME empleando técnicas de modulación analógica y digital, para diferentes tipos de propagación de ondas radioeléctricas – dispersión troposférica y superrefracción (TROPO), dispersión por irregularidades alineadas con el campo geomagnético (FAI) en la capa más baja de la ionosfera, dispersión por las estelas ionizadas de los meteoros y dispersión ionosférica en las regiones circumpolares durante las tormentas polares, haciendo posible la comunicación, mediante técnicas de modulación analógica y digital, a distancias de hasta 2 000-3 000 km. Esta banda es ampliamente utilizada para comunicaciones locales en casos de catástrofe. También se usa para establecer contacto con los repetidores a bordo de satélites de aficionados.
	144-148 R2, R3 (las condiciones de utilización a título igualmente primario con otros servicios en un cierto número de países aparecen en el número 5.217 del RR)	
1,25 m	220-225 R2 (primario)	Cuando se atribuye, esta banda sirve como alternativa a la banda de 144 MHz para comunicaciones de corto alcance.
70 cm	430-440 (utilización a título igualmente primario con otros servicios en la R1 y en algunos países de la R2, y a título secundario en la R3) Números 5.138, 5.271, 5.272, 5.273, 5.274, 5.275, 5.276, 5.277, 5.278, 5.279A, 5.280, 5.281, 5.282 y 5.283 del RR	Esta banda se emplea para comunicaciones de corto alcance incluidos los repetidores para televisión de aficionados analógica y digital. También se utiliza para comunicaciones EME empleando técnicas de modulación analógica y digital. La dispersión troposférica y la TROPO hacen posible establecer contacto a distancias de hasta 2 000 km. También se usa para establecer contacto con los repetidores a bordo de satélites de aficionados.
	420-430 y 440-450 en varios países R2, R3 a título secundario Número 5.270 del RR	
33 cm	902-928 R2 (secundario) Número 5.150 del RR	Esta banda está atribuida al servicio de aficionados sólo en la Región 2.
23 cm	1 240-1 300 (secundario) Números 5.282 y 5.332A del RR	Esta banda se utiliza para comunicaciones que emplean técnicas de modulación analógica y digital, así como para televisión digital y redes de repetidores. La dispersión troposférica y la TROPO hacen posible establecer comunicaciones a distancias superiores a 1 000 km. Esta banda es la más popular para las comunicaciones EME que utilizan técnicas de modulación analógica y digital. Además, esta banda se emplea para contactos a bordo de satélites de aficionados (únicamente en sentido Tierra-espacio). En algunos países, la p.i.r.e. y el ancho de banda de transmisión están sujetos a restricciones.
13 cm	2 300-2 450 (secundario)	Esta banda se emplea para las comunicaciones de banda estrecha de datos y de televisión y para la experimentación. También se utiliza para las comunicaciones EME y para establecer contacto utilizando repetidores a bordo de satélites de aficionados.
9 cm	3 300-3 500 R2, R3 (secundario)	Estas bandas se utilizan para comunicaciones de banda estrecha, enlaces de datos y comunicaciones EME utilizando técnicas de modulación analógica y digital.
5 cm	5 650-5 850 R1, R3 5 650-5 925 R2 (secundario en las tres regiones)	

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (GHz)	Aplicación
3 cm	10-10,5 (secundario)	Esta banda se utiliza para comunicaciones de banda estrecha, comunicaciones de banda amplia de corto alcance, televisión (incluidos los repetidores) y comunicaciones EME utilizando técnicas de modulación analógica y digital. En el marco del servicio de aficionados por satélite, esta banda también se utiliza para establecer contactos mediante el uso de transpondedores a bordo de satélites de aficionados. Además, algunas condiciones de propagación tales como TROPO y DISPERSIÓN POR LLUVIA pueden favorecer comunicaciones a distancias superiores a 1 000 km. Es la banda más popular por encima de 1,3 GHz.
1,2 cm	24-24,05 (primario)	Esta bandas (a 24 GHz, 47 GHz y 76 GHz) son ampliamente utilizadas para comunicaciones de banda estrecha, comunicaciones de banda amplia de corto alcance (televisión digital) y experimentación, así como para comunicaciones EME. Parte de esta banda también está disponible para el servicio de aficionados por satélite.
	24,05-24,25 (secundario) Número 5.150 del RR	
6 mm	47-47,2 (primario)	Esta banda también está disponible para el servicio de aficionados por satélite.
4 mm	76-77,5 (secundario)	Estas bandas también están disponibles para el servicio de aficionados por satélite.
	77,5-78 (primario)	
	78-81 (secundario)	
2,5 mm	122,25-123 (secundario)	Las bandas a 122 GHz y frecuencias superiores se utilizan principalmente con fines de comunicación y experimentación.
2 mm	134-136 (primario)	Esta banda también está disponible para el servicio de aficionados por satélite.
1 mm	136-141 (secundario)	Estas bandas también están disponibles para el servicio de aficionados por satélite.
	241-248 (secundario)	
	248-250 (primario)	

NOTA – Algunas administraciones permiten la experimentación a los aficionados en frecuencias por encima de 275 GHz, en coherencia con el número **5.565** del RR (CMR-12).

2.2 Planes de bandas para radioaficionados

Las atribuciones de bandas de frecuencias a los servicios de aficionados y de aficionados por satélite las realiza la UIT y quedan reflejadas en la reglamentación nacional. Las aplicaciones específicas para partes de estas atribuciones se recomiendan mediante «planes de bandas» establecidos por la IARU. Dadas las diferencias existentes en términos de atribuciones y usos, cada región de la IARU elabora un plan de bandas regional que detalla la utilización de las frecuencias y se armoniza entre regiones, de ser posible y necesario para las comunicaciones interregionales. Estos planes de bandas se adoptan a título orientativo y es posible que deban adaptarse para tener en cuenta las variaciones en la reglamentación de cada país de la región. Por este motivo, algunas sociedades nacionales desarrollan planes de bandas nacionales que cumplen la reglamentación nacional y son compatibles en la medida de lo posible con el plan de bandas regional. Estos planes de bandas no son vinculantes en todos los casos, ya que no forman parte de las normativas nacionales; sin embargo, los radioaficionados los respetan de forma voluntaria, pues en ellos se identifican segmentos de bandas utilizados para diferentes aplicaciones, lo que permite las comunicaciones y minimiza las interferencias mutuas.

2.3 Operaciones del servicio de aficionados y formación del operador

2.3.1 Operaciones típicas

Las operaciones típicas del servicio de aficionados consisten en establecer contactos entre dos o más estaciones de aficionado que, como señala el número **1.56** del RR, «tienen por objeto la instrucción individual, la intercomunicación y los estudios técnicos efectuados por aficionados».

Entre estas operaciones figura el diálogo entre operadores sobre una variedad de temas incluidos los debates técnicos. Se fomenta la competición entre estaciones y se celebran numerosos concursos para demostrar el nivel de destreza, desafiar a los operadores y elevar su nivel de competencia, demostrar y poner a prueba las capacidades de la estación de aficionado y conmemorar eventos especiales.

Las operaciones suelen llevarse a cabo desde una estación situada en el domicilio del operador aficionado, no obstante, también pueden ejecutarse desde un emplazamiento portátil temporal o un vehículo, barco o avión. Los operadores aficionados que residen en zonas urbanas y residenciales y que podrían estar sujetos a restricciones o limitaciones técnicas, especialmente en lo que respecta a las antenas, pueden asimismo recurrir a estaciones de transmisión y recepción remotas, a las que se accede a través de Internet. Los desafíos técnicos que plantean la instalación y explotación de una estación controlada a distancia son considerables y suscitan cuestiones normativas de alcance nacional, como pueden ser el nivel de licencia necesario para explotar una estación remota y el tratamiento que ha de darse a una estación remota situada en un país y explotada por un aficionado desde otro país.

2.3.2 Actividades de explotación

Los radioaficionados utilizan sus estaciones en una amplia variedad de modos de funcionamiento. Los aficionados suelen pasar mucho tiempo escuchando otras estaciones de aficionados y estableciendo un contacto bidireccional (conocido como «QSO» – un código Q quiere decir «Puedo comunicarme con...»), véase la Recomendación UIT-R M.1172). Pueden incorporarse al contacto y tomar parte en la conversación en curso. Los contactos pueden durar hasta una hora pero generalmente son muy breves, simplemente un intercambio de distintivos de llamada, informes de señal, nombres y emplazamientos. Los contactos breves son comunes en las estaciones de aficionados que funcionan desde emplazamientos (países o prefijos de distintivo de llamada) que raramente están en el aire.

La base de muchos contactos es la llamada «CQ» (que significa «Llamada general a todas las estaciones»), por la que se invita a cualquier otra estación a responder. Si en un contacto están implicadas más de dos estaciones, puede llamarse una «mesa redonda» o «red». Las estaciones participantes suelen compartir un interés común. Un contacto de grupo efectuado regularmente (el mismo día de la semana, a la misma hora y con la misma frecuencia) se denomina una «red». Las redes pueden crearse con fines más formales, tales como el intercambio de mensajes relativos a emergencias e información sobre salud y bienestar, así como sobre las condiciones meteorológicas, entre otras cuestiones.

2.3.3 Radiodeporte

Radiodeporte es el término empleado para describir una variedad de actividades competitivas de los radioaficionados. Algunas están patrocinadas por la IARU, otras por sociedades nacionales de radioaficionados o revistas de radioaficionados, y unas cuantas tienen su origen en programas deportivos patrocinados por el estado. Estas actividades están sujetas a reglas formales publicadas por los patrocinadores, cuentan con sistemas de medición para calibrar la pericia y los logros de los radioaficionados y, normalmente, comprenden la publicación de los resultados obtenidos y la entrega de premios y trofeos. En las siguientes secciones se abordan distintos aspectos del radiodeporte.

2.3.3.1 Concurso

El concurso es una actividad competitiva que normalmente supone un intento para alcanzar un objetivo, por ejemplo, establecer contacto con el mayor número de estaciones de aficionado posible durante un determinado periodo de tiempo en ciertas bandas de frecuencias y dentro de unas zonas geográficas especificadas. Estos concursos se programan a lo largo de todo el año, especialmente durante los fines de semana.

2.3.3.2 Programas de premios

Existen numerosos programas de premios para operadores aficionados, que suelen fomentar la actividad física y los viajes. A continuación, se enumeran algunos de los premios más populares a los que pueden optar los operadores aficionados.

En reconocimiento a las comunicaciones internacionales de radioaficionados bidireccionales, la IARU emite un certificado de funcionamiento en todos los continentes (*Worked-All-Continents* (WAC)) a las estaciones de radioaficionados del mundo. La cualificación para el reconocimiento WAC se basa en una comprobación realizada por la Secretaría Internacional de la IARU, o por una sociedad miembro de esta última, de las tarjetas QSL que el solicitante ha recibido de otras estaciones de aficionados para confirmar un contacto de radio en cada uno de los seis continentes. Las tarjetas QSL pueden presentarse en formato físico o electrónico.

DXCC es un reconocimiento emitido por la American Radio Relay League (ARRL) como prueba de que una estación ha establecido contacto con estaciones de al menos 100 países distintos.

Islas en el aire o «Islands on the Air» (IOTA), patrocinado por la Sociedad de Radio de Gran Bretaña (RSGB), tiene por objeto alentar los contactos con estaciones de aficionados en islas de todo el mundo.

Una actividad cada vez más popular son las cumbres en el aire o «Summits on the Air» (SOTA), las cuales combinan actividades al aire libre con la explotación de estaciones portátiles en ciertos emplazamientos elevados. Los parques en el aire o «Parks on the Air» (POTA) animan a los operadores radioaficionados que disfrutan del aire libre a combinar sus intereses emitiendo desde parques locales, estatales o nacionales de todo el mundo.

Muchas sociedades nacionales de radioaficionados emiten certificados o diplomas por haber establecido contacto con un cierto número de estaciones de aficionados en sus territorios bajo condiciones específicas.

También se pueden obtener premios gracias a actividades que revisten un interés especial, como la comunicación televisiva bidireccional o las comunicaciones en bandas de microondas y ondas milimétricas. A menudo, estos premios son gestionados por grupos nacionales especializados.

2.3.3.3 DXpediciones

Las expediciones DX (que significa «larga distancia»), o DXpediciones, se organizan a países o lugares remotos con pocas o ninguna estación de aficionado en funcionamiento regular. Estas expediciones proporcionan a las estaciones de aficionados la oportunidad de establecer contacto con estos emplazamientos raros e intercambiar tarjetas QSL físicas o electrónicas como demostración de que ha habido contacto.

2.3.3.4 Radiogoniometría con radioaficionados

La radiogoniometría con radioaficionados (ARDF), denominada a veces «orientación», «caza de conejos» o «caza de zorros», es una carrera limitada en el tiempo para demostrar las habilidades en la búsqueda y localización de transmisores de radio. Se utilizan normalmente las bandas del servicio de aficionados de 3,5 MHz y 144 MHz. En un cierto número de países que funcionan bajo las reglas de la IARU se llevan a cabo actividades anuales de ARDF. La IARU patrocina campeonatos a escala regional y mundial.

2.3.3.5 Telegrafía de alta velocidad

La telegrafía de alta velocidad (HST) reta a los operadores a recibir y enviar correctamente códigos morse a la mayor velocidad posible. La IARU organiza competiciones internacionales.

2.3.3.6 Actividades juveniles

Existen diversos eventos destinados a crear interés y fomentar el desarrollo de competencias en los aspectos técnicos de las radiocomunicaciones a través de los servicios de aficionados y de aficionados por satélite. Las asambleas generales en el aire o «Jamboree On The Air» (JOTA) constituyen una iniciativa del movimiento *scout* internacional, cuyo objetivo es brindar a los *scouts* formación básica en electrónica y comunicaciones para que desarrollen competencias en el ámbito de las radiocomunicaciones. Durante los eventos JOTA, los *scouts* pueden vivir de primera mano la radioafición visitando estaciones de aficionados y comunicándose con otras estaciones JOTA. Los eventos JOTA se celebran en muchos países con una periodicidad anual y, en ellos, se da a conocer la radioafición como actividad recreativa y se proporcionan conocimientos básicos sobre el modo en que la tecnología y las competencias adquiridas pueden utilizarse para ayudar a la comunidad en momentos de necesidad.

Entre las actividades juveniles figura asimismo la iniciativa jóvenes en el aire o «Youngsters On The Air» (YOTA). Los integrantes de esta iniciativa son un grupo de jóvenes radioaficionados de la Región 1 de la UIT, que está creciendo rápidamente. Su objetivo es conseguir que más jóvenes se interesen por la radioafición y que la comunidad de radioaficionados crezca. Cada verano, numerosos jóvenes se reúnen en un país determinado de la Región 1 de la UIT para pasar una semana intercambiando ideas y experiencias. En estos campamentos de verano, los jóvenes aprenden a organizar actividades juveniles en sus propios países, por ejemplo, exposiciones en colegios, campamentos más pequeños para jóvenes, etc. También se celebran concursos juveniles por equipos, se crean indicativos especiales y se llevan a cabo muchas más actividades. Las iniciativas YOTA se han extendido a las Regiones 2 y 3 de la UIT.

Estas actividades también podrían despertar un interés profesional futuro, que incitase a los jóvenes a formarse y buscar empleo en el ámbito de las radiocomunicaciones profesionales.

2.4 Cometido del servicio de aficionados en las telecomunicaciones de emergencia

La amplia gama de actividades y las habilidades de los operadores radioaficionados hacen del servicio de aficionados un activo de gran valor en las telecomunicaciones de emergencia. Existe un gran número de estaciones de aficionados operacionales en casi todos los países del mundo, lo que proporciona una red robusta independiente de cualquier otra. En muchos casos esta red ha proporcionado el primer, y a veces el único, enlace al exterior de la zona afectada por una catástrofe. El servicio de aficionados cuenta con programas de formación y ejercicios de simulación de emergencia desarrollados por algunas de las sociedades nacionales de radioaficionados.

Entre las situaciones típicas en las que el servicio de aficionados puede complementar a las comunicaciones de emergencia pueden citarse:

- Las *alertas de emergencia inicial* pueden proceder de estaciones de aficionados individuales para señalar un incidente a la atención de los servicios de emergencia institucionales competentes.
- En las *operaciones de búsqueda y salvamento*, las estaciones de aficionado pueden reforzar a los equipos profesionales aumentando sus capacidades de comunicación e informando sobre el incidente.
- Los *hospitales* y los establecimientos similares pueden quedarse sin comunicaciones tras una catástrofe. Los grupos de emergencia de radioaficionados locales están preparados de antemano para prestar la debida asistencia.
- La *fuga de materiales peligrosos* y otros incidentes pueden exigir la evacuación de los residentes y la coordinación entre el lugar donde se ha producido la catástrofe y los emplazamientos o refugios de evacuación. Puede solicitarse a las estaciones de aficionados de emergencia que establezcan comunicaciones con tales instituciones.
- Constituyen un *recurso adicional para los servicios de emergencia* a efectos de la prestación de asistencia en grandes eventos públicos, como eventos deportivos o lúdicos.

2.4.1 Redes de aficionados disponibles para telecomunicaciones de emergencia

2.4.1.1 Redes de corto alcance

Las redes de aficionados de corto alcance proporcionan comunicaciones operacionales o tácticas en el lugar donde se ha producido la catástrofe y en las zonas circundantes. Pueden incluir equipos fijos, móviles y nómadas que normalmente utilizan las frecuencias de las bandas 50-54 MHz, 144-148 MHz y 420-450 MHz, aunque cabe señalar que existen diferencias a nivel regional y nacional en estas gamas de frecuencias, incluidas otras bandas de frecuencias de ondas métricas y decimétricas como las bandas 220-225 MHz, 902-928 MHz (ambas únicamente en la Región 2) y superiores.

Las estaciones repetidoras se utilizan para ampliar la gama de comunicaciones. Situadas en posiciones elevadas, permiten la comunicación entre estaciones de aficionados fijas y móviles separadas por obstrucciones tales como montañas o edificios altos cuando funcionan en un entorno urbano. Una estación repetidora recibe en un canal y transmite en una frecuencia distinta, generalmente en la misma banda de frecuencias.

En situaciones de emergencia, el uso de sistemas multimedios explotados por aficionados y basados en equipos comerciales modificados es cada vez más frecuente, ya que estos permiten recurrir a aplicaciones con un mayor ancho de banda que resultan útiles para las actividades de socorro en caso de catástrofe. Véanse, por ejemplo, la red de datos de emergencia de radioaficionados (*Amateur Radio Emergency Data Network*, AREDN) y la red multimedios de alta velocidad de radioaficionados (*Highspeed Amateur Radio Multimedia NETWORK*, HAMNET).

La AREDN es una red de radiocomunicaciones en malla que explota atribuciones de frecuencias del servicio de aficionados (normalmente, por encima de 1 GHz) con velocidades de datos de hasta 54 Mbit/s. Su objetivo principal es proporcionar conectividad TCP/IP incluso en casos en los que falle el resto de la infraestructura de red.

Técnicamente, la AREDN constituye una mejora del *firmware* para dispositivos Wi-Fi y WISP (proveedores de servicios de Internet inalámbricos) basados en LINUX y sustituye al *firmware* de los fabricantes de dichos dispositivos. Uno de los principales casos de uso de la AREDN gira en torno al desarrollo de normas y servicios para comunicaciones de emergencia. La AREDN permite un alto rendimiento en la transmisión de datos, combinado con una configuración sencilla, gracias a una estructura TCP/IP normalizada. Además, actúa como una red doméstica local alámbrica y los servicios habituales, como pueden ser los de telefonía, correo electrónico, cámaras y servidores web, son relativamente fáciles de implementar.

Todos los nodos AREDN funcionan en la misma frecuencia. Solo en caso de que haya varios encaminadores de enlace en el mismo emplazamiento puede ser necesario configurar enlaces punto a punto individuales en frecuencias diferentes. La red está diseñada como una red *ad hoc*, lo que significa que todos los nodos pueden conectarse entre sí. Una lógica sofisticada permite encontrar conexiones entre diferentes nodos y evaluar la calidad de la conexión. Si se transmiten paquetes, se selecciona el mejor trayecto. Si falla parte del trayecto, se elige un trayecto alternativo.

HAMNET es una red IP radioeléctrica y alámbrica, desarrollada y explotada por aficionados. Esta actúa como una potente red troncal en favor de la infraestructura ya disponible en el marco del servicio de aficionados y permite conexiones IP entre estaciones de aficionados. La red gestiona otros servicios de radioaficionados, entre ellos EchoLink, WinLink2000, mensajería instantánea, VoIP, DATV, IP ATV y APRS. Además, en algunos países, ejerce las veces de fuente de alimentación para la red de radiocomunicaciones en malla AREDN. HAMNET es una red independiente de Internet, que interconecta estaciones repetidoras de radioaficionados, principalmente en la banda de 5 GHz, y se utiliza para intercambiar datos digitales (por ejemplo, para repetidores de voz digital). También está diseñada para cubrir ciertos aspectos relacionados con la explotación de las radiocomunicaciones en situaciones de emergencia (independencia de Internet y de la red eléctrica), así como varios procedimientos operativos experimentales. El protocolo de transmisión es TCP/IP y en los nodos correspondientes se utiliza *hardware* comercial de diversos proveedores. HAMNET ha sido concebida como una red cerrada; para poder acceder a ella desde Internet es preciso utilizar una pasarela.

HAMNET ha experimentado un enorme crecimiento en Europa, en particular en Alemania, donde operan varios cientos de nodos. Estos nodos conforman básicamente la columna vertebral de las diversas estaciones repetidoras de voz digital regionales y locales, lo que permite a los radioaficionados salvar grandes distancias desde estaciones fijas y móviles.

2.4.1.2 Redes de alcance medio

Las redes de aficionados de alcance medio por lo general proporcionan comunicaciones desde el lugar donde se ha producido la catástrofe hasta los centros administrativos y orgánicos situados fuera de la zona afectada, o con las sedes de los organismos ubicadas en países vecinos que realizan las correspondientes operaciones. También garantizan las comunicaciones con vehículos, barcos y aviones que se encuentran fuera de la cobertura de las redes de ondas métricas y decimétricas disponibles. Se pueden establecer comunicaciones a distancias medias de hasta 500 km mediante la propagación de ondas ionosféricas con incidencia casi vertical (NVIS) en las siguientes bandas de frecuencias: 1 800-2 000 kHz, 3 500-4 000 kHz, 5 351,5-5 366,5 kHz y 7 000-7 300 kHz, observando que existen diferencias regionales y nacionales en estas bandas.

Además, varias administraciones nacionales han designado frecuencias específicas (canales) en cuyo marco han dado prioridad al tráfico de emergencia de radioaficionados y a la formación conexas. En las distintas bandas de aficionados, existen diversas frecuencias específicas designadas para las comunicaciones de emergencia por la IARU. Se trata de un proceso de coordinación voluntario, cuyo objetivo es reducir la posibilidad de que otras estaciones de aficionados que utilicen las bandas en cuestión causen interferencia. Un ejemplo de ello es la red de vigilancia de huracanes (Hurricane Watch Net), un grupo de operadores radioaficionados con licencia, formados y organizados para proporcionar un apoyo esencial en el campo de las comunicaciones al Centro Nacional de Huracanes de Miami (Florida) en caso de emergencia por huracán. La misión principal de esta red es difundir información sobre ciclones tropicales a las comunidades insulares del Caribe, a América Central, a todo el litoral atlántico de los Estados Unidos de América y a todas las zonas costeras del Golfo de México. Cuando se activa, la red opera a 14 325 kHz (USB) durante el día y 7 268 kHz (LSB) durante la noche, en función de las condiciones de propagación e interferencia.

No obstante, todo el espectro de radioaficionados está disponible para brindar apoyo a las comunicaciones de emergencia de los aficionados.

2.4.1.3 Redes de largo alcance

Las redes de aficionados de largo alcance proporcionan comunicaciones con la sede de organismos internacionales que prestan socorro en caso de emergencias y catástrofes. Sirven de conexiones de reserva entre las oficinas de dichas instituciones en varios países o en diferentes continentes. Las estaciones de aficionado pueden establecer comunicaciones a larga distancia que normalmente superan los 500 km, utilizando la propagación por ondas ionosféricas en bandas que van desde los 3 500 kHz hasta los 29 700 kHz.

En algunos casos también se dispone de comunicaciones vía satélite para proporcionar cobertura regional y las estaciones de aficionados han utilizado satélites de aficionados en órbita terrestre baja y órbitas geoestacionarias para facilitar comunicaciones de emergencia. Al igual que en el caso anterior, se proponen ciertas frecuencias puntuales para el tráfico de comunicaciones de emergencia.

2.5 Sistemas de aficionados

A efectos de los estudios de compartición, las características genéricas de los sistemas de aficionados típicos aparecen documentadas en la última edición de la Recomendación UIT-R M.1732.

2.5.1 Sistemas de telegrafía y de datos

Código morse – De conformidad con la Recomendación UIT-R M.1677 el código morse internacional continúa utilizándose en el servicio de aficionados a pesar de que la CMR-03 suprimió del Artículo 25 del RR el requisito obligatorio de demostrar la pericia en morse. Algunas administraciones han discontinuado la utilización del morse y otras han mantenido un examen de cinco palabras por minuto para ciertas clases de licencias de aficionados. La telegrafía de código morse no requiere un equipo complejo y es un modo robusto capaz de funcionar con señales débiles en condiciones de propagación desfavorables.

Radioteletipo – Conocido como RTTY en el servicio de aficionados, este modo supone la existencia de teleimpresoras en cada extremo del circuito radioeléctrico. Continúa habiendo un funcionamiento RTTY con desplazamiento de frecuencia y arranque-parada a 45 baudios e impresión directa de banda estrecha (IDBE) utilizando una variante de la Recomendación UIT-R M.476 (conocida como AMTOR) en las bandas de ondas decamétricas del servicio de aficionados. La tendencia es hacia la sustitución de estos modos por sistemas con MDP de banda estrecha tales como MDP31 y varios modos de comunicaciones de datos.

PSK31 – PSK31 es un modo de comunicaciones digitales destinado al funcionamiento de teclado interactivo entre ordenadores personales con ayuda de un transceptor de aficionados en banda lateral única (BLU). Su velocidad de transmisión de datos es de 31,25 baudios (unas 30 palabras por minuto) y su símbolo de emisión es 60H0J2B. Se implementa haciendo uso de *software* escrito para tarjetas de sonido de ordenadores personales. Para obtener más información al respecto, sírvase consultar la Recomendación UIT-R M.2034.

PACTOR – PACTOR es un sistema de comunicaciones de datos adaptativo, que hace uso de diferentes métodos de modulación y codificación dependiendo de la calidad del canal. Si se utilizan técnicas de modulación MDPD y MAQ multinivel, así como de compresión de datos, su caudal efectivo puede alcanzar los 10 kbit/s.

MFSK – Es un sistema de comunicaciones de datos que utiliza modulación por desplazamiento de frecuencias multitono, lo que permite alcanzar velocidades de transmisión de datos de 3 kbit/s o más, en función del número de tonos utilizados.

PR – Las radiocomunicaciones por paquetes (PR) constituyen un método de comunicación digital del que disponen los radioaficionados para enviar datos en paquetes. Consiste en dividir los datos en paquetes pequeños, que luego se transmiten utilizando protocolos de la índole del AX.25, el cual permite detectar errores y retransmitir paquetes de datos dañados. Estos paquetes pueden retransmitirse a través de una red de estaciones denominadas «digipeaters» (repetidores digitales) con el fin de ampliar el alcance de la comunicación. A los efectos de las radiocomunicaciones por paquetes pueden utilizarse las bandas de radioaficionados de ondas decamétricas, métricas y decimétricas, y alcanzarse velocidades de transmisión de 300 bits/s y 9,6 kbit/s, como mínimo, dependiendo de la banda utilizada.

APRS – En el servicio de aficionados funciona un sistema de informe de posición automático (APRS). Las unidades móviles individuales obtienen sus emplazamientos mediante satélites de determinación de posición a nivel mundial e informan sobre el seguimiento, la correspondencia y los datos relacionados a las estaciones de aficionados a través de radiocomunicaciones de aficionados por paquetes en ondas decamétricas o métricas.

FT8 y otros modos de datos estructurados conexos: estos modos de comunicación han sido concebidos para funcionar a baja potencia y en canales con relaciones señal-ruido bajas. En ese sentido, reducen la cantidad de información transmitida al mínimo necesario para establecer contacto y aplican potentes técnicas de corrección de errores en recepción, con el objetivo de que los mensajes puedan reconstruirse correctamente aunque se produzca una pérdida significativa de datos. Esta tecnología está sustituyendo a la mayor parte de formas de comunicación de datos a baja velocidad en el marco del servicio de aficionados.

A medida que surgen nuevas tecnologías, se van desarrollando otros modos de comunicación de datos y técnicas de modulación. Por ejemplo, el protocolo LoRa, que utiliza tecnología de espectro ensanchado de impulso modulado, se revela especialmente prometedor para sustituir a los sistemas APRS basados en MDAF y para la telemedida por satélite.

2.5.2 Conexión de estaciones de aficionados a través de Internet

A fin de interconectar redes independientes del servicio de aficionados, se utilizan tecnologías de voz por IP e Internet. Con ello se pretende que distintas redes de repetidores de radioaficionados puedan conectarse allende el alcance normal de propagación de las radiofrecuencias utilizado por las redes. En todos los casos, el acceso a la conexión a Internet está restringido a los operadores aficionados con licencia. Se han desarrollado distintos métodos para establecer este tipo de interconexión, que se utilizan activamente:

WinLink 2000 – Este método permite una transferencia automática de mensajes entre Internet y las estaciones de aficionados remotas.

IRLP – El proyecto de enlace de radio Internet (IRLP) utiliza Voz sobre Protocolo Internet (VoIP) para la interconexión de las estaciones de aficionados mediante Internet.

EchoLink – EchoLink enlaza un ordenador personal a una estación de aficionado a través de Internet. Este es uno de los ejemplos más comunes de pasarela radio-Internet.

Además de las redes antes mencionadas, existen otras redes de comunicaciones de aficionados basadas en IP, que funcionan con independencia de Internet y que podrían facilitar las comunicaciones de emergencia. Véase la sección 2.4.1.1 *supra*.

2.5.3 Sistemas de telefonía

Para las transmisiones de voz se suele utilizar un ancho de banda de audio de 3 kHz o menos, aunque pueden emplearse anchos de banda más amplios si la banda lo permite. Se han adoptado amplias gamas de disposiciones a escala nacional para dar cabida a diversos usos, dado el carácter experimental de este servicio.

Voz analógica: para la transmisión analógica de señales de voz suele utilizarse la modulación de amplitud (AM), la modulación de banda lateral única con portadora suprimida (SSB) o la modulación de frecuencia/fase (FM/PM).

Se podría decir que la telefonía SSB ha sustituido a la telefonía AM de doble banda lateral y portadora completa en el marco del servicio de aficionados. La SSB se utiliza en todas las bandas de aficionados por encima de 137 kHz.

La transmisión de voz en FM o PM suele requerir un ancho de banda de hasta 16 kHz, aunque en algunos países se utiliza un ancho de banda menor. Estos modos se emplean generalmente en bandas a partir de 29 MHz. Es habitual el uso de repetidores en FM para ampliar el alcance, especialmente en las bandas de ondas métricas y decimétricas.

Voz digital: la voz digital (DV) viene utilizándose en el servicio de aficionados desde el año 2000. Esta tecnología ha experimentado un crecimiento significativo gracias a los continuos avances registrados tanto en los códecs de voz como en los esquemas de modulación digital de RF.

En este contexto, se utilizan diversos códecs; por ejemplo, la familia comercial de códecs AMBE se utiliza en C4FM, DMR, D-Star, NXDN, P25 y otros sistemas de voz digital comerciales que han sido adaptados para su uso en el servicio de aficionados, especialmente, en las bandas de radioaficionados de ondas métricas y decimétricas. También se ha desarrollado un sistema de código abierto denominado CODEC2 para el servicio de aficionados, que suele utilizarse en las bandas de ondas decamétricas. M17 es un sistema de voz digital que utiliza CODEC2. M17 también es de código abierto y está optimizado para su uso en bandas de ondas decimétricas y frecuencias superiores.

Se utilizan diversas formas de onda de RF moduladas en frecuencia y fase para transmitir voz digital, entre ellas MDF-4, MDMG, etc. Algunos repetidores y pasarelas son capaces de detectar automáticamente los estándares de voz digital y adaptarse a las señales de entrada.

2.5.4 Sistemas de comunicaciones de imagen

SSTV – Los aficionados hacen uso de sistemas de TV de barrido lento (SSTV) que actualmente emplean cámaras y ordenadores personales con *software* especial para transmisiones lentas de imágenes en color en anchos de banda de frecuencia vocal. Actualmente, existen diversos sistemas analógicos y digitales que ofrecen una amplia gama de características para responder a necesidades particulares. Las transmisiones de SSTV desde satélites de aficionados son cada vez más habituales.

FSTV – La mayoría de los dispositivos de TV analógica de barrido rápido para aficionados, que utilizan los sistemas NTSC o PAL, suponen el empleo de repetidores para ampliar el alcance. Los sistemas FSTV funcionan en frecuencias por encima de 420 MHz.

DATV – Los radioaficionados han desarrollado una televisión digital de movimiento completo que utiliza técnicas de compresión digital en anchuras de banda que oscilan entre menos de 300 kbit/s y 2 Mbit/s en bandas de frecuencias por encima de 29 MHz. En este contexto, se utiliza tanto DVB-T como DVB-S. En muchos países, la DATV está sustituyendo a la FSTV porque hace un uso más eficiente del espectro.

2.5.5 Sistemas multimedios

Los sistemas multimedios son aquellos en los que la voz, los datos y las imágenes se combinan e integran en un flujo de datos digitales y se transmiten a un receptor distante. A continuación se describen algunos sistemas que ofrecen esta capacidad:

D-Star – Se trata de un sistema digital de voz y datos desarrollado por la Japan Amateur Radio League (JARL) en cooperación con la administración y la industria de Japón. Está diseñado para el acceso del usuario a las bandas de ondas métricas. Soporta señales de voz/audio digitalizadas y mensajes de datos breves. En algunas bandas, su modo de transmisión de datos admite una velocidad de 128 kbit/s en un ancho de banda de 150 kHz. Los equipos también pueden utilizar la banda de aficionados de 10 GHz u otros medios para conectar repetidores entre sí.

C4FM – Se trata de una tecnología de modulación digital utilizada principalmente en modernos sistemas de comunicación de radioaficionados en ondas métricas/decimétricas. C4FM aplica una modulación de frecuencia continua en cuatro niveles y un esquema de acceso múltiple por división de frecuencia. Esta tecnología ofrece un modo de comunicación de voz en banda estrecha (con corrección de errores) o en banda ancha, e incluye un modo de datos de 9,6 kbit/s que puede utilizarse para transmitir imágenes. Los transeceptores C4FM utilizan el códec de voz AMBE+ y cuentan con una funcionalidad que les permite interconectar repetidores a través de Internet, facilitando así el establecimiento de comunicaciones digitales a escala mundial.

Prosigue el desarrollo de sistemas de aficionados capaces de combinar comunicaciones de datos, voz e imagen. En las bandas 2 400-2 450 MHz y 5 650-5 850 MHz se utilizan algunos equipos Wi-Fi modificados, dentro de los márgenes de las licencias de aficionado nacionales, a fin de ampliar el alcance de las comunicaciones.

2.6 Experimentación en el servicio de aficionados

El servicio de aficionados es, al menos en parte, un servicio experimental que ofrece la posibilidad de mejorar la calidad de funcionamiento de las nuevas tecnologías y llevar a cabo experimentos en el ámbito de la propagación.

2.6.1 Desarrollo de sistemas de comunicaciones

Los experimentos que llevan a cabo los radioaficionados, si bien comprenden todos los aspectos de la cadena de transmisión de extremo a extremo, se centran especialmente en el desarrollo y la evaluación de nuevas técnicas para perfeccionar la transmisión digital avanzada de datos e información multimedios.

2.6.2 Diseño de la antena

Las estaciones de aficionados típicas están situadas en residencias o en vehículos privados. En ambos casos, la instalación de la antena presenta restricciones y es necesario diseñar constantemente sistemas de antenas innovadores. Cada vez más personas utilizan *software* de diseño y modelización de antenas asistidos por ordenador, lo que contribuye al desarrollo de sistemas de antenas para aficionados innovadores y eficientes.

2.6.3 Ordenadores personales

Los ordenadores personales (PC) forman parte actualmente de casi todas las estaciones de aficionados. Los operadores aficionados utilizan aplicaciones de PC para el procesamiento de señales digitales, el análisis de enlaces radioeléctricos, el diseño de antenas, la elaboración de estudios y previsiones en el campo de la propagación, y el uso de aplicaciones de comunicación digitales, entre otros fines.

Se está recurriendo cada vez más a los PC para que desempeñen funciones tradicionales del *hardware*; por ejemplo, la interfaz de usuario de las radios definidas por *software* (SDR) es ahora una pantalla de ordenador en lugar de una serie de diales y medidores tradicionales. Actualmente, las SDR se utilizan ampliamente en el marco de los servicios de aficionados para habilitar diversos modos de transmisión y recepción y, en las plataformas SDR, se emplea *software* desarrollado por aficionados para implementar numerosas aplicaciones de aficionados y de aficionados por satélite. En la sección 2.7.2 se ofrece más información sobre las aplicaciones de las SDR en los servicios de aficionados y de aficionados por satélite.

2.6.4 Investigación y supervisión de la propagación

En los primeros días de la radio, los radioaficionados tenían el mérito de descubrir y explotar nuevos modos de propagación y, a día de hoy, lo siguen teniendo. Si bien otros servicios de comunicaciones estaban interesados principalmente en una propagación fiable para transmitir la señal necesaria, los aficionados estaban además motivados para encontrar mecanismos de propagación inusuales.

Con miras a facilitar la identificación de trayectos de propagación, los radioaficionados explotan un sistema global de balizas en ondas decamétricas conocido como Proyecto de Balizas de la IARU. Este proyecto abarca una serie de estaciones transmisoras repartidas por todo el mundo, que transmiten continuamente una señal sincronizada en el tiempo, en una frecuencia conocida y con distintos niveles de potencia. Además, existen balizas en ondas decamétricas, métricas, decimétricas y milimétricas en muchos países que también emiten señales en tiempo real para indicar trayectos de propagación disponibles.

Algunas estaciones de radioaficionados aplican un enfoque alternativo según el cual, en lugar de utilizar balizas que transmitan señales de forma activa, son ellas mismas las que supervisan las bandas y, de forma manual o automática, notifican las estaciones que escuchan y cargan la información en un servidor o en un sitio web. Este proceso suele denominarse «spotting» o avistamiento, y el servidor o sitio web que aloja y/o muestra los datos conexos se conoce como «DX cluster» o agrupación DX. Los datos relativos a los avistamientos se utilizan para mostrar, en un sitio web o mediante una aplicación cliente en un PC, el entorno de propagación en tiempo real. Dichos datos pueden emplearse para modificar las frecuencias del receptor y del transmisor, así como para ajustar la dirección de orientación de la antena.

Una de las primeras implementaciones de esta funcionalidad se materializa en la Reverse Beacon Network (RBN) o red de balizas inversas, que consiste en una red de estaciones receptoras repartidas por todo el mundo, cuyo objetivo es supervisar las transmisiones en código morse y cargar automáticamente la información recopilada en un sitio web al que pueden acceder los aficionados. La mayoría de los clientes de *software* de los modos de comunicación digital modernos (PSK, MSK, WSPR, etc.) pueden «avistar» automáticamente todas las estaciones recibidas en un canal de comunicación y notificarlas a un servidor que alimenta un sitio web en el que se enumeran y muestran trayectos de comunicación, como PSK Reporter y WSPRnet. Todas estas herramientas permiten a los operadores de las estaciones de aficionados comparar la intensidad de la señal que reciben con la de otras estaciones, ya sea en tiempo real o de forma retrospectiva.

También existen otros servidores y sitios web en los que los aficionados pueden registrar las estaciones «avistadas». El sitio web o la aplicación de cliente que utilice cada estación de aficionado para la supervisión de la propagación en su funcionamiento diario dependerá de las preferencias personales y operativas que posea.

2.6.5 Procesamiento digital de la señal

El procesamiento digital de la señal (DSP) está desempeñando un papel cada vez más importante en el campo de la radioafición, especialmente, en la implementación de filtros y módems. Los radioaficionados han desarrollado algoritmos de DSP para reducir o suprimir el ruido atmosférico (estático), el ruido de la línea de alimentación de energía eléctrica y ciertos tipos de señales interferentes. Algunas de estas técnicas se han implantado en productos comerciales y, actualmente, se sigue experimentando con ellas, sobre todo en plataformas SDR, que ofrecen una gran flexibilidad para implementar algoritmos de reducción del ruido.

Cabe la posibilidad de utilizar dispositivos DSP para mejorar la recepción de señales débiles utilizando modernas técnicas de promediado y correlación de señales, lo que puede mejorar de forma significativa la relación señal-ruido de las señales recibidas. Esta solución resulta especialmente útil para aplicaciones basadas en señales débiles, como las comunicaciones Tierra-Luna-Tierra.

2.7 Equipos de radioaficionados

En consonancia con el objetivo de «autoformación» y ateniéndose a la normativa nacional, los radioaficionados explotan equipos de radiocomunicaciones comerciales diseñados específicamente para utilizar las gamas de frecuencias del servicio de aficionados, equipos comerciales modificados y reconvertidos, o equipos de fabricación propia. Esta misma flexibilidad se extiende al diseño y la utilización de las antenas. Si bien las estaciones de radioaficionados no están normalizadas, los operadores están legalmente obligados a explotar los equipos de radiocomunicaciones dentro de los límites de su licencia nacional. La mayoría de los equipos de fabricación propia están diseñados para satisfacer un interés específico, como la televisión de aficionados o la explotación en frecuencias de microondas.

2.7.1 Equipos comerciales característicos de los radioaficionados

Los equipos modernos se basan en tecnologías de procesamiento de señales digitales y suelen cubrir una amplia gama de frecuencias para el funcionamiento multibanda. Los típicos equipos comerciales de radiocomunicaciones en ondas decamétricas son capaces de explotar todas las bandas de frecuencias de aficionados, desde 1,8 MHz hasta 50 MHz, empleando métodos de modulación tanto analógicos como digitales. En este contexto, son habituales las interfaces normalizadas para el procesamiento de señales por ordenador o el funcionamiento a distancia. Los equipos comerciales están sujetos a ciertas normas en materia de compatibilidad electromagnética y emisiones no esenciales.

Los equipos que se utilizan en las gamas de ondas métricas y decimétricas también suelen ser multibanda y multimodo, y pueden estar específicamente destinados a estaciones fijas o a un uso móvil/portátil. Algunos equipos pueden estar orientados a intereses específicos, como la explotación por satélite, e incluir funcionalidades que lo faciliten. Además, son muchos los casos de estaciones basadas en radios en ondas decamétricas de alto rendimiento, que se complementan con un «conversor» (que convierte las frecuencias de transmisión y recepción) para desplazar las operaciones hacia las bandas de ondas métricas/decimétricas y de microondas o hacia las bandas de ondas kilométricas. Esto permite que todas las prestaciones de las radios en ondas decamétricas de alto rendimiento estén disponibles para operaciones en frecuencias alternativas. Existen numerosos conversores de esta índole disponibles en el mercado.

2.7.2 Sistemas de radios definidas por *software*

Con la llegada del procesamiento digital de señales de alto rendimiento se ha fomentado la conjunción de los equipos de radiocomunicaciones con el procesamiento informático. Existen convertidores de analógico a digital que permiten digitalizar directamente las señales de radiofrecuencias entrantes en un receptor, obviando las etapas tradicionales de mezcla y frecuencia intermedia, para poder procesar posteriormente la señal mediante DSP. Gracias a esta tecnología, hoy en día existen sistemas SDR autónomos capaces de ofrecer un rendimiento similar al de un sistema de radios específico, e incluso se pueden añadir pequeños receptores estilo «Dongle USB» o adaptador USB a cualquier ordenador. La versatilidad de las SDR les permite recibir y transmitir todo tipo de modulaciones, mostrar la salida del receptor en un formato de presentación gráfica, procesar las deficiencias de las señales recibidas y, de nuevo, ofrecer conexión a distancia. Las SDR pueden conectarse y controlarse a través de Internet para ofrecer acceso a distancia.

CAPÍTULO 3

SERVICIO DE AFICIONADOS POR SATÉLITE

3.1 Aplicaciones de las bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite

En los siguientes cuadros se describen aplicaciones típicas de bandas de frecuencias disponibles para el servicio de aficionados por satélite. En el Artículo 5 del RR aparece la categoría específica de atribución de cada banda.

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (kHz)	Aplicaciones
40 m	7 000-7 100 (primario)	Estas bandas están identificadas sólo para aplicaciones de satélites limitadas, tales como la investigación ionosférica, debido a la posible interferencia causada a los usuarios terrenales y recibida de los mismos.
20 m	14 000-14 250 (primario)	
17 m	18 068-18 168 (las condiciones de utilización a título igualmente primario con otros servicios en un cierto número de países aparecen en el número 5.154 del RR)	
15 m	21 000-21 450 (primario)	
12 m	24 890-24 990 (primario)	
10 m	28 000-29 700 (primario)	Esta banda se emplea fundamentalmente junto con una entrada o salida de satélite en la banda de 144 MHz.

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (MHz)	Aplicaciones
2 m	144-146 (primario)	Estas bandas son ampliamente utilizadas por numerosos satélites de aficionados para entradas y salidas.
70 cm	435-438 (secundario) Número 5.282 del RR	
23 cm	1 260-1 270 (secundario) Tierra-espacio únicamente Número 5.282 del RR	Estas bandas se utilizan como alternativa a las bandas de 144 MHz y 435 MHz cuando hay congestión. Nota: En algunos países de las Regiones 1 y 3, la utilización de la banda de 23 cm está sujeta a restricciones, a fin de reducir la posibilidad de interferencia con receptores del SRNS que explotan la misma banda de frecuencias. La banda de 13 cm se utiliza para servicios de voz, datos, DATV y comunicaciones experimentales de aficionados por satélite.
13 cm	2 400-2 450 (secundario) Número 5.282 del RR	
9 cm	3 400-3 410 (secundario) Regiones 2 y 3 únicamente Número 5.282 del RR	

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (MHz)	Aplicaciones
5 cm	5 650-5 670 (secundario) Tierra-espacio únicamente Número 5.282 del RR	Estas bandas se utilizan en los satélites de aficionados experimentales.
	5 830-5 850 (secundario) Espacio-Tierra únicamente	

Longitud de onda nominal	Banda de frecuencias (GHz)	Aplicaciones
3 cm	10,45-10,5 (secundario)	Estas bandas se utilizan para servicios de voz, datos, DATV y comunicaciones experimentales de aficionados por satélite.
1,2 cm	24-24,05 (primario)	
6 mm	47-47,2 (primario)	Estas bandas se utilizan en los satélites de aficionados experimentales.
4 mm	76-77,5 (secundario)	
	77,5-78 (primario)	
	78-81 (secundario)	
2 mm	134-136 (primario)	
2 mm	136-141 (secundario)	
1 mm	241-248 (secundario)	
1 mm	248-250 (primario)	

3.2 Antecedentes

El programa de satélites de aficionados comenzó en 1961 con el diseño y lanzamiento de OSCAR (*Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio* o satélite en órbita que cursa comunicaciones de radioaficionados). El grupo del Proyecto OSCAR original era responsable de los cuatro primeros satélites de aficionados. En 1969, se constituyó en los Estados Unidos la Radio Amateur Satellite Corporation (AMSAT). Acto seguido, se crearon organizaciones similares en muchos otros países. En general, la mayor parte de los satélites de aficionados son obra de radioaficionados y estudiantes universitarios.

La mayoría de los satélites de aficionados son satélites de órbita terrestre baja (LEO) y algunos se han diseñado para órbitas muy elípticas (HEO). A fecha de 2024, una estación espacial del servicio de aficionados por satélite opera en órbita geostacionaria (OSG). La tecnología desarrollada en el servicio de aficionados por satélite se ha aplicado directamente a los sistemas de satélites LEO comerciales y el servicio de aficionados por satélite ha servido de campo de entrenamiento para los ingenieros de diseño.

En el Informe UIT-R SA.2312 se facilita información sobre las características de los satélites de aficionados y las misiones más comunes.

3.3 Estaciones terrenas de aficionados

Las estaciones terrenas de aficionados del servicio de aficionados por satélite se dividen en dos clases: estaciones de telemando y estaciones de usuario:

- Existen estaciones de telemando situadas en todo el mundo que gozan de autorización para controlar los satélites de aficionados y modificar su funcionamiento de conformidad con el número **25.11** del RR.
- Las estaciones de usuario son estaciones de aficionado que cuentan esencialmente con el mismo equipo utilizado para las operaciones de aficionados terrenales. Las diferencias fundamentales son las antenas y los transmisores-receptores optimizados para su funcionamiento con satélites de aficionados.

Una práctica cada vez más extendida es la de que múltiples estaciones de aficionados reciben señales de telemedida que cargan automáticamente en bases de datos a través de Internet para proporcionar una mayor cobertura orbital.

3.4 Desafíos y experimentación en el servicio de aficionados por satélite

Al principio del programa OSCAR, no se tenía la certeza de que pequeños grupos de aficionados pudieran diseñar satélites, disponer su lanzamiento, obtener suficientes recursos financieros y gestionar los satélites en órbita. Sin embargo, estas incógnitas se resolvieron positivamente en los primeros años del programa. Cada satélite suponía nuevos retos que superaban con éxito los aficionados con licencia.

Como los recursos eran escasos y estaban dispersos por numerosos países, fue necesario utilizar «ingeniería distribuida» para llevar a cabo el diseño, la construcción y la prueba de los satélites de aficionados. El correo-e por Internet, las conferencias a través de satélites de aficionados y las comunicaciones de los radioaficionados fueron elementos fundamentales para dicha coordinación.

Además de resolver los retos de diseño de «radio», se aprendieron muchas lecciones relativas al diseño físico y térmico del vehículo espacial, el control de actitud, la gestión del sistema de potencia y la mecánica orbital. El servicio de aficionados por satélite ha demostrado ser un buen terreno de entrenamiento para los tecnólogos de satélites.

3.5 Satélites de comunicaciones de aficionados

La mayoría de los satélites de aficionados se destinan generalmente a comunicaciones y proporcionan un repetidor FM de banda cruzada de un solo canal o un transpondedor lineal de banda cruzada que permite el mantenimiento de múltiples conversaciones simultáneas entre estaciones terrenas. Este tipo de satélites es sumamente popular y se utiliza con frecuencia para las comunicaciones rutinarias entre estaciones de aficionados. En algunos casos, se han aprovechado sistemas de comunicaciones por satélite de aficionados para prestar asistencia en situaciones de catástrofe natural o de necesidad nacional, dada su capacidad para facilitar comunicaciones de voz fiables a través de estaciones portátiles y de baja potencia.

También existen satélites de aficionados que retransmiten diversas formas de comunicaciones digitales. Estos sistemas suelen denominarse «digipeaters» (repetidores digitales) y utilizan el protocolo de radiocomunicaciones por paquetes AX.25. Actualmente, numerosas misiones satelitales utilizan el sistema de notificación por paquetes para aficionados (APRS), a saber, una aplicación de comunicaciones en tiempo real que proporciona un enlace de comunicaciones «de uno a muchos», con capacidad de geolocalización y conexión a una red troncal de comunicaciones de alcance mundial. El sistema se utiliza para las comunicaciones rutinarias de los aficionados y ha brindado apoyo a diversas operaciones de emergencia y socorro en caso de catástrofe en algunos países.

3.6 Satélites de aficionados combinados con misiones educativas

Dada la significativa disminución de los costes asociados a la construcción y el lanzamiento de satélites pequeños, muchas instituciones educativas han puesto satélites de esta índole al servicio de sus objetivos educativos y de investigación. La reducción de los costes inherentes a las misiones de los satélites pequeños se ha visto impulsada por el fuerte aumento de la capacidad industrial que sustenta las actividades espaciales comerciales. Para estos satélites suele utilizarse un formato de construcción normalizado, que determina las dimensiones generales y la masa del satélite. En muchos casos, su vida útil se limita a unos pocos años, debido a las órbitas seleccionadas para las misiones.

Estas misiones educativas con satélites de aficionados no siempre incluyen un transpondedor o un repetidor tradicional para el establecimiento de comunicaciones entre estaciones de aficionados, pues su objetivo es más bien lograr algún tipo de resultado en materia de educación, divulgación o desarrollo tecnológico, que sea relevante y coherente con la definición de los servicios de aficionados y de aficionados por satélite, así como con las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones. Este tipo de misiones suelen correr a cargo de universidades u otras instituciones educativas y siempre bajo la supervisión de un operador aficionado con licencia. En muchos casos, las instituciones educativas también animan a los estudiantes que participan en las misiones a obtener una licencia de radioaficionado, ya que esto les permite desempeñar un papel más activo en las actividades conexas y desarrollar competencias en el campo de las radiocomunicaciones que podrían aplicar en su futura carrera profesional.

Para obtener más información al respecto, sírvase consultar el Informe UIT-R SA.2312, relativo a las características, las definiciones y los requisitos de espectro de los nanosatélites y picosatélites, así como de los sistemas compuestos por tales satélites.

3.7 Coordinación de frecuencias en el servicio de aficionados por satélite

La IARU ofrece asesoría y coordinación de frecuencias para ayudar a los actuales y futuros constructores de satélites de aficionados. Para obtener más información al respecto, sírvase visitar el sitio web <https://www.iaru.org/on-the-air/satellites/>.

CAPÍTULO 4

RESOLUCIONES DE LA CMR PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS Y DE AFICIONADOS POR SATÉLITE

RESOLUCIÓN 642

**Relativa a la puesta en servicio de estaciones terrenas
del servicio de aficionados por satélite**

RESOLUCIÓN 646 (Rev.CMR-19)

Protección pública y operaciones de socorro

Véase también la página web de la UIT en la que se clasifican las Resoluciones de las C(A)MR en vigor.

CAPÍTULO 5

CUESTIONES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS

CUESTIÓN UIT-R 48-7/5

Técnicas y utilización de frecuencias en los servicios de aficionados y aficionados por satélite

(2015)

<https://www.itu.int/pub/R-QUE-SG05.48/es>

CUESTIÓN UIT-R 209-7/5

Utilización de los servicios móviles, de aficionados y de aficionados por satélite para facilitar las radiocomunicaciones en casos de catástrofe

(2023)

<https://www.itu.int/pub/R-QUE-SG05.209/es>

CAPÍTULO 6

RECOMENDACIONES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1041

Futuros sistemas de radiocomunicaciones de aficionados

(Cuestión UIT-R 48/8)

Cometido

La presente Recomendación define los objetivos y características en materia de diseño que convendría tener en cuenta en la elaboración de los futuros sistemas de los servicios de aficionados y de aficionados por satélite. Se incluyen en ella consideraciones generales, de tipo técnico y de funcionamiento.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1041/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1042

Comunicaciones de los servicios de aficionados y aficionados por satélite en situaciones de catástrofe

(Cuestión UIT-R 48/8)

Cometido

En la presente Recomendación se dan orientaciones sobre el desarrollo de redes de los servicios de aficionados y aficionados por satélite que sustentan la preparación y las radiocomunicaciones durante operaciones de socorro en situaciones de catástrofe.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1042/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1043

Utilización de los servicios de aficionados y de aficionados por satélite en los países en desarrollo

(Cuestión UIT-R 48/8)

Cometido

En la presente Recomendación se alienta a las administraciones a propiciar los servicios de aficionados y de aficionados por satélite para incluir el desarrollo de las calificaciones de los operadores, la capacitación de los técnicos y la instalación de estaciones de aficionado en áreas rurales y en situaciones de emergencia. Se fomenta el recurso a los voluntarios y la adaptación a las necesidades específicas de los países en desarrollo.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1043/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1044**Criterios de compartición de frecuencias en los servicios de aficionados y de aficionados por satélite**

(Cuestión UIT-R 48/8)

Cometido

En la presente Recomendación se enumeran los servicios de radiocomunicaciones con los que pueden compartir fácilmente frecuencias los servicios de aficionados y de aficionados por satélite, y aquellos servicios con los que resultaría difícil compartir frecuencias. En ella se afirma que los servicios de aficionados operan con señales relativamente débiles, y prevé procedimientos de reducción de la interferencia que facilitan la compartición.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1044/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1172**Abreviaturas y señales diversas que habrán de utilizarse para las radiocomunicaciones en el servicio móvil marítimo**

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1172/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1544**Calificaciones mínimas de los radioaficionados**

(Cuestión UIT-R 48/8)

Cometido

En esta Recomendación se definen los niveles de conocimiento operativo y técnico mínimos que han de aplicar las administraciones para comprobar las calificaciones de una persona que desee explotar una estación en los servicios de aficionado.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1544/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1677**Código morse internacional****Cometido**

Esta Recomendación confirma los caracteres del código morse internacional y las disposiciones operacionales que se aplican a su utilización en los servicios de radiocomunicaciones.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1677/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1732

Características de los sistemas que funcionan en el servicio de aficionados y de aficionados por satélite para utilizarlas en estudios de compartición

(Cuestión UIT-R 48-6/5)

Cometido

En esta Recomendación se recogen las características técnicas y de funcionamiento de los sistemas utilizados en los servicios de aficionados y de aficionados por satélite con el fin de llevar a cabo estudios de compartición. Se considera que los sistemas y sus características descritos en esta Recomendación son representativos de los sistemas que funcionan en las bandas de frecuencias atribuidas a estos servicios entre 135,7 kHz y 81,5 GHz.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1732/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.2034

Alfabeto telegráfico para comunicaciones de datos mediante modulación por desplazamiento de fase a 31 baudios en los servicios de aficionados y de aficionados por satélite

(Cuestiones UIT-R 48-6/5)

Cometido

En esta Recomendación se establece un alfabeto y protocolos de transmisión mediante modulación por desplazamiento de fase a 31 baudios en los servicios de aficionados y de aficionados por satélite.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2034/es>

RECOMENDACIÓN UIT-R M.2164

Orientación sobre medidas técnicas y operativas para la utilización de la banda de frecuencias 1 240-1 300 MHz por los servicios de aficionados y aficionados por satélite con el fin de proteger el servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra)**Cometido**

Esta Recomendación proporciona orientación sobre las medidas técnicas y operativas para las administraciones que autorizan las estaciones que operan en los servicios de aficionados y aficionados por satélite para proteger el servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) en la banda de frecuencias 1 240-1 300 MHz. Las medidas pertinentes figuran en el Anexo a la presente Recomendación.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2164/es>

CAPÍTULO 7

INFORMES DEL UIT-R PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS

INFORME UIT-R M.2085

Cometido de los servicios de aficionados y de aficionados por satélite en la reducción de los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro en caso de catástrofe

(Cuestión UIT-R 209-3/5)

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2085/es>

INFORME UIT-R M.2117

Equipo radioeléctrico especificado por *software* en los servicios móvil terrestre, de radioaficionados y de radioaficionados por satélite

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2117/es>

INFORME UIT-R M.2200

Características de las estaciones de radioaficionados en la gama de frecuencias 415-526,5 kHz para estudios de compartición

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2200/es>

INFORME UIT-R M.2203

Compatibilidad de las estaciones del servicio de aficionados con los servicios existentes en la banda 415-526,5 kHz

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2203/es>

INFORME UIT-R M.2226

Descripción del servicio de aficionados y su funcionamiento experimental entre 415 y 526,5 kHz en algunos países

(Cuestión UIT-R 48-6/5)

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2226/es>

INFORME UIT-R M.2335

Análisis de compartición y compatibilidad de posibles estaciones del servicio de aficionados con los servicios fijo, móvil terrestre y de radiolocalización en la banda de frecuencias 5 250-5 450 kHz y el servicio móvil aeronáutico en una banda adyacente

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2335/es>

INFORME UIT-R SA.2312

Características, definiciones y requisitos de espectro de los nanosatélites y picosatélites, así como de los sistemas compuestos por tales satélites

<https://www.itu.int/pub/R-REP-SA.2312/es>

INFORME UIT-R M.2478

Necesidades de espectro del servicio de aficionados en la banda de frecuencias 50-54 MHz en la Región 1 y compartición con los servicios móvil, fijo, de radiolocalización y de radiodifusión

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2478/es>

INFORME UIT-R M.2532

Características y uso de los servicios de aficionados y aficionados por satélite en la banda de frecuencias 1 240-1 300 MHz

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2532/es>

CAPÍTULO 8

OTROS MANUALES Y RECOMENDACIONES PERTINENTES PARA LOS SERVICIOS DE AFICIONADOS

Manual del UIT-R sobre satélites pequeños

El Manual del UIT-R sobre satélites pequeños se ha elaborado sobre la base de la Resolución UIT-R 68 «Mejora de la difusión de los conocimientos relativos a los procedimientos reglamentarios aplicables a los satélites pequeños, nanosatélites y picosatélites inclusive». Este Manual independiente tiene por objeto fomentar el desarrollo de satélites pequeños de manera eficaz y satisfacer mejor las necesidades de los miembros y de la industria de los satélites en su conjunto.

<https://www.itu.int/pub/R-HDB-65-2023/es>

Recomendaciones y Manuales del UIT-D

Recomendaciones del UIT-D <https://www.itu.int/rec/D-REC-D/es>

Manuales del UIT-D <https://www.itu.int/pub/D-HDB/es>

Unión Internacional de
Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

ISBN 978-92-61-42223-3



9 789261 422233

Publicado en Suiza
Ginebra, 2026