



AEM

AGENCIA
ESPACIAL
MEXICANA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Guía de orientación regulatoria para satélites pequeños no sujetos a coordinación





Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales CONACYT - AEM



AEM

AGENCIA
ESPACIAL
MEXICANA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



Este documento provee referencias sobre procesos regulatorios enfocados a satélites pequeños no geoestacionarios, no sujetos a coordinación, y no constituye un elemento normativo oficial, ni presenta la posición de las autoridades regulatorias nacionales. El lector debe considerar el contenido de este documento como una guía para diseñadores y desarrolladores de tecnología satelital en apoyo a sus actividades de investigación, desarrollo e innovación.

Para consultar la versión electrónica de esta guía, así como acceder a los documentos de referencia utilizados, visite la página:

<http://smallsats.cicese.mx/wiki>

TABLA DE CONTENIDO

i. Agradecimientos	8
ii. Acrónimos	9
iii. Presentación	11
1 Introducción	12
2 Clasificación y breve descripción de satélites pequeños	14
2.1 Clasificación	15
2.1.1 Por peso	15
2.1.2 Por posición orbital	16
2.1.2.1 LEO	17
2.1.2.2 MEO	18
2.1.3 Planos orbitales	19
3 El ecosistema de la regulación satelital	20
3.1 Actores	21
3.1.1 Actores internacionales	21
3.1.1.1 Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos	22
3.1.1.1.1 Oficina de Naciones Unidas para asuntos del espacio ultraterrestre	23
3.1.1.2 Unión Internacional de Telecomunicaciones	24
3.1.1.3 Unión Internacional de Radioaficionados	27
3.1.2 Actores nacionales	28
3.1.2.1 Secretaría de Comunicaciones y Transportes	28
3.1.2.2 Agencia Espacial Mexicana	29
3.1.2.3 Instituto Federal de Telecomunicaciones	30
3.1.2.4 Federación Mexicana de Radio Experimentadores	32
3.2 Marco regulatorio	33
3.2.1 Entorno internacional	34
3.2.1.1 Acuerdos Internacionales firmados por México en materia espacial	36



TABLA DE CONTENIDO

3.2.1.2 Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones	41
3.2.1.2.1 Servicios	44
3.2.1.2.2 Coordinación de frecuencias	45
3.2.1.2.3 Registro Internacional Maestro de Frecuencias	47
3.2.1.2.4 Circular internacional de información sobre frecuencias para servicios espaciales	4
3.2.1.2.5 Cuotas de recuperación	49
3.2.2 Entorno nacional	50
3.2.2.1 Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión	50
3.2.2.2 Lineamientos generales para el otorgamiento de las concesiones a que se refiere el título cuarto de la Ley Federal de Telecomunicaciones y radiodifusión	55
3.2.2.3 Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias	56
3.2.2.4 Ley Federal de Derechos	59
4 Procedimiento de obtención de una concesión de recurso orbital	61
4.1 Resumen del proceso regulatorio	63
4.2 Solicitud de concesión de recurso orbital ante el IFT	69
4.2.1 Tipos de concesiones	69
4.2.1.1 Concesión para uso privado con fines de experimentación	71
4.2.1.2 Concesión para uso privado con fines de radioaficionados	71
4.2.1.3 Concesión para uso público	72
4.2.1.4 Concesión para uso social	72
4.2.2 Requisitos para solicitar una concesión de recurso orbital	73
4.2.2.1 Datos generales del interesado	74
4.2.2.2 Modalidad de uso	75
4.2.2.3 Capacidad técnica, económica, jurídica y administrativa	75
4.2.2.4 Información técnica de la estación espacial	77
4.2.2.5 Ubicación de los centros de control	77
4.2.2.6 Parámetros técnicos de las estaciones terrenas	77
4.2.2.7 Carta compromiso	78

TABLA DE CONTENIDO

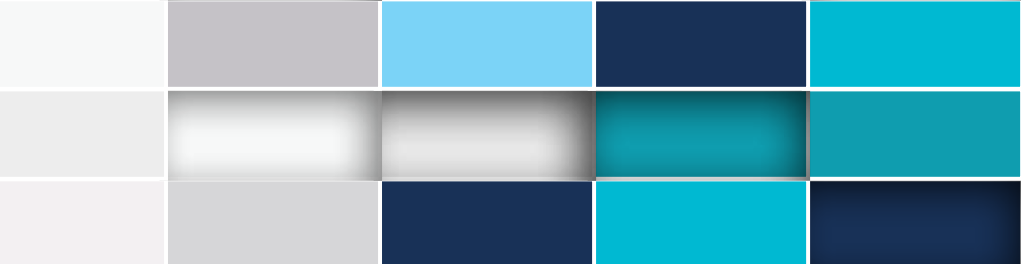
4.2.3 Presentación de la solicitud ante el IFT	79
4.2.3.1 Pago por el análisis de la solicitud	79
4.2.3.2 Entrega del expediente	82
4.3 Notificación de asignación de frecuencias a la UIT	84
4.3.1 Llenado de la API	85
4.3.2 Validación de la API	86
4.3.3 Envío de la API a la UIT	87
4.3.4 Publicación de la API en la Sección Especial API/A	88
4.3.5 Publicación de la API en la Sección Especial API/B	88
4.3.6 Llenado de la Notificación de Asignación de Frecuencias	88
4.3.7 Validación de la Notificación de Asignación de Frecuencias	89
4.3.8 Envío de la Notificación a la UIT	90
4.3.9 Publicación de la Notificación de Asignación de Frecuencia en la Parte I-S de la BR IFIC	90
4.3.10 Evaluación de la Notificación de Asignación de Frecuencia publicada en la Parte I-S	91
4.3.11 Consulta de API y Notificaciones publicadas	91
4.4 Coordinación de frecuencias con la IARU	92
4.4.1 Planificación de bandas de la IARU	92
4.4.2 Solicitud de coordinación de frecuencias con la IARU	95
4.4.3 Envío de la solicitud de coordinación	98
5 Aspectos importantes para el lanzamiento	100
5.1 Ejemplos de vehículos lanzadores	103
5.2 Dispensadores de satélites pequeños para el lanzamiento	103
5.3 Interfaces estandarizadas de carga secundaria	104
5.3.1 Adaptador de carga secundaria (ESPA, por sus siglas en inglés)	104
5.3.2 Sistemas de carga secundaria de Spaceflight (SSPS, por sus siglas en inglés)	105
5.4 Contratación de lanzamiento	105
6 Consideraciones para evitar basura espacial	108
7 Comentarios finales	111
8 Bibliografía	112
Autores	114



TABLA DE **ANEXOS**

- Anexo 1. Tratados y principios de las Naciones Unidas sobre el Espacio Ultraterrestre
- Anexo 2. Aviso de México de la creación del Registro Nacional de Actividades Espaciales
- Anexo 3. Artículos del Reglamento de Radiocomunicaciones 2012
- Anexo 4. Apéndices del Reglamento de Radiocomunicaciones 2012
- Anexo 5. Resoluciones y Recomendaciones del Reglamento de Radiocomunicaciones 2012
- Anexo 6. Recomendaciones de la UIT-R Incorporadas por Referencia
- Anexo 7. Prefacio de la Circular de Información Internacional de Frecuencias
- Anexo 8. Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, 2014
- Anexo 9. Lineamientos Generales para el Otorgamiento de Concesiones
- Anexo 10. Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
- Anexo 11. Ley Federal de Derechos
- Anexo 12. Resolución Miscelánea Fiscal para 2016 y su anexo 19
- Anexo 13. Guía rápida de instalación de SpaceCap
- Anexo 14. Guía rápida de instalación de SpaceVal
- Anexo 15. Guía para el llenado de la Publicación de Información Anticipada (API)
- Anexo 16. Guía para el llenado de la Notificación de Asignación de Frecuencia
- Anexo 17. Guía para la validación de la API y de la Notificación
- Anexo 18. Guía para consultar notificaciones de asignación de frecuencias y notificaciones anticipadas (API)
- Anexo 19. Planificación de bandas de la Región 2 de la IARU
- Anexo 20. Ejemplo de llenado del formato de coordinación de frecuencias de la IARU del *Open Source Satellite Initiative*

Disponibles en <http://smallsats.cicese.mx/wiki>



i. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las siguientes instituciones cuyas autoridades y personal fueron de gran apoyo para cumplir con los objetivos de esta guía regulatoria:

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Agencia Espacial Mexicana

Instituto Federal de Telecomunicaciones

Unión Internacional de Radioaficionados

Federación Mexicana de Radioexperimentadores

Unión Internacional de Telecomunicaciones

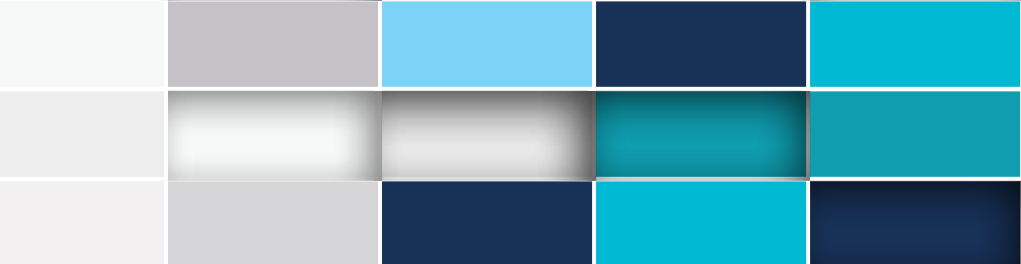


Y en particular, al Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales CONACYT - AEM quien proporcionó el financiamiento necesario para realizar este proyecto.



ii. ACRÓNIMOS

ACDS	Estaciones de datos de control automático
AEM	Agencia Espacial Mexicana
API	Publicación de información anticipada
BR	Oficina de Radiocomunicación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
CCITT	Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico
CNAF	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
COFETEL	Comisión Federal de Telecomunicaciones
COPUOS	Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos
CW	Onda continua
CHF	Francos suizos
dB	Decibelio
dBi	Unidad de potencia de emisión de una antena en relación a un radiador isotrópico
dBW	Unidad de potencia de expresada en decibelios relativa a un Watt
DM	Modulación digital
DV	Voz digital
FM	Frecuencia modulada
FMRE	Federación Mexicana de Radio Experimentadores
GEO	Órbita geoestacionaria terrestre
GPS	Sistema de posicionamiento global
IARU	Unión Internacional de Radio Aficionados
IFIC	Circular Internacional de Información sobre Frecuencias
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
ISS	Estación Espacial Internacional
IVG	Pasarela de voz por internet
kHz	Kilo Hertzio



LEO	Órbita baja terrestre
LEOS	Satélite de órbita baja terrestre
LFD	Ley Federal de Derechos
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
LGOC	Lineamientos Generales para el Otorgamiento de Concesiones a que se refiere el título cuarto de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
MEO	Órbita media terrestre
MEOS	Satélite de órbita media terrestre
MFIR	Registro Internacional Maestro de Frecuencias
MHz	Mega hertzios
NGEO	Órbita no geoestacionaria terrestre
PIRA	Potencia isotrópica radiada aparente
PIRE	Potencia isotrópica radiada equivalente
PNAE	Programa Nacional de Actividades Espaciales
RFC	Registro Federal de Contribuyentes
RR	Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
SSB	Banda lateral única
STSC	Subcomité Científico y Técnico de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TLT	Tierra - Luna - Tierra
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	Sector del Desarrollo de las Telecomunicaciones
UIT-R	Sector de las Radiocomunicaciones
UIT-T	Sector de Normalización de las Telecomunicaciones
UNOOSA	Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre
VHF	Frecuencias muy altas
W	Watt



iii. PRESENTACIÓN

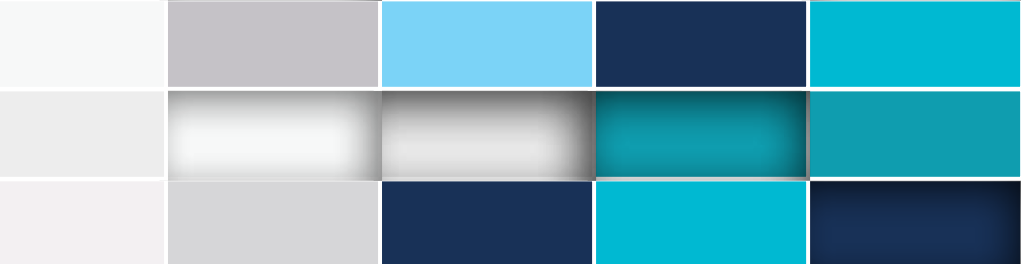
La sociedad actual atestigua un acelerado cambio tecnológico en las telecomunicaciones y las ciencias de la información y de la computación. Este proceso de convergencia ha tenido un impacto significativo en el desarrollo y avance de la tecnología aeroespacial, el cual potencia los entornos empresariales y de investigación y desarrollo tecnológico, generando retos y oportunidades para incrementar la productividad y eficiencia, tal como se establece en el Plan Nacional de Desarrollo, que en esta administración federal incluye el tema espacial, y en el Programa Sectorial de Comunicaciones y transportes, impulsando el desarrollo en México de nuevas tecnologías satelitales, propiciando la construcción de capacidades nacionales para las siguientes generaciones satelitales.

Se enfrenta un escenario de oportunidad de desarrollo académico significativo en las aplicaciones de la tecnología espacial en nuestro país debido a disponibilidad de dispositivos y sistemas electrónicos avanzados de cada vez mejor desempeño y menor costo; lo cual permite que nuestras universidades y centros de investigación se conviertan en importantes generadores de conocimiento; en particular en aplicaciones basadas en el uso de tecnologías satelitales como pico y nano-satélites en sus diferentes versiones, tal como se establece en el Programa Nacional de Actividades Espaciales de la Agencia Espacial Mexicana. En este contexto, las aplicaciones y soluciones satelitales demandan de la utilización racional del espectro radioeléctrico para dar lugar a la coexistencia de diferentes sistemas que operen dentro los marcos regulatorios nacionales e internacionales vigentes. Es decir, el conocimiento tecnológico acumulado de las instituciones académicas mexicanas se verá beneficiado al incluir en sus estrategias de desarrollo de satélites pequeños los elementos que les permitan avanzar por todos los eslabones de la cadena de valor de una misión espacial.

Por lo anterior, es fundamental contar con un marco de referencia regulatorio que proporcione guía a las instituciones académicas involucradas en diseño y aplicación de satélites pequeños. El Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales Conacyt-AEM ha apoyado, tras una convocatoria abierta, y con base en evaluación técnico-académica, el proyecto “Elaboración de un Marco de Referencia Regulatorio y Normativo Asociado a la construcción de Satélites Pequeños en México”. Este marco de referencia, disponible a todos los agentes del ecosistema espacial nacional, busca facilitar el flujo de aprendizaje hacia el dominio de la tecnología espacial y sobre todo contribuir a la construcción de capacidades tecnológicas y regulatorias; lo cual es prioritario para la Agencia Espacial Mexicana.

Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez

Agencia Espacial Mexicana
Director General



1. INTRODUCCIÓN

El acelerado cambio tecnológico experimentado por las telecomunicaciones y las ciencias de la computación ha tenido un impacto significativo en el desarrollo y avance de la tecnología aeroespacial. Este impacto ha tenido efectos importantes en los entornos empresariales generando oportunidades y escenarios de mayor productividad y eficiencia. Aunado a lo anterior, la disponibilidad de dispositivos y sistemas electrónicos avanzados de menor costo ha impulsado la creciente participación de entidades académicas alrededor del mundo en el entorno aeroespacial buscando desarrollar e integrar sistemas que en décadas pasadas eran prohibitivos en complejidad y costo. Esta condición ha abierto las puertas para que las universidades y centros de investigación de países en desarrollo y de economías emergentes, como México, puedan contribuir al desarrollo de satélites pequeños (pico y nano-satélites en sus diferentes versiones).

Se observa por un lado, que existe capacidad para el desarrollo tecnológico de los componentes de un satélite pequeño y existe un buen número de ejemplos en los que diversas instancias académicas han diseñado e integrado prototipos funcionales de satélites pequeños, muchos de estos esfuerzos de desarrollo y aprendizaje han fructificado para permitir a los grupos académicos transitar por todos los eslabones de la cadena de valor de una misión espacial. Por otro lado, aunque el costo de los componentes o sistemas electrónicos se haya reducido, la regulación sobre obtención de recurso orbital, lanzamiento, registro y despliegue de aplicaciones ha sido un reto considerable ya que en muchas ocasiones, no se tiene el conocimiento, los recursos económicos y la unidad de visión institucional necesaria para enfrentar dicho reto sustancial.

Se tienen casos en los cuales el prototipo funcional del satélite pequeño ha sido terminado en tiempo y forma, sin embargo, la complejidad del proceso regulatorio actual, a nivel nacional e internacional, ha sido un inhibidor de peso para lograr el lanzamiento y prueba de dichos satélites pequeños a corto plazo. Aunque las instancias regulatorias reconocen la importancia del desarrollo y construcción de capacidades aeroespaciales nacionales y dar cabida a nuevos “jugadores” del contexto aeroespacial, es claro que no existe un marco de referencia regulatorio nacional ad-hoc para satélites pequeños, con ello los nuevos entrantes enfrentan requisitos similares a los de un concesionario de satélites comerciales de tipo geoestacionario.

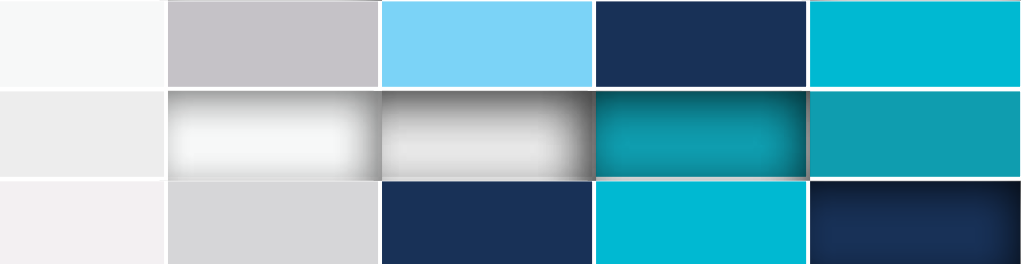


De aquí que desde la inepción del proyecto de desarrollo de un satélite pequeño, resulta fundamental el considerar y dimensionar todos los procesos regulatorios involucrados, y de esta forma conformar una misión espacial integral y realista que tome en cuenta a todos los agentes del ecosistema atendiendo en forma interdisciplinaria, colaborativa y coordinada todas las fases del proyecto.

Debido a lo anteriormente mencionado, resulta imprescindible el generar un marco de referencia regulatorio que provea orientación a las instancias académicas sobre los elementos y pasos requeridos para completar la cadena de valor de una misión centrada en la aplicación de satélites pequeños. Con este marco de referencia disponible a todos los agentes del ecosistema aeroespacial nacional, se espera lograr un incremento de casos de éxito en el flujo de aprendizaje hacia el dominio de la tecnología aeroespacial; y sobre todo contribuir a la construcción de capacidades tecnológicas y regulatorias en esta disciplina que emerge como un sector significativo a nivel nacional en cuanto a creación de empleo y desarrollo industrial.

El alcance de este marco de referencia regulatorio está circunscrito a los elementos necesarios para obtener la concesión de recurso orbital, la cual es elemento esencial para poder lanzar el satélite pequeño. Sin embargo, dada la naturaleza multifactorial del proceso regulatorio, se ha incluido información relativa a los aspectos de registro de objetos espaciales, importación-exportación y los asociados a basura espacial. De la misma forma, no se consideran los procesos normativos relacionados a pruebas y certificación de sistemas y componentes del satélite pequeño, los cuales son requeridos por la empresa a cargo del lanzamiento.

Por lo anterior se observa que en la cadena de valor del desarrollo de satélites pequeños, la tecnología es clave, sin embargo, los procesos regulatorios son eslabones cruciales para el éxito de la misión espacial y deben ser tomados en cuenta desde el génesis del proyecto, el cual es un ejercicio de naturaleza interdisciplinaria y colaborativa. El omitir estas consideraciones puede contribuir a retrasos considerables en la implementación y puesta en órbita del satélite pequeño.



2. CLASIFICACIÓN Y BREVE DESCRIPCIÓN DE SATÉLITES PEQUEÑOS

La definición clásica de un satélite natural es la de un cuerpo celeste de menor tamaño que gira alrededor de otro cuerpo celeste de mayor tamaño a una determinada distancia entre los dos, ayudado solamente por la fuerza gravitacional que existe entre los dos cuerpos. Un ejemplo típico es la Luna, que gira alrededor de la Tierra desde hace miles de millones de años.

Un satélite artificial de comunicaciones es un aparato repetidor de comunicaciones de uso espacial elaborado mediante un proceso de diseño, construcción, y transporte a su órbita final de operación. El lanzamiento del satélite se lleva a cabo mediante el uso de un cohete de combustión química, cuya trayectoria de lanzamiento y puesta en órbita final está determinada por una parte de la física denominada mecánica orbital.

Para que el cohete o lanzador pueda llegar a la altura orbital deseada con la velocidad y dirección correcta, colocar su carga útil (satélite) y mantenerse adecuadamente en la órbita exacta, es necesario conocer y manejar las ecuaciones de Kepler (altura, período y geometría de la órbita) y las ecuaciones de Newton (fuerza, masa y velocidad de los satélites) para cada satélite y órbita en particular.

Por lo general, los satélites pequeños que se describen en esta guía, tienen dimensiones y peso determinados por su aplicación, y las órbitas a las que se encuentran siguen las indicaciones y tienen las características que se mencionan en este capítulo de la Guía Regulatoria para satélites pequeños.



2.1 CLASIFICACIÓN

Los satélites de comunicaciones se clasifican por su peso, generalmente, aunque también se les puede clasificar por su tamaño, por su uso y aplicación, o por su área de cobertura.

2.1.1 POR SU PESO

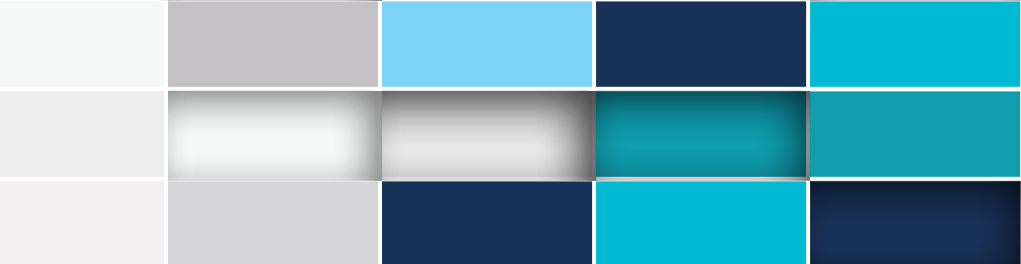
Uno de los factores más comunes utilizados para clasificar los satélites es su peso. Sin embargo, no existe un consenso sobre si se debe considerar solamente el peso del hardware (estructura, carga útil, paneles solares, batería, etc.) o también se debe tomar en cuenta el propulsor. Una de las clasificaciones más aceptadas, y la cual incluye el propulsor, es la hecha por el Centro Espacial de Surrey de la Universidad de Surrey [1] (revisar Tabla 1). De acuerdo a esta clasificación, es posible considerar a los satélites pequeños como aquellos que tienen una masa menor a los 500 kg.

Tabla 1. Clasificación de los satélites de acuerdo a su masa

Tipo	Masa (kg)
Grandes	> 1000
Medianos	500 a 1000
Mini	100 a 500
Micro	10 - 100
Nano	1 a 10
Pico	0.1 a 1.0
Femto	< 0.1

Otro de los factores con los cuales se clasifican los satélites pequeños es su órbita. En el caso de los satélites pequeños, y debido a sus limitaciones en potencia dado su tamaño, la gran mayoría se encuentra en alguna de las órbitas bajas.

Una vez que un satélite ha sido construido y probado, se encapsula y se integra mecánicamente al lanzador para llevarlo a su órbita final de liberación. Dado que un satélite en órbita terrestre requiere del balance entre la fuerza gravitacional (o centrípeta, hacia el centro de la Tierra) y la fuerza tangencial (o centrífuga, hacia afuera de la Tierra) entre el mismo satélite y la Tierra, es muy importante definir este balance en términos de la velocidad del satélite en relación con su altura orbital.



Este balance mantiene al satélite girando de manera permanente alrededor de la Tierra, evitando que el satélite caiga a la misma por la atracción de la gravedad, pero también evita que salga disparado fuera de la Tierra por la fuerza centrífuga. Para realizar sus funciones de manera correcta según su plan de vuelo, cada satélite debe estar posicionado exactamente en su lugar, dirección, velocidad y órbita adecuada.

La altura orbital se define como la distancia medida desde la superficie media de la Tierra (nivel del mar) hasta la altura del satélite. Los satélites artificiales tienen sistemas electrónicos que actúan como repetidores de comunicaciones a distancia, y con sus antenas pueden transmitir y recibir información desde cualquier lugar sobre la Tierra que esté dentro de su área de cobertura. El área cubierta por un satélite depende de su altura orbital, por lo que hay diferentes órbitas para diferentes aplicaciones. Mientras más alto se encuentre el satélite, mayor será su órbita y mayor será su área de cobertura.

2.1.2 POR POSICIÓN ORBITAL

Los satélites pueden ser geoestacionarios (GEOS¹, por sus siglas en inglés) y no geoestacionarios (NGEOS², por sus siglas en inglés), dependiendo de la relación entre su período orbital y el periodo de rotación de la Tierra. Las órbitas geoestacionarias (GEO) se llaman así dado que su distancia de la Tierra (35,758 km de altura desde el nivel del mar sobre el ecuador) les permite girar alrededor de la Tierra a la misma velocidad angular que su periodo de rotación, esto es, una vuelta cada 24 horas.

Las órbitas no geoestacionarias (NGEO) pueden estar a distintas alturas de la Tierra, donde las más comunes son las órbitas bajas (LEO³, por sus siglas en inglés), y las órbitas medias (MEO⁴, por sus siglas en inglés). Por lo general, los satélites pequeños se encuentran en órbitas NGENO y, dentro de éstas, la gran mayoría están en órbitas LEO, muy abajo de la órbita GEO, y sólo unos cuantos en órbitas medias MEO.

¹ Geostationary Earth Orbit Satellite

² Non Geostationary Earth Orbit Satellite

³ Low Earth Orbit

⁴ Medium Earth Orbit

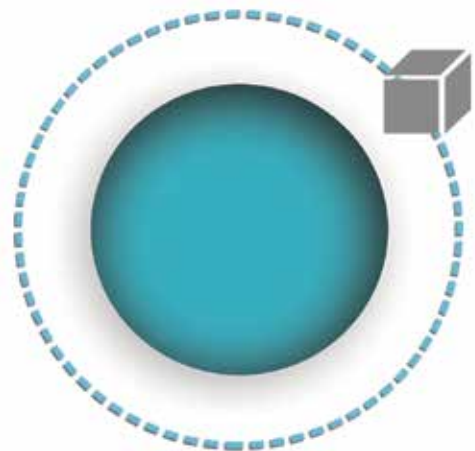


2.1.2.1 LEO

Los satélites de órbitas bajas (LEOS⁵, por sus siglas en inglés) son aquellos satélites que se encuentran entre los 200 y los 2,000 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Al orbitar, los satélites pierden velocidad debido a los efectos de fricción con las capas superiores de la atmósfera, por lo que suelen tener una vida útil corta, como los nanosatélites tipo Cubesats. Cuando se requiere una vida útil más larga, se les equipa con sistemas de corrección orbital para mantenerse a la altura correcta, como los satélites Iridium o Globalsat. Debido a la gran cercanía de los LEOS a la Tierra, ésta ejerce una gran atracción gravitacional sobre el satélite, por lo que debe llevar una gran velocidad instantánea que le proporcione una fuerza tangencial igual a la fuerza gravitacional de la Tierra y pueda mantenerse en órbita. Por eso, los periodos orbitales típicos de los cubesat suelen ser de una revolución cada 90 o 100 minutos alrededor de la Tierra. Esto implica que el satélite se debe mover a velocidades entre los 10 y 12 km/s, por lo que el satélite sólo estará a la vista de la estación terrena entre 3 y 8 minutos, dependiendo del ángulo de elevación de la antena en la estación terrena, con respecto a la trayectoria del plano orbital del satélite LEO. Si la trayectoria pasa por encima de la estación terrena, y no hay obstáculos elevados alrededor de ésta, el satélite LEO puede estar a la vista entre 6 y 8 minutos, dependiendo de su altura orbital.

Sin embargo, si existen obstáculos (montes, árboles, edificios, etc.) alrededor de la estación terrena, o la trayectoria del satélite lo hace pasar a lo lejos de la estación terrena, el tiempo de avistamiento puede ser de sólo uno o dos minutos. El poco tiempo de avistamiento no permitiría bajar mucha información del satélite en este último caso, por lo que es muy importante conocer la trayectoria orbital del satélite en todo momento, y en especial, las fechas, horarios, dirección y duración de cada avistamiento cuando el satélite LEO pase cerca de la estación terrena.

Figura 1. Órbita de un satélite LEO



⁵ Low Earth Orbit Satellites

2.1.2.2 MEO

Los satélites de órbitas bajas (MEOS⁶, por sus siglas en inglés), son aquellos satélites que se encuentran entre las órbitas LEO y la órbita GEO. Estas órbitas se localizan entre los límites de las órbitas bajas (4,000 km) y el límite inferior de la órbita geoestacionario (35,000 km). Las alturas orbitales comunes que usan los MEOS están entre los 18,000 y los 24,000 km de altura sobre la superficie de la Tierra, como se muestra en la Tabla 2.

Debido a su altura orbital, los MEOS tienen periodos orbitales que están entre las 6 y las 12 horas por cada circunferencia alrededor de la Tierra, por lo que en casos de sistemas espaciales en órbitas MEO se utilizan varios satélites consecutivos en cada órbita, y sincronizados con otras órbitas, para dar cobertura global. El arreglo de múltiples satélites que trabajan en varios planos orbitales de manera coordinada se conoce como Constelación de satélites.

Tabla 2. Alturas y órbitas típicas desde la superficie de la Tierra

Objeto desde Superficie la Tierra	Altura orbital
Nivel del mar	0 km
Cima del Monte Everest	8.8 km
Avión comercial (Jet)	10 - 12 km
Ionósfera	50 – 250 km
Satélites LEO	300 – 1,700 km
Estación Espacial Internacional	340 km
Telescopio Espacial Hubble	600 km
1er. cinturón de radiación Van Allen	1,000 – 6,000 km
Satélites MEO	18,000 – 24,000 km
2do. cinturón de radiación Van Allen	14,000 – 40,000 km
Satélites GPS	20,350 km
Satélites GEO	36,000 km
Luna	384,000 km
Marte	56,000,000 km
Sol	149,700,000 km

El uso más común de estas órbitas en los sistemas satelitales de navegación global, como el Sistema de Posicionamiento Global por satélite (GPS⁷, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, o el Sistema de Navegación Global por Satélite de la Federación Rusa (GLONASS⁸, por sus siglas en inglés). En la actualidad, aparte de los sistemas de satélites aquí mencionados, hay pocos satélites operando en la órbita MEO.

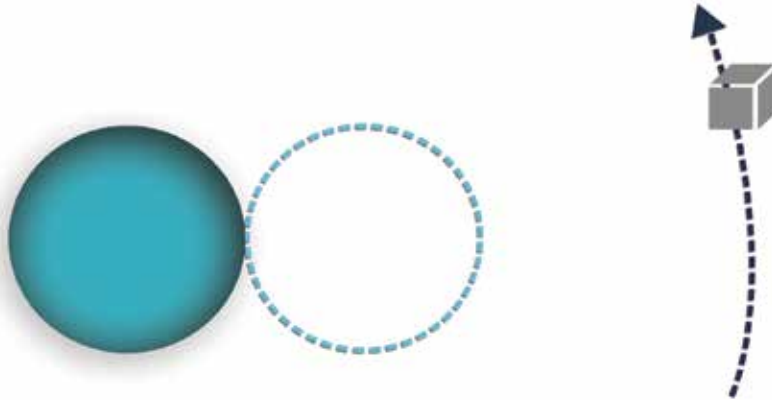
6 Medium Earth Orbit Satellites

7 Global Positioning System

8 Global Navigation Satellite System



Figura 2. Órbita de un satélite MEO



2.1.3 PLANOS ORBITALES

En el caso de satélites cuya misión requiera órbitas diferentes a las ecuatoriales, se puede diseñar otros tipos de órbitas con coberturas de tiempo parcial mientras pase el satélite (un sólo satélite LEO/MEO); de tiempo continuo mediante un grupo de satélites orbitando alrededor de la Tierra en forma consecutiva (plano orbital); o de tiempo completo mediante un grupo de satélites que trabajen en forma coordinada en distintos planos orbitales con cobertura global (Constelación de satélites).

Figura 3. Plano orbital de un satélite LEO



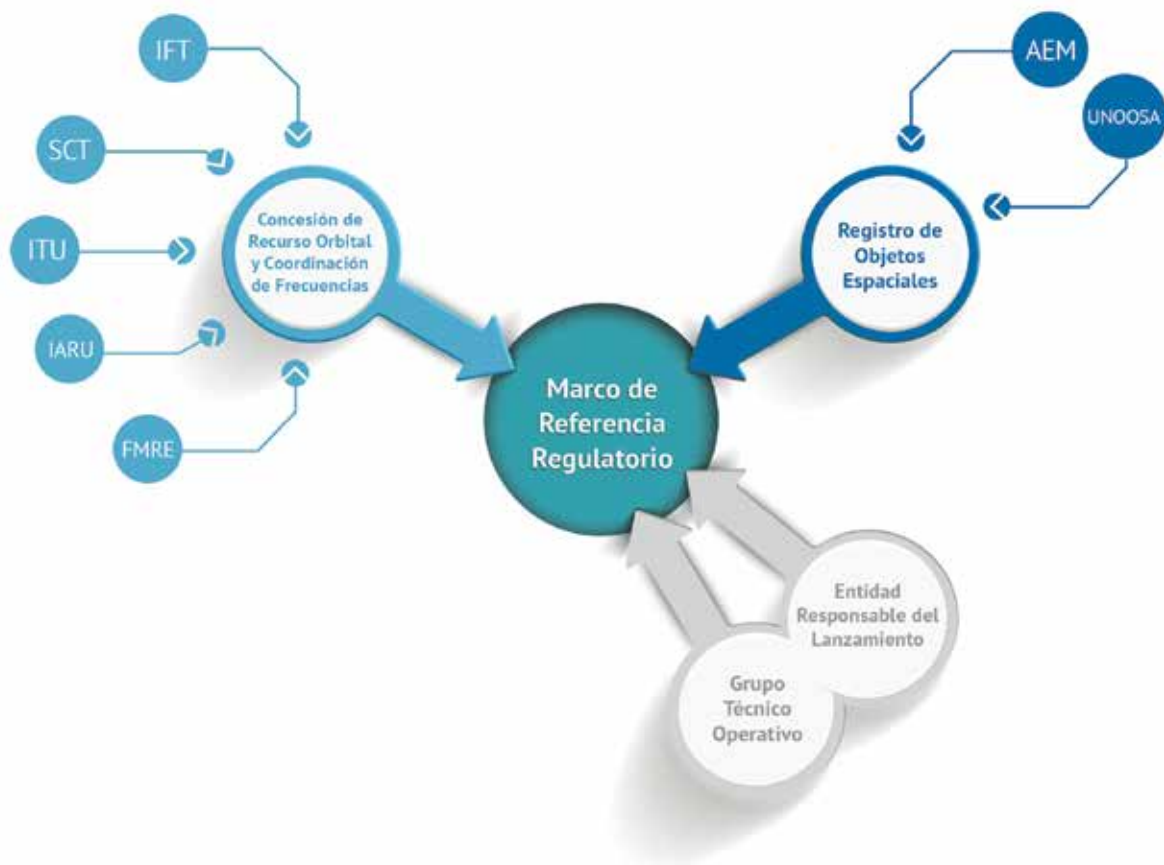
Una constelación de satélites trabaja en forma coordinada tanto en tiempo como en espacio formando un sistema de satélites, que puede ofrecer cobertura global las 24 horas del día mediante satélites en órbitas LEO (Sistemas Iridium, Globalstar) o en órbitas MEO (Sistemas GPS, GLONASS), proporcionando cobertura global en cualquier momento (24 horas del día), y en cualquier lugar del mundo incluyendo los polos. Bajo ciertas condiciones, se puede incluso considerar cobertura cuasi-global mediante sistemas satélites en un sólo plano ecuatorial en órbita GEO (Intelsat, Inmarsat), aunque sin cobertura en los polos.

Cuando se usan satélites en distintos planos orbitales, se deben evitar huecos de servicio a los usuarios causados por un mal diseño de los planos orbitales, por la mala ubicación consecutiva de los satélites en un mismo plano, o por el mal funcionamiento de alguno de los satélites en un plano dado.

1. EL ECOSISTEMA DE LA REGULACIÓN SATELITAL

El ecosistema de regulación satelital juega un rol importante para lograr una coordinación entre los diferentes usuarios de tecnología espacial, a modo de evitar interferencias dañinas entre distintos sistemas satelitales. Algunos de los actores involucrados dentro del ecosistema operan a nivel nacional y otros a

Figura 4. Ecosistema de la Regulación para la obtención de la concesión de recurso orbital





Los mecanismos regulatorios son importantes para mediar una negociación entre las administraciones de diferentes países. De esa manera no se afectan entre sí los diferentes satélites ni las estaciones terrenas. La Figura 4 muestra el ecosistema de regulación de satélites pequeños, dentro el cual existen actores relacionados a la contratación del lanzamiento, al registro de basura espacial y a la concesión de recurso orbital y de coordinación de frecuencias. El equipo técnico encargado de la construcción del satélite, interactúa directamente con las instancias regulatorias a nivel nacional; a través de éstas, llega a las instancias de nivel internacional. Este capítulo explica más a detalle los actores relacionados en la obtención, coordinación y la concesión para la ocupación y explotación de recursos orbitales, así como los relacionados al registro de objetos espaciales. En el capítulo 5 se detallará un poco más sobre los actores relacionados al proceso de contratación de lanzamiento, sin embargo éstos van a depender del país donde sea lanzado el satélite y la empresa intermediaria encargada de acoplar los satélites pequeños al lanzador.

3.1 ACTORES

El acceso a los recursos orbitales es un proceso complejo en el cual intervienen diferentes entidades nacionales e internacionales. Las entidades internacionales buscan el acceso equitativo y sin interferencias de los recursos orbitales que son solicitados por los países así como el uso sustentable del espacio. En el contexto nacional, los gobiernos establecen los mecanismos por los cuales los particulares y las entidades públicas tendrán acceso a los recursos orbitales asignados al país.

En esta sección, se presenta una breve descripción de los organismos nacionales e internacionales que participan en el proceso regulatorio para recursos orbitales, específicamente, para satélites pequeños.

3.1.1 ACTORES INTERNACIONALES

Los organismos internacionales que participan en el proceso regulatorio de los sistemas satélites son la Organización de las Naciones Unidas a través de la Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre de la Comisión sobre Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (COPUOS, por sus siglas en inglés), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y en el caso de que se utilice el servicio de aficionados por satélite, la Unión Internacional de Radioaficionados (IARU, por sus siglas en inglés).

3.1.1.1 COMISIÓN SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE CON FINES PACÍFICOS

La COPUOS es un comité de la Asamblea General de las Naciones Unidas para tratar los aspectos relacionados a la cooperación internacional para el uso pacífico del espacio ultraterrestre.

Fue creada en 1958 como un Comité ad hoc sobre el uso pacífico del espacio ultraterrestre. Inicialmente estuvo integrado por 18 países: Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, Checoslovaquia (hoy República Checa y Eslovaquia), Francia, India, Irán, Italia, Japón, México, Polonia, Suecia, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (hoy Federación Rusa), la República Árabe Unida (hoy Egipto), el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, y los Estados Unidos de América [2] y hoy en día aglutina a 77 países.

El principal mandato del Comité es fortalecer el régimen legal internacional sobre el espacio ultraterrestre para mejorar las condiciones de cooperación internacional en su uso. El Comité también debe apoyar los esfuerzos nacionales, regionales y globales, incluyendo los de las entidades del sistema de las Naciones Unidas y entidades internacionales, para maximizar los beneficios de la ciencia y tecnología espacial y sus aplicaciones.

El Comité se reúne anualmente en Viena, Austria, para discutir asuntos relacionados con el uso actual y futuro de las actividades espaciales. Los tópicos que se discuten incluyen mantener el espacio ultraterrestre para propósitos pacíficos, operación segura en órbita, desechos espaciales, clima espacial, amenazas de asteroides, el uso seguro de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, cambio climático, manejo de los recursos hídricos, sistemas globales de navegación; así como temas asociados a la legislación espacial y legislación espacial nacional.



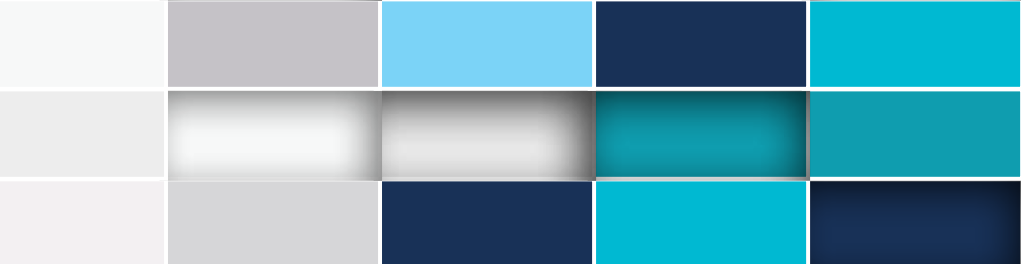
El COPUOS está integrado por dos subcomités:

- 1) El Subcomité Científico y Técnico (STSC, por sus siglas en inglés), el cual se reúne cada dos años para discutir cuestiones relacionadas con los aspectos científicos y técnicos de las actividades espaciales. Los temas que se discuten, incluyen clima espacial, objetos cercanos a la tierra, el uso de tecnología espacial para el desarrollo socioeconómico o para el manejo de desastres, sistemas de satélites globales para navegación, así como la sustentabilidad a largo plazo de las actividades espaciales
- 2) El Subcomité Legal se reúne cada dos años para discutir los aspectos legales relacionados a la exploración y uso del espacio ultraterrestre. Los temas que se discuten incluyen el estado y aplicación de los cinco tratados de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre, la definición y delimitación del espacio ultraterrestre, legislación espacial nacional, mecanismos legales para la reducción de los desechos espaciales, mecanismos internacionales para la cooperación en la exploración y uso pacífico del espacio, entre otros.

3.1.1.1 OFICINA DE NACIONES UNIDAS PARA ASUNTOS DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE

La entidad que asiste al COPOUS, es la Oficina de Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Ultraterrestre⁹ (UNOOSA, por sus siglas en inglés). Es una organización de la Secretaría General de las Naciones Unidas ubicada en la Oficina de las Naciones Unidas en Viena. Tuvo sus orígenes en 1958 con la creación de una unidad de expertos para asistir al Comité ad hoc sobre el Uso Pacífico del Espacio Ultraterrestre. En 1962 esta unidad fue reasignada al Departamento de Asuntos Políticos y Seguridad, y en 1968 se transformó en la Oficina de Asuntos Ultraterrestres. En 1993 la Oficina fue trasladada a la Oficina de las Nacionales Unidas en Viena.

⁹ <http://www.unoosa.org>



UNOOSA es la oficina responsable de promover la cooperación internacional en el uso pacífico del espacio ultraterrestre. También es responsable de implementar las responsabilidades de la Secretaría General relacionadas con la ley espacial internacional así como mantener el registro de las Naciones Unidas de objetos espaciales lanzados al espacio ultraterrestre.

3.1.1.2 UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

La UIT¹⁰ es el organismo especializado de las Naciones Unidas para las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Está encargada, entre otras cosas, de la coordinación en la atribución del espectro radioeléctrico y las órbitas satelitales a nivel internacional.

Fue fundada en 1865 como la Unión Internacional de Telegrafía, formada inicialmente por 27 estados miembros. Con el desarrollo de la telefonía y las comunicaciones inalámbricas (telegrafía inalámbrica y radiodifusión), en 1934 cambió su nombre a Unión Internacional de Telecomunicaciones de tal manera que reflejara todas sus responsabilidades. En 1947, la recién creada Organización de las Naciones Unidas reconoció a la UIT como su agencia especializada en telecomunicaciones.

Con el desarrollo de la era espacial, el uso de las órbitas geoestacionarias, al ser un recurso limitado, tenían que ser compartidas de forma justa entre los diferentes países y de tal manera que se evitara la interferencia. En 1963 la UIT organizó una Conferencia Administrativa Extraordinaria para las comunicaciones espaciales. En ella se establecieron bandas de frecuencias para diferentes servicios satelitales. En conferencias posteriores, se establecieron regulaciones para el uso de posiciones orbitales.

La UIT está organizada en tres sectores los cuales funcionan por medio de actividades de grupos de trabajo, comisiones, conferencias y talleres:

¹⁰ <http://www.itu.int>



Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T)

Este sector integra expertos de diversos países para el desarrollo de estudios y especificaciones técnicas conocidos como Recomendaciones UIT-T, los cuales funcionan como elementos básicos en la infraestructura global de TIC. Este sector tuvo su origen en el Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico (CCITT) creado en 1956 y el cual cambió su nombre a UIT-T en 1993.

El sector UIT-T cumple sus funciones mediante:

- a) Las Conferencias Mundiales de Normalización de las Telecomunicaciones;
- b) Las Comisiones de Estudio de Normalización de las Telecomunicaciones; y
- c) La Oficina de Normalización de las Telecomunicaciones.

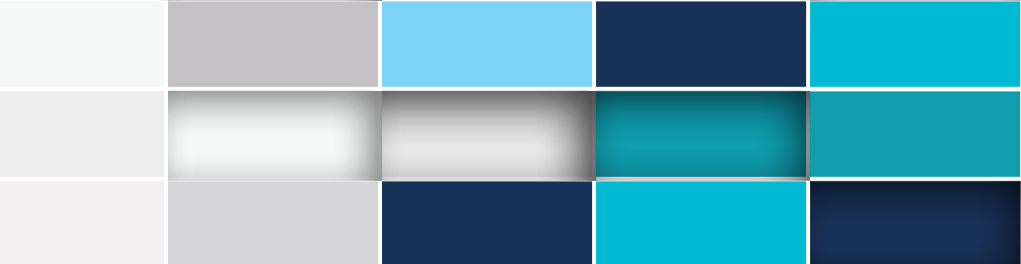
Su principal función es la emisión eficiente y en tiempo de Recomendaciones que cubran todos los campos de las telecomunicaciones a nivel internacional. Las Recomendaciones producidas por la UIT-T se convierten en obligatorias cuando un Estado las incluye en su legislación nacional.

Sector del Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D)

Es un organismo ejecutor de proyectos de desarrollo del sistema de las Naciones Unidas y de otras iniciativas de financiación, con objeto de facilitar y potenciar el desarrollo de las telecomunicaciones ofreciendo, organizando y coordinando, actividades de cooperación y asistencia técnica.

Fue creado en 1992 tras la reestructuración propuesta en la Conferencia Adicional de Plenipotenciarios, y de la cual emanó la última Constitución de la UIT.

Entre sus principales funciones están la de sensibilizar a los responsables de las decisiones de los estados miembros acerca del papel que desempeñan las telecomunicaciones en los programas nacionales de desarrollo económico y social; promover el desarrollo, expansión y explotación de las redes y servicios de telecomunicaciones, particularmente en los países en desarrollo; entre otras.



Para el desarrollo de sus actividades, contará con lo siguiente:

- a) Las Conferencias Mundiales y Regionales de Desarrollo de las Telecomunicaciones;
- b) Las Comisiones de Estudios de Desarrollo de las Telecomunicaciones;
- c) La Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

Sector de las Radiocomunicaciones (UIT-R)

La principal función de este sector es coordinar el espectro radioeléctrico, los recursos orbitales y el desarrollo de recomendaciones para la operación de los sistemas de radiocomunicación con el objetivo de lograr un uso eficiente del espectro. El espectro radioeléctrico, así como los recursos orbitales, son recursos naturales nacionales limitados. Con el acelerado cambio tecnológico y la convergencia de servicios, se presenta a nivel nacional y global un incremento en la demanda de servicios que hacen uso del espectro radioeléctrico, tales como, comunicaciones fijas, móviles, radiodifusión, radioaficionados, investigaciones espaciales, manejo de emergencias, meteorología, etc. La misión del UIT-R es asegurar el uso global equitativo y eficiente del espectro radioeléctrico de todos los servicios de radiocomunicación, incluyendo aquellos que utilizan órbitas satelitales; así como realizar estudios y aprobar recomendaciones en temas de las radiocomunicaciones.

Para asegurar la operación sin interferencias de los sistemas de radiocomunicación, se implementaron regulaciones de radiocomunicaciones y acuerdos regionales, así como la actualización de estos instrumentos a través de las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicación.

En el tema espacial, el UIT-R es el encargado de gestionar la coordinación y procedimiento de registro de los sistemas espaciales y su contraparte terrena. Procesa, publica y analiza los avisos de asignación de frecuencias enviados por las administraciones nacionales para determinar que no hay interferencias perjudiciales a terceros, y así incluir las asignaciones de frecuencia en el Registro Maestro Internacional de Frecuencias.



El principal instrumento de regulación es el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR). Este reglamento se actualiza cada cuatro años e incluye las decisiones que se hayan tomado en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicación, en las cuales participan todos los estados miembros de la UIT. Dado que uno de los principales objetivos de la UIT-R es fomentar las comunicaciones libres de interferencia en el contexto global, el RR establece las siguientes medidas:

- a) Atribución de bandas de frecuencias a diferentes tipos de servicios de comunicación;
- b) Protección reglamentaria;
- c) Límites en la potencia isotrópica radiada; y
- d) Coordinación entre las administraciones de los Estados miembros.

El sector de UIT-R cumple sus funciones mediante:

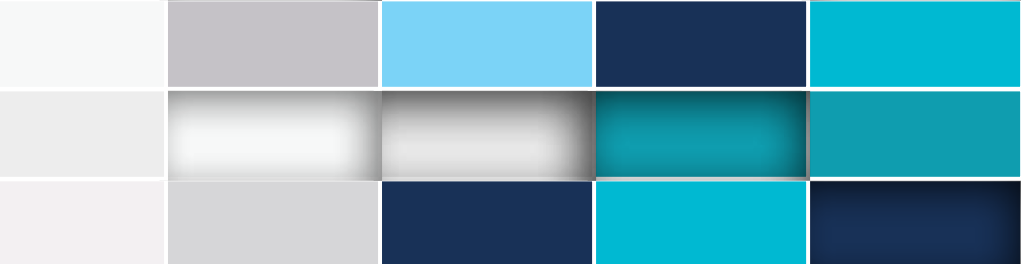
- a) Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones;
- b) Las Asambleas de Radiocomunicaciones, asociadas a las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones;
- c) Las Comisiones de Estudio;
- d) La Oficina de Radiocomunicaciones.

3.1.1.3 UNIÓN INTERNACIONAL DE RADIOAFICIONADOS

La IARU¹¹ es una confederación internacional de asociaciones nacionales de radioaficionados fundada en Francia en 1925 con 25 asociaciones nacionales [3]. Hoy en día, la IARU está formada por más de 150 asociaciones nacionales. La IARU está organizada por tres organizaciones regionales que corresponden a las tres regiones definidas por la UIT:

- a) la Región 1 integrada por Europa, África, el Medio Oriente y partes de Asia;
- b) la Región 2 integrada por América del Norte, Centro y Sur;
- c) la Región 3 integrada por la mayoría de Asia y el Pacífico

¹¹ <http://www.iaru.org>



La IARU es la única organización no gubernamental que tiene representación ante la UIT. Una de las principales actividades de la IARU dentro de la UIT es preservar el espectro radioeléctrico asignado a los servicios de radioaficionados y radioaficionados por satélite; así como promover la utilidad y valor de la radioafición.

Para asegurarse que el espectro asignado a los radioaficionados se use para este propósito, la IARU mantiene un sistema de monitoreo integrado por operadores de radioaficionados en diferentes países alrededor del mundo, que frecuentemente monitorean el espectro asignado para detectar posibles usuarios no autorizados. En caso de encontrar esta situación, los radioaficionados locales realizan el reporte ante la autoridad regulatoria del país correspondiente.

En relación al uso del espectro asignado para comunicaciones satelitales por radioaficionados, la IARU coordina el uso de bandas de frecuencia para satélites que utilizan estas bandas. Considerando que los radioaficionados son una comunidad global, es necesario una coordinación del uso del limitado espectro asignado para las comunicaciones satelitales. El máximo órgano de gobierno de la IARU, el Consejo de Administración, nombra un Consejero para Satélites de Radioaficionados, que junto con un grupo de expertos de radioaficionados, coordinan el uso de las bandas de todos los radioaficionados que desean hacer uso de este servicio [4].

3.1.2 ACTORES NACIONALES

En el ámbito nacional, los principales actores son la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Agencia Espacial Mexicana (AEM), el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) y la Federación Mexicana de Radio Experimentadores (FMRE).

3.1.2.1 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

La SCT¹² es una dependencia del Gobierno Federal que de acuerdo al Artículo 9 fracciones I, IV, VIII y IX de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LFTR) [5], es la responsable, entre otras cosas, de:

¹² <http://www.sct.gob.mx>



“Artículo 9

I) Emitir opinión técnica no vinculante al IFT, en un plazo no mayor a treinta días naturales sobre el otorgamiento, la prórroga, la revocación, así como la autorización de cesiones o cambios de control accionario, titularidad u operación de sociedades relacionadas con concesiones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión.

(...)

IV) Elaborar las políticas de telecomunicaciones y radiodifusión del Gobierno Federal;

(...)

VIII) Llevar a cabo, con la colaboración del Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), de oficio, a petición de parte interesada o a petición del IFT, las gestiones necesarias ante los organismos internacionales competentes, para la obtención de recursos orbitales a favor del Estado Mexicano, a fin de que sean concesionados para sí o para terceros;

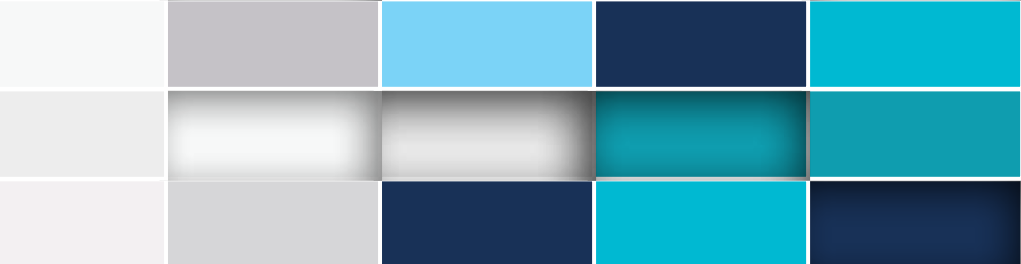
(...)

IX) Llevar a cabo los procedimientos de coordinación de los recursos orbitales ante los organismos internacionales competentes, con las entidades de otros países y con los concesionarios nacionales u operadores extranjeros; y”

3.1.2.2 AGENCIA ESPACIAL MEXICANA

La AEM fue creada por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 30 de julio de 2010 como un organismo público descentralizado del Gobierno Federal que forma parte del sector coordinado por la SCT [6]. Las tareas iniciales de la AEM fueron la de formular y proponer las Líneas Generales de la Política Espacial de México, las cuales se publicaron en el DOF el 13 de julio de 2011. Así mismo, formuló el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE) el cual se publicó el 14 de abril de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

¹³ <http://www.aem.gob.mx>



Las tareas iniciales de la AEM fueron la de formular y proponer las Líneas Generales de la Política Espacial de México, las cuales se publicaron el 13 de julio de 2011. Así mismo, formuló el Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE) el cual se publicó el 14 de abril de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

Entre las principales funciones de la AEM se encuentran las siguientes: impulsar la investigación y desarrollo en materia espacial; incrementar las capacidades del país en el sector espacial; impulsar la formación de recursos humanos especializados en materia espacial; crear programas de difusión y divulgación en materia espacial; llevar un registro nacional de las actividades espaciales; asesorar y resolver consultas que le formulen instituciones y dependencias de los diferentes órdenes y ramas de gobierno, sobre los problemas relativos a concesiones, permisos y autorizaciones de uso, desarrollo y aplicaciones tecnológicas en materia espacial; entre otros.

Con fecha del 13 de octubre de 2013, la Misión Permanente de México ante las Naciones Unidas (Viena) informó al Secretario General de las Naciones Unidas la implementación de un registro nacional de objetos lanzados en órbita terrestre o en un punto más distante. Dicho registro nacional se estableció el 1 de marzo de 2013 y su mantenimiento está a cargo de la Coordinación General de Asuntos Internacionales y de Seguridad en Materia Espacial de la AEM.

Como parte de la participación de México en la COPUOS, la AEM participa en este Comité y prepara los informes de las actividades espaciales nacionales bajo la coordinación de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y la Misión Permanente de México en Viena [7] .

3.1.2.3 INSTITUTO FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES

De acuerdo al Artículo 7 de la LFTR, el IFT¹⁴ es un órgano público autónomo, independiente en sus decisiones y funcionamiento, con personalidad jurídica y patrimonio propios, que tiene por objeto regular y promover la competencia y el desarrollo eficiente de las telecomunicaciones y la radiodifusión en el ámbito de las atribuciones que le confieren la Constitución y en los términos que fijan la LFTR y demás disposiciones legales aplicables.

¹⁴ <http://www.ift.gob.mx>



Asimismo, el Instituto tiene a su cargo la regulación, promoción y supervisión del uso, aprovechamiento y explotación del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales, los servicios satelitales, las redes públicas de telecomunicaciones y la prestación de los servicios de radiodifusión y de telecomunicaciones, así como del acceso a la infraestructura activa y pasiva y otros insumos esenciales, sin perjuicio de las atribuciones que corresponden a otras autoridades en los términos de la legislación correspondiente.

Entre las principales atribuciones en materia especial que tiene el IFT se encuentran las siguientes:

“Artículo 15.

I) Expedir disposiciones administrativas de carácter general, planes técnicos fundamentales, lineamientos, modelos de costos, procedimientos de evaluación de la conformidad, procedimientos de homologación y certificación y ordenamientos técnicos en materia de telecomunicaciones y radiodifusión; así como demás disposiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en esta Ley;
(...)

III) Elaborar, publicar y mantener actualizado el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias;

IV) Otorgar las concesiones previstas en esta Ley y resolver sobre su prorrogación, modificación o terminación por revocación, rescate o quiebra, así como autorizar cesiones o cambios de control accionario, titularidad u operación de sociedades relacionadas con concesiones;
(...)

VII) Llevar a cabo los procesos de licitación y asignación de bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en materia de telecomunicaciones y radiodifusión, y de recursos orbitales con sus bandas de frecuencias asociadas;
(...)

VIII) Fijar tanto el monto de las contraprestaciones por el otorgamiento de las concesiones, así como por la autorización de servicios adicionales vinculados a estas, previa opinión no vinculante de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
(...)

XXXII) Colaborar con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en las gestiones que realice ante los organismos internacionales competentes, para la obtención de recursos orbitales a favor del Estado Mexicano;

XXXIII) Colaborar con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la coordinación de recursos orbitales ante los organismos internacionales competentes, con las entidades de otros países y con los concesionarios u operadores nacionales o extranjeros; y

XLII) Llevar y mantener actualizado el Registro Público de Telecomunicaciones, que incluirá la información relativa a las concesiones en los términos de la LFTR.”

3.1.2.4 FEDERACIÓN MEXICANA DE RADIO EXPERIMENTADORES

La FMRE¹⁵ es la sociedad miembro de IARU reconocida en México. Creada en 1932, como una liga de radioclubes, es un organismo deportivo que tiene como funciones primordiales la representación de la radioafición mexicana ante autoridades y organismos nacionales e internacionales, así como la promoción de la práctica de la radioexperimentación en México. Perteneció al Sistema Nacional del Deporte de la Comisión Nacional de Cultura y Deporte (CONADE) y al Sistema Nacional de Protección Civil (SINPROC) de la Secretaría de Gobernación. Actualmente, la conforman 500 radioaficionados y 250 radioescuchas.

Su estructura la conforman 32 asociaciones, una en cada estado de la República, lo que le permite tener presencia en todo el país. Desde su fundación, sus miembros han participado en el desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos de gran importancia: Guillermo González Camarena, distintivo de llamada XE1GC, fue el inventor de la televisión a color y fundador del Canal 5 de TV; asimismo, David Liberman, distintivo de llamada XE1TU, fue el líder del proyecto UNAMSAT.

Desde 1962, la FMRE tiene el encargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de coordinar la Red Nacional de Emergencia, que es el mecanismo mediante el cual la radioafición mexicana apoya a la sociedad civil y a las autoridades en situaciones de emergencia o desastre natural. Esta participación es constante y automática en este tipo de situaciones ya que la radioafición no requiere de infraestructura centralizada para operar; esta actividad ha hecho merecedora a la

¹⁵ <http://www.fmre.org.mx>



FMRE de varios reconocimientos, destacándose los otorgados por el Presidente y el Senado de la República motivo de las afectaciones en la Ciudad de México y otras ciudades del país por los sismos de septiembre de 1985.

La FMRE promueve a la radioafición en el país a través de las actividades que realizan sus radioclubes y afiliados, tales como las operaciones especiales, la participación en concursos nacionales e internacionales, el desarrollo de proyectos tecnológicos: entre muchos otros. Asimismo, la FMRE tiene en marcha un sistema formal y estructurado de capacitación para formar nuevos radioaficionados y actualizar los conocimientos del resto de sus afiliados.

En los últimos años, los radioaficionados mexicanos, a través de la FMRE, se han acercado a las instituciones de educación media superior y superior estableciendo mecanismos para formar nuevos radioaficionados y establecer radioclubes en dichas instituciones y, al mismo tiempo, compartir con los grupos académicos involucrados en proyectos de radiocomunicaciones, sus conocimientos y experiencias obtenidas.

La experiencia de los miembros de la FMRE puede ser de gran utilidad a los grupos de investigación, esta institución abre la posibilidad de colaborar en iniciativas académicas relativas a satélites pequeños. Algunas de las instituciones con la que se han realizado proyectos conjuntos son: la Universidad de Colima, el Instituto Tecnológico de San Luis Potosí, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, entre otras.

3.2 MARCO REGULATORIO

Derivado de los actores involucrados en el proceso regulatorio de las comunicaciones satelitales, el marco normativo contiene una componente internacional y una componente nacional. A nivel internacional, las Naciones Unidas y la UIT han implementado procedimientos y regulaciones que permiten el acceso de los recursos orbitales a los países que los requieran buscando siempre la no interferencia a los sistemas ya existentes así como la disminución de la basura espacial.

Por otro lado, las administraciones nacionales han establecido procedimientos administrativos que permitan a las empresas y ciudadanos, usar, aprovechar y explotar dichos recursos de una manera eficiente y que al mismo tiempo, coadyuven al desarrollo socioeconómico de la población.

3.2.1 ENTORNO INTERNACIONAL

El 4 de octubre de 1957 fue un hito en la historia de la humanidad debido al lanzamiento exitoso del primer satélite artificial por parte de la Unión Soviética. Este suceso marcó el inicio de la carrera espacial, principalmente entre los Estados Unidos de América y la Unión Soviética, quienes se encontraban inmersos en lo que hoy se conoce como la guerra fría.

La guerra fría fue un sinónimo de una carrera armamentista que amenazaba extenderse hacia el espacio. En 1963, la Asamblea General de ONU adoptó la Resolución 1962 (XVIII) -- Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. Esta resolución estableció que el uso del espacio ultraterrestre debe regirse con los siguientes principios:

- i) La exploración y la utilización del espacio ultraterrestre deberán hacerse en provecho y en interés de toda la humanidad.
- ii) El espacio ultraterrestre y los cuerpos celestes podrán ser libremente explorados y utilizados por todos los Estados en condiciones de igualdad y en conformidad con el derecho internacional.
- iii) El espacio ultraterrestre y los cuerpos celestes no podrán ser objeto de apropiación nacional mediante reivindicación de soberanía, mediante el uso y la ocupación, ni de ninguna otra manera.
- iv) Las actividades de los Estados en materia de exploración y utilización del espacio ultraterrestre deberán realizarse de conformidad con el derecho internacional, incluida la Carta de las Naciones Unidas, en interés del mantenimiento de la paz y la seguridad internacional y del fomento de la cooperación y la comprensión internacional.
- v) Los Estados serán responsables internacionalmente de las actividades nacionales que realicen en el espacio ultraterrestre los organismos gubernamentales o las entidades no gubernamentales, así como de asegurar la observancia, en la ejecución de esas actividades nacionales y de los principios enunciados en la presente Declaración.



- vi) En la exploración y la utilización del espacio ultraterrestre, los Estados se guiarán por el principio de la cooperación y la asistencia mutua y en todas sus actividades en el espacio ultraterrestre deberán tener debidamente en cuenta los intereses correspondientes de los demás Estados.
- vii) En el Estado en cuyo registro figure el objeto lanzado al espacio ultraterrestre, retendrán su jurisdicción y control sobre tal objeto, así como sobre todo el personal que vaya en él, mientras se encuentre en el espacio ultraterrestre. Cuando esos objetos o esas partes componentes sean hallados fuera de los límites del Estado en cuyo registro figuren, se devolverán a ese Estado, que deberá proporcionar, antes de que se efectúe la devolución, los datos de identificación que en su caso se soliciten.
- viii) Todo Estado que lance u ocasione el lanzamiento de un objeto al espacio ultraterrestre, y todo Estado desde cuyo territorio o cuyas instalaciones se lance un objeto, serán responsables internacionalmente, de los daños causados a otro Estado extranjero o a sus personas naturales o jurídicas por dicho objeto o sus partes componentes en tierra, en el espacio aéreo o en el espacio ultraterrestre.
- ix) Los Estados considerarán a todos los astronautas como enviados de la humanidad en el espacio ultraterrestre, y les prestarán toda la ayuda posible en caso de accidente, peligro o aterrizaje forzoso en el territorio de un Estado extranjero o en alta mar. Los astronautas que hagan dicho aterrizaje serán devueltos por medio seguro y sin tardanza al Estado de registro de su vehículo espacial.

Estos principios se pueden considerar como la base jurídica general para la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos y han servido como marco de referencia para el desarrollo del derecho espacial. Posterior a la declaración de principios, la ONU elaboró cinco tratados que fueron firmados por diferentes estados miembros, los cuales, prácticamente desglosan los conceptos contenidos en la declaración de principios:

- i) El Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes (resolución 2222 (XXI) de la Asamblea General), aprobado el 19 de diciembre de 1966, abierto a la firma el 27 de enero de 1967, entró en vigor el 10 de octubre de 1967;

- ii) El Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (resolución 2345 (XXII) de la Asamblea General), aprobado el 19 de diciembre de 1967, abierto a la firma el 22 de abril de 1968, entró en vigor el 3 de diciembre de 1968;
- iii) El Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales (resolución 2777 (XXVI) de la Asamblea General), aprobado el 29 de noviembre de 1971, abierto a la firma el 29 de marzo de 1972, entró en vigor el 11 de septiembre de 1972;
- iv) El Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (resolución 3235 de la Asamblea General), aprobado el 12 de noviembre de 1974, abierto a la firma el 14 de enero de 1975, entró en vigor el 15 de septiembre de 1976; y
- v) El Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (resolución 34/68 de la Asamblea General), aprobado el 5 de diciembre de 1979, abierto a la firma el 18 de diciembre de 1979, entró en vigor el 11 de julio de 1984.

Estos cinco tratados, a los cuales se les refiere como “los cinco tratados de las Naciones Unidas sobre el espacio ultraterrestre” (revisar Anexo 1), abordan aspectos como la no apropiación del espacio exterior; la no proliferación de armas de destrucción masiva; libertad de exploración; reparación de daños causados por objetos espaciales; rescate de astronautas y vehículos espaciales; la prevención de impactos negativos entre las actividades espaciales y el ambiente; la notificación y registro de actividades espaciales; la investigación científica; la explotación de recursos naturales en el espacio ultraterrestre y la conciliación de disputas entre Estados debido a actividades espaciales.

3.2.1.1 ACUERDOS INTERNACIONALES FIRMADOS POR MÉXICO EN MATERIA ESPACIAL

El Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes.



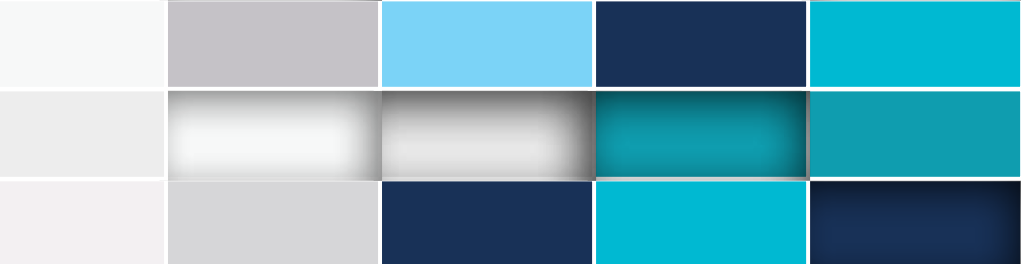
Este tratado fue puesto a consideración del Subcomité Legal del COPUOS en 1966, se adoptó por la Asamblea General de la ONU en la resolución 2222(XXI) y entró en vigor el 10 de octubre de 1967. El contenido del tratado se basó considerablemente en la Declaración de los principios jurídicos que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre que fue adoptada por la Asamblea General en 1962.

Este tratado provee el marco de referencia básico del derecho espacial, incluyendo los siguientes principios:

- i) La exploración y utilización del espacio ultraterrestre debe ser llevado a cabo para el beneficio y los intereses de todas las naciones y debe ser patrimonio de la humanidad;
- ii) El espacio ultraterrestre debe ser libre para la exploración y utilización por todos los Estados;
- iii) El espacio ultraterrestre no podrá ser objeto de apropiación nacional por medio de la proclamación de soberanía, la ocupación o por cualquier otro medio;
- iv) Los Estados no podrán colocar armas nucleares o armas de destrucción masiva en órbita, en cuerpos celestes o en el espacio o de cualquier otra manera;
- v) La luna y cualquier otro cuerpo celeste solo podrá ser usado para propósitos pacíficos;
- vi) Los astronautas se consideraran como embajadores de la humanidad;
- vii) Los Estados serán responsables de las actividades espaciales nacionales, independientemente si son llevadas a cabo por agencias de gobierno o no gubernamentales;
- viii) Los Estados serán responsables de los daños causados por sus objetos espaciales; y
- ix) Los Estados deberán evitar la contaminación dañina del espacio o de los cuerpos celestes.

Al primero de enero de 2016, 129 países han firmado este tratado, incluyendo México [8].

Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre



El acuerdo sobre salvamento fue negociado por el Subcomité Legal del COPUOS desde 1962 hasta 1967. En la Asamblea General de la ONU de 1967, se llegó a un conceso sobre el Acuerdo y éste entró en vigor en diciembre de 1968. El Acuerdo básicamente profundiza en los artículos 5 y 8 del tratado de espacio ultraterrestre y en él se establece que los Estados adoptarán todas las medidas posibles para rescatar y auxiliar a astronautas en peligro y retornarlos lo más rápidamente posible al país de origen. Asimismo, el acuerdo también establece que los Estados deberán apoyar en la recuperación de objetos espaciales que hayan retornado a la Tierra fuera del territorio del Estado lanzador.

Al primero de enero de 2016, este acuerdo lo han firmado 108 Estados, incluido México [8].

Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales.

El convenio sobre responsabilidad fue elaborado y negociado entre 1963 y 1972. En 1972 se llegó a un consenso en la Asamblea General de la ONU y entró en vigor en septiembre de ese mismo año. El convenio de responsabilidad prevé que un Estado de lanzamiento será responsable absoluto de los daños que se causen en la superficie de la Tierra o en aeronaves y responsable de los daños que se causen a otros objetos espaciales. Un Estado solo podrá ser responsable de los daños que un objeto espacial de su propiedad cause a otro objeto espacial de otro Estado, cuando las causas que originaron el daño sean su responsabilidad.

En el caso de lanzamientos en donde participen dos o más Estados, todos serán responsables solidarios por los daños que su objeto espacial pudiese causar en la superficie de la Tierra o fuera de la misma.

El Convenio también prevé procedimientos para la resolución de las reclamaciones por daños y perjuicios.

Para efectos de este convenio, se precisaron los siguientes términos:



- a) Daño, cualquier pérdida de vida, lesiones corporales u otros perjuicios a la salud, así como la pérdida o daño de bienes de Estados, o de personas físicas o morales, o de organizaciones internacionales intergubernamentales;
- b) Lanzamiento, incluye también todo intento de lanzamiento;
- c) Estado de lanzamiento:
 - i) Un Estado que lance o promueva el lanzamiento de un objeto espacial;
 - ii) Un Estado desde cuyo territorio o desde cuyas instalaciones se lance un objeto espacial;
- d) Objeto espacial, también incluye las partes o componentes de un objeto espacial, así como el vehículo propulsor y sus partes.

Al 1 de enero de 2016, 113 Estados han firmado el Convenio, incluido México [8].

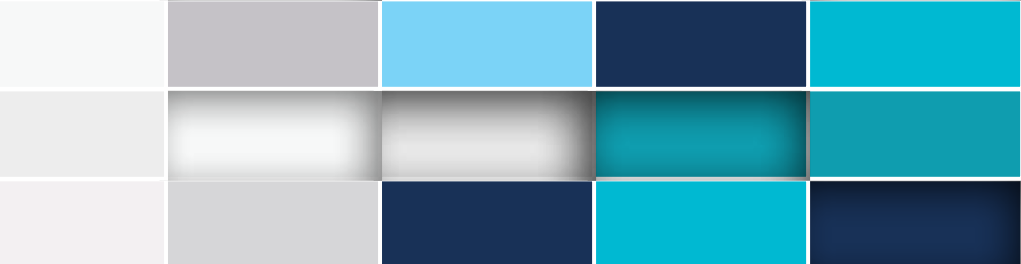
Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre

El Convenio de Registro fue adoptado por la ONU en 1975 y entró en vigor en 1976. Dicho convenio requiere que los Estados envíen información a la ONU que permita la identificación de los objetos espaciales en órbita. Cabe destacar, que la ONU ya llevaba un registro de objetos espaciales de acuerdo a la Resolución 1721B (XVI) de 1961 [9]. Este Convenio, complementa la Resolución anterior con detalles sobre la información que se debe entregar así como aspectos relacionados al Convenio de Responsabilidad. El acceso a la información de este registro es público y de libre acceso.

Cuando haya dos o más Estados de lanzamiento con respecto a un objeto espacial lanzado en órbita terrestre o más allá, dichos Estados deberán determinar cuál Estado se considera el Estado de registro. Solo puede haber un Estado de registro por objeto espacial.

Bajo este Convenio, los Estados que lancen un objeto espacial en órbita terrestre o más allá, deberán registrarlo por medio de su inscripción en un registro nacional que se llevará para tal efecto. Todos los Estados de lanzamiento notificarán al Secretario General de las Naciones Unidas sobre la creación de este registro.

En el caso de México, la AEM es la encargada de llevar dicho registro como se establece en la nota verbal de fecha 31 de octubre de 2013 dirigida al Secretario General (de



las Naciones Unidas) por la Misión Permanente de México ante las Naciones Unidas (Viena) (revisar Anexo 2). En dicho aviso se informa que el registro se estableció el 1 de marzo de 2013 y su mantenimiento estará a cargo de la Coordinación General de Asuntos Internacionales y de Seguridad en Materia Espacial de la AEM.

Independientemente del registro nacional, el Secretario General de las Naciones Unidas llevará un registro en el que se inscribirá la siguiente información:

- a) Nombre del Estado o de los Estados de lanzamiento;
- b) Una designación del objeto espacial o su número de registro;
- c) Fecha y territorio o lugar de lanzamiento;
- d) Parámetros orbitales básicos, incluso:
 - i) Periodo nodal;
 - ii) Inclinación;
 - iii) Apogeo; y
 - iv) Perigeo.
- e) Función general del objeto espacial

El Estado de registro proporcionará esta información al Secretario General de las Naciones Unidas en cuanto sea factible. Al 1 de enero de 2016, 66 Estados han firmado el acuerdo, incluido México [8].

Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes

El acuerdo fue adoptado por la Asamblea General en 1979, pero no fue hasta 1984 que entró en vigor debido a que se requerían que cinco estados lo firmaran y ratificaran. El acuerdo reafirma y complementa lo estipulado en el Acuerdo del Espacio Ultraterrestre en relación a la Luna y otros cuerpos celestes: La luna y los cuerpos celestes deben ser usados exclusivamente para fines pacíficos; su ambiente no debe ser alterado; y la ONU debe ser informada de la localización y propósito de cualquier instalación en dichos cuerpos. El acuerdo también estipula que la luna y sus recursos naturales son herencia común de la humanidad y que para su explotación, se debe establecer un régimen internacional que gestione la explotación de dichos recursos.

Al 1 de enero de 2016, 20 Estados han firmado el acuerdo, incluyendo México [8].



3.2.1.2 **REGLAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES DE LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**

El Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) es un instrumento de regulación internacional que complementan a la Constitución y el Convenio de la UIT. El RR tiene carácter supranacional, es decir, es de observancia obligatoria entre todos los miembros que firmaron la Constitución de la UIT en 1992. Como instrumento de regulación, rige la utilización del espectro radioeléctrico y las órbitas de los satélites geoestacionarios y no geoestacionarios. Su última edición (2012) fue adoptada en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2012 en Ginebra, Suiza, e incorpora los cambios de las CMR de 1997, 2000, 2003, 2007, 2012. El RR está integrado por cuatro volúmenes:

- a) Volumen 1, Artículos (revisar Anexo 3);
- b) Volumen 2, Apéndices (revisar Anexo 4);
- c) Volumen 3, Resoluciones y Recomendaciones (revisar Anexo 5);
- d) Volumen 4, Recomendaciones de la UIT-R incorporadas por referencias (revisar Anexo 6).

Los volúmenes de los Artículos y Apéndices son los de mayor relevancia para la solicitud del recurso orbital, ya que en ellos se describe el proceso de notificación de asignación de frecuencias y el tipo de información técnica que se tiene que enviar a la UIT cuando se requiera colocar en órbita un satélite.

Algunos de los artículos del RR con los que se deben familiarizar las personas involucradas en el desarrollo de satélites son los siguientes:

- a) **Artículo 5, Atribución de frecuencias.** En este artículo se presentan las regiones en que se divide el mundo para efecto de la gestión del espectro radioeléctrico. También incluye el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias en el cual se indican los servicios atribuidos a las diferentes bandas de frecuencias. Este cuadro de atribución sirve de referencia para las instancias regulatorias de los diferentes países, en la elaboración de sus políticas regulatorias de radiocomunicaciones.

- b) **Artículo 9, Procedimiento para efectuar la coordinación** u obtener el acuerdo de otras administraciones. En este artículo se describen los procedimientos para solicitar la coordinación de las frecuencias para los casos en que el satélite no requiera la coordinación (Sección IA) y cuando se requiera coordinación (Sección IB);
- c) **Artículo 11, Notificación e inscripción de asignaciones de frecuencia.** En este artículo se describe el procedimiento para enviar la notificación de la asignación de frecuencia así como el procedimiento que la Oficina de Radiocomunicaciones debe seguir para evaluar la notificación;
- d) **Artículo 19, Identificación de las estaciones.** Este artículo aborda el tema de los distintivos de llamada que permitan identificar a la estación;
- e) **Artículo 22, Servicios espaciales.** Este artículo incluye aspectos importantes que los diseñadores de los satélites deben tomar en cuenta para evitar que los satélites causen interferencias a otros sistemas;
- f) **Artículo 25, Servicios de Aficionados.** Este artículo describe algunas de las características que se deben tomar en cuenta para que un satélite funcione en el Servicio de Aficionados por Satélite.

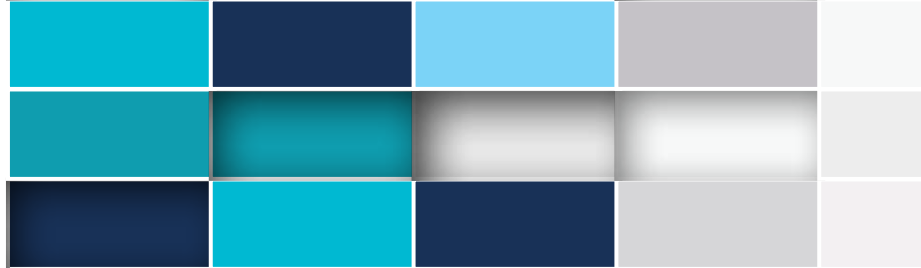
En lo que respecta a los Apéndices, el Apéndice 4 contiene las características que se tienen que enviar a la UIT cuando se vaya a realizar una notificación. Está integrado por dos anexos:

- a) **El Anexo 1**, el cual contiene las características de las estaciones de los servicios terrenales; y
- b) **El Anexo 2**, el cual contiene las características de las redes de satélites, de las estaciones terrenas o de las estaciones de radioastronomía.

Regiones

Para efectos de la gestión del espectro radioeléctrico, el Artículo 5 del RR divide al mundo en tres regiones de “radiocomunicaciones” como se muestra en la Figura 5.

La Región 1 comprende la zona limitada al este por la línea A y al oeste por la línea B, incluyendo África y Europa, exceptuando el territorio de la República Islámica del Irán. Comprende también la totalidad de los territorios de Armenia, Azerbaiyán, Federación de Rusia, Georgia, Kazajistán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Tayikistán,

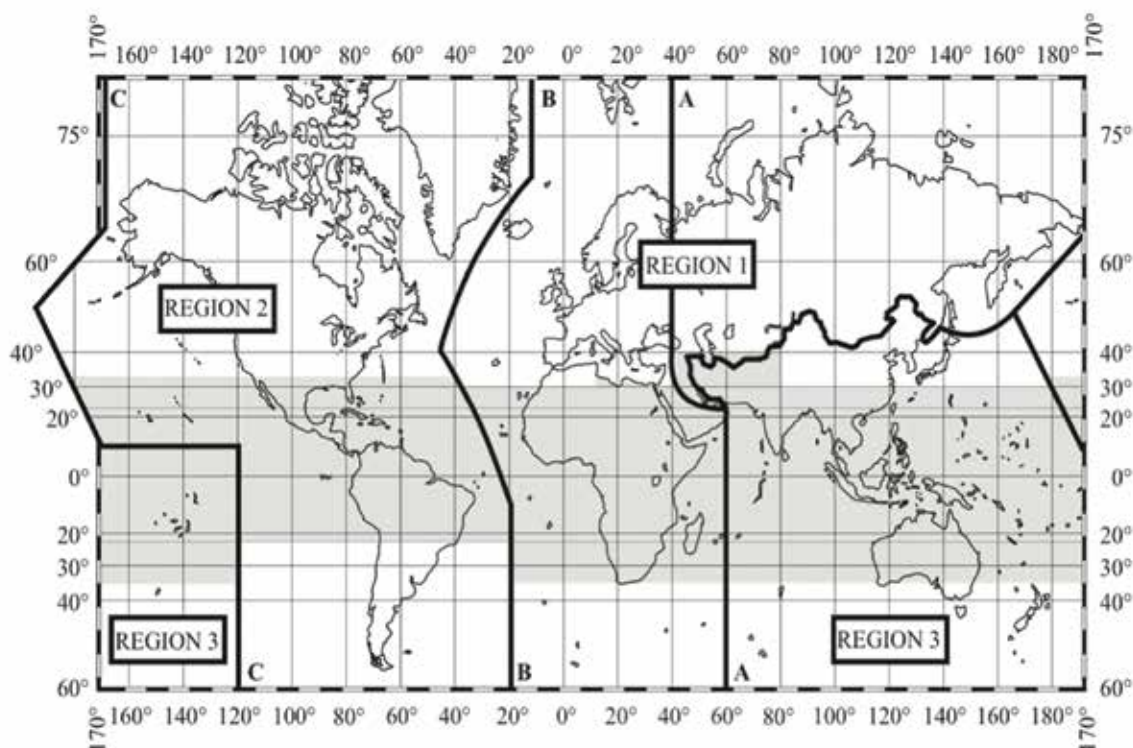


Turkmenistán, Turquía, y Ucrania y la zona al norte de la Federación de Rusia que se encuentra entre las líneas A y C.

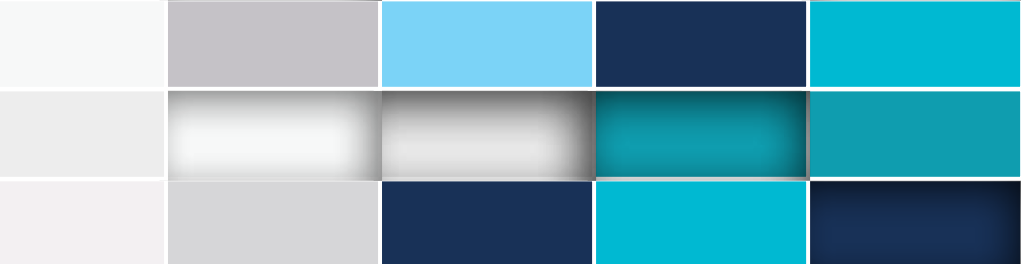
Comprende también la totalidad de los territorios de Armenia, Azerbaiyán, Federación de Rusia, Georgia, Kazajistán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Turquía, y Ucrania y la zona al norte de la Federación de Rusia que se encuentra entre las líneas A y C.

La Región 2 comprende al continente Americano, Groenlandia y las islas que se encuentren al este de la línea C y al oeste de la línea B;

Figura 5. Regiones definidas por la UIT. Fuente UIT.



La Región 3 comprende la zona limitada al este por la línea C y al oeste por la línea A, excepto el territorio de Armenia, Azerbaiyán, Federación de Rusia, Georgia, Kazajistán, Mongolia, Uzbekistán, Kirguistán, Tayikistán, Turkmenistán, Turquía, Ucrania y la zona al norte de la Federación de Rusia. Comprende, asimismo, la parte del territorio de la República Islámica del Irán situada fuera de estos límites.



Para consultar detalles más específicos sobre la división de las regiones, puede consultar la Sección I del Artículo 5 del RR.

Cada una de las regiones tiene asignadas bandas de frecuencias para los diferentes servicios especificados en el RR. En la mayoría de los casos, la asignación de las bandas a las diferentes regiones es la misma, sin embargo, existen particularidades que están descritas como notas en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias.

3.2.1.2.1 SERVICIOS

El RR está basado en el concepto de “servicios”. Los servicios representan las diferentes aplicaciones que usan el espectro radioeléctrico para fines de telecomunicaciones así como para otros fines como el de observación de la Tierra. La Tabla 3 lista los tipos servicios especificados en el RR para aplicaciones satelitales.

Cada servicio tiene atribuidas bandas de frecuencias en las que puede ser utilizado. Sin embargo, como el espectro es limitado, no es posible que cada servicio cuente con una banda de frecuencia de uso exclusivo, por lo que en la mayoría de los casos se tiene que compartir con dos o más servicios. Cuando esto sucede, el RR clasifica los servicios en primarios y secundarios.

Las estaciones de servicios primarios tienen prioridad sobre el uso de la banda de frecuencias y pueden solicitar protección contra interferencias perjudiciales que estaciones de servicios secundarios les pudieran causar. Asimismo, las estaciones de servicio secundario no podrán reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por una estación de un servicio primario, sin embargo, si podrán reclamar protección contra interferencias causadas por otra estación de servicio secundario.



Tabla 3. Tipos de servicios para aplicaciones satelitales

Servicio móvil aeronáutico por satélite
Servicio de radioaficionados por satélite
Servicio de radiodifusión por satélite
Servicio de exploración de la Tierra por satélite
Servicio fijo por satélite
Servicio intersatelital
Servicio móvil terrestre por satélite
Servicio móvil marino por satélite
Servicio móvil marino de radionavegación por satélite
Servicio meteorológico por satélite
Servicio móvil por satélite
Servicio de radiodeterminación por satélite
Servicio de radiolocalización por satélite
Servicio de radionavegación por satélite
Servicio de operaciones espaciales
Servicio de investigación espacial
Servicio satelital

3.2.1.2.2 COORDINACIÓN DE FRECUENCIAS

El espectro radioeléctrico es un recurso limitado, y a la vez, altamente demandado, lo que requiere de procedimientos de coordinación que permitan la reutilización de frecuencias así como comunicaciones libres de interferencia entre los diferentes usuarios. La UIT ha establecido, para algunas bandas de frecuencias, un procedimiento formal de coordinación de frecuencias que las administraciones de los Estados miembros deben llevar a cabo para asegurar comunicaciones libres de interferencia entre los diferentes sistemas satelitales nacionales. Este procedimiento se encuentra descrito en la Sección II del Artículo 9 del RR. Para conocer cuales bandas requieren llevar a cabo el procedimiento de coordinación, se debe consultar

las notas del cuadro de atribución de frecuencias del Artículo 5 del RR. En la Tabla 4 se enlistan las bandas por debajo de 10 GHz que requieren coordinación.

Tabla 4. Bandas de frecuencias por debajo de 10 GHz sujetas a coordinación

Banda	Servicio satelital	Nota RR	
137 – 138 MHz	Servicio móvil	5.208	
148.0 – 149.9 MHz	Servicio móvil	5.219	
149.9 – 150.05 MHz	Servicio móvil	5.220	
399.9 – 400.05 MHz	Servicio móvil	5.220	
312 – 315 MHz	Servicio móvil	5.255	Tierra – espacio
387 – 390 MHz	Servicio móvil	5.255	Espacio - Tierra
400.15 – 401.00 MHz	Servicio móvil	5.264	
454 – 456 MHz	Servicio móvil	5.286A	
459 – 460 MHz	Servicio móvil	5.286A	
1,518 – 1,525 MHz	Servicio móvil	5.348	
1,525 – 1,559 MHz	Servicio móvil	5.354	
1,626.5 – 1,660.5 MHz	Servicio móvil	5.354	
1,610.0 – 1,626.5 MHz	Servicio móvil	5.364	Tierra - espacio
1,613.8 – 1,626.5 MHz	Servicio móvil	5.365	Espacio - Tierra
1,668 – 1,675 MHz	Servicio móvil	5.379B	
1,980 – 2,010 MHz	Servicio móvil	5.389A	
2,170 – 2,200 MHz	Servicio móvil	5.389A	
2,010 – 2,025 MHz	Servicio móvil	5.389C	
2,160 – 2,170 MHz	Servicio móvil	5.389C	
2,310 – 2,360 MHz	Radiodifusión	5.396	
2,483.5 – 2,500 MHz	Servicio móvil	5.402	
2,483.5 – 2,500 MHz	Radiodeterminación	5.402	
2,500 – 2,520 MHz	Servicio móvil	5.414	Espacio-Tierra
2,670 – 2,690 MHz	Servicio móvil	5.419	
2,655 – 2,670 MHz	Servicio móvil	5.420	Tierra-espacio
5,030 - 5,091 MHz	Móvil aeronáutico	5.443D	
5,091 – 5,150 MHz	Servicio fijo	5.444	Tierra-espacio
5,150 – 5,250 MHz	Servicio fijo	5.447	Tierra-espacio
5,150 – 5,216 MHz	Servicio fijo	5.448	Espacio-Tierra
6,700 - 7,075 MHz	Servicio fijo	5.458B	Espacio-Tierra



3.2.1.2.3 REGISTRO INTERNACIONAL MAESTRO DE FRECUENCIAS

El Registro Internacional Maestro de Frecuencias (MIFR, por sus siglas en inglés) es una base de datos que contiene las asignaciones de frecuencias que han sido notificadas a la UIT de acuerdo al procedimiento del RR.

Las notificaciones de asignación de frecuencias que hayan obtenido una evaluación favorable de acuerdo al Artículo 11.31 del RR, tendrán el reconocimiento internacional y estarán protegidas contra interferencias que pudieran ocasionarle nuevos sistemas satelitales. Las administraciones de los Estados miembros deberán tomar en cuenta las frecuencias registradas en el MFIR al momento de realizar sus asignaciones al interior de sus países.

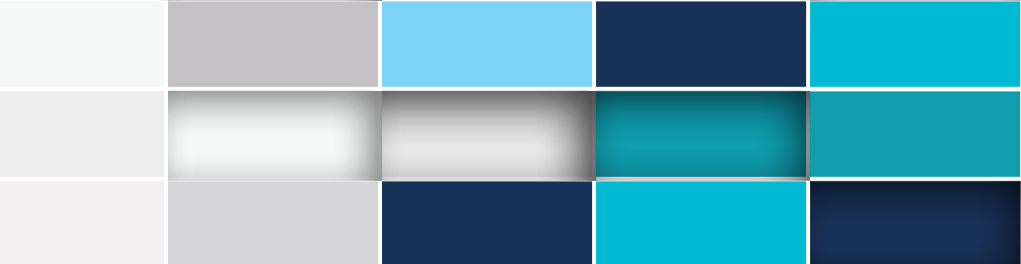
El MIFR también incluirá asignaciones de frecuencias que no obtuvieron una evaluación favorable de acuerdo al Artículo 11.31 del RR. Estas frecuencias se registran con propósitos informativos y solo cuando la administración notificante asegura que la estación operará de acuerdo al artículo 4.4 del RR, esto es, que no causará interferencia perjudicial a una estación que funcione de acuerdo con las disposiciones de la UIT, ni reclame protección contra la interferencia perjudicial por dicha estación.

3.2.1.2.4 CIRCULAR INTERNACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE FRECUENCIAS PARA SERVICIOS ESPACIALES

La Circular Internacional de Información sobre Frecuencias (BR IFIC, por sus siglas en inglés¹⁶) es un instrumento de difusión de la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT que se publica cada dos semanas de acuerdo al RR. En ella se publican las asignaciones de frecuencia a las estaciones espaciales, estaciones terrenas o de radioastronomía que fueron sometidas por las administraciones de los estados miembros de la UIT para su registro en el Registro Internacional Maestro de Frecuencias (MFIR¹⁷, por sus siglas en inglés). La circular incluye la información ya registrada así como las notificaciones que se encuentran en proceso de registro.

¹⁶ International Frequency Information Circular

¹⁷ Master International Frequency Register



La circular esta dividida en tres partes e incluye Secciones Especiales como se describe a continuación:

a) Sección Especial API/A

Contiene información para la publicación anticipada (API, por sus siglas en inglés) de una red de satélites con los detalles descritos en el Apéndice 4 del RR. Básicamente es una descripción general de un sistema satelital que permite a las diferentes administraciones determinar si el nuevo sistema satelital podrá interferir perjudicialmente a sus sistemas.

b) Sección Especial API/B

Las administraciones que consideren que sus sistemas satelitales se verán afectadas con un sistema satelital publicado en la Sección Especial API/A, deberán enviar sus comentarios a la administración responsable de la publicación para tratar de eliminar la posible interferencia perjudicial. La Sección especial API/B contiene un resumen de los comentarios enviados por las administraciones que se sientan afectadas así como un informe presentado por la administración responsable del sistema en caso de existir.

c) Parte I-S

Las notificaciones de asignación de frecuencia que las administraciones envían a la Oficina de Radiocomunicaciones para efectos de su inscripción en el MIFR, y que al ser evaluadas se determina que están completas, son publicadas en la Parte I-S del BR IFIC. La publicación de las notificaciones en esta sección pueden ser tomadas como el acuse de recibo por parte de la Oficina.

d) Parte II-S

Cuando una notificación se publica en la Parte II-S indica que las frecuencias se inscribirán en el MIFR después de haber obtenida una conclusión favorable en el proceso de evaluación técnica y regulatoria.



e) Parte III-S

Las notificaciones que se publican en la Parte III-S se devolverán a las administraciones proponentes después de que tras su publicación en la Parte I-S, obtuvieron una conclusión desfavorable en el proceso de evaluación técnica y regulatoria.

Otra sección importante de la BR IFIC, es el Prefacio correspondiente a los servicios espaciales, el cual es un documento anexo que describe el contenido y estructura de la Circular BR IFIC publicada en formato DVD ROM. Es un auxiliar en la consulta del Registro Maestro Internacional de Frecuencias, o los datos de la IFIC (ificxxxx.mdb) o cualquier otro documento de la Oficina de Radiocomunicaciones. Contiene además, referencias a los códigos utilizados en el Apéndice 4 del RR. El prefacio se publica regularmente en DVD-ROM y en la página de la UIT.

3.2.1.2.4 CUOTAS DE RECUPERACIÓN

El Acuerdo 482, aprobado en la Sexta Reunión Plenaria de 1999, sobre la implementación de cuotas de recuperación para las solicitudes de redes satelitales, estipula que los Estados miembros deberán pagar cuotas de recuperación, entre otras cosas, por la publicación anticipada de notificaciones así como por las notificaciones de asignación de frecuencias. En su última revisión, en 2013, se establecieron los siguientes montos:

- a) Por la publicación anticipada de una red satelital no geoestacionaria, no sujeta a coordinación: 570 francos suizos.
- b) Por la notificación para registrar la asignación de frecuencias en el MIFR para una red satelital no sujeta a coordinación: 7,030 francos suizos.

EE en el mismo acuerdo, se exige del pago de cuotas de recuperación a las solicitudes para los servicios de aficionados por satélite.

3.2.2 ENTORNO NACIONAL

3.2.2.1 LEY FEDERAL DE TELECOMUNICACIONES Y RADIODIFUSIÓN

El principal instrumento de regulación nacional relacionado con las comunicaciones satelitales es, en la actualidad, la LFTR la cual se publicó en el DOF el 14 de julio de 2014 (revisar Anexo 8). Ésta tiene por objeto regular el uso, aprovechamiento y explotación, de entre otras cosas, del espectro radioeléctrico, los recursos orbitales y las comunicaciones vía satélite.

Dada la importancia de conocer los conceptos sobre los cuales hace referencia la LFTR, se incluyen a continuación algunas definiciones que son de interés para el uso de esta guía:

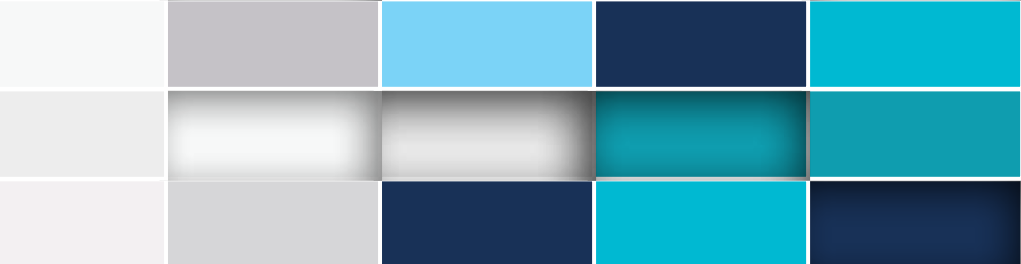
- a) **Atribución de una banda de frecuencia:** Acto por el cual una banda de frecuencias determinada se destina al uso de uno o varios servicios de radiocomunicación, conforme al Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias;
- b) **Banda de frecuencias:** Porción del espectro radioeléctrico comprendido entre dos frecuencias determinadas;
- c) **Concesión de espectro radioeléctrico o de recursos orbitales:** Acto administrativo mediante el cual, el Instituto confiere el derecho para usar, aprovechar o explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico o recursos orbitales, en los términos y modalidades establecidas en esta Ley;
- d) **Concesionario:** Persona física o moral, titular de una concesión de las previstas en esta Ley;
- e) **Cuadro nacional de atribución de frecuencias:** Disposición administrativa que indica el servicio o servicios de radiocomunicaciones a los que se encuentra atribuida una determinada banda de frecuencias del espectro radioeléctrico, así como información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencias;
- f) **Estación terrena:** La antena y el equipo asociado a ésta que se utiliza para transmitir o recibir señales de comunicación vía satélite;



- g) **Órbita satelital:** Trayectoria que recorre una estación espacial alrededor de la Tierra;
- h) **Posiciones orbitales geoestacionarias:** Ubicaciones en una órbita circular que se encuentra en el plano ecuatorial, que permiten que una señal mantenga un período de traslación igual al período de rotación de la Tierra
- i) **Recursos orbitales:** Posiciones orbitales geoestacionarias u orbitas satelitales con sus respectivas bandas de frecuencias asociadas que pueden ser objeto de concesión;
- j) **Satélite:** Objeto colocado en una orbita satelital, provisto de una estación espacial con sus frecuencias asociadas que le permite recibir, transmitir o retransmitir señales de radiocomunicación desde o hacia estaciones terrenas u otros satélites;
- k) **Sistema de comunicación por satélite:** El que permite el envío de señales de radiocomunicación a través de una estación terrena transmisora a un satélite que las recibe, amplifica, procesa y envía de regreso a la Tierra para ser captada por una o varias estaciones terrenas receptoras;

Así mismo, el Artículo 55 de la LFTR clasifica las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico de acuerdo con lo siguiente:

- a) **Espectro determinado:** Son aquellas bandas de frecuencia que pueden ser utilizadas para los servicios atribuidos en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias; a través de concesiones para uso comercial, social, privado y público;
- b) **Espectro libre:** Son aquellas bandas de frecuencia de acceso libre, que pueden ser utilizadas por el público en general, bajo los lineamientos o especificaciones que establezca el IFT, sin necesidad de concesión o autorización;
- c) **Espectro protegido:** Son aquellas bandas de frecuencia atribuidas a nivel mundial y regional a los servicios de radionavegación y de aquellos relacionados con la seguridad de la vida humana, así como cualquier otro que deba ser protegido conforme a los tratados y acuerdos internacionales; y
- d) **Espectro reservado:** Es aquel cuyo uso se encuentre en proceso de planeación y, por tanto, es distinto al determinado, libre o protegido.



El artículo 54 de la LFTR especifica que el espectro radioeléctrico y los recursos orbitales son bienes del dominio público de la Nación, por lo que su administración corresponde al Estado. Como parte del proceso de administración, se incluye el otorgamiento de las concesiones.

A su vez, el artículo 56 de la LFTR señala que todo uso, aprovechamiento o explotación de bandas de frecuencias deberá realizarse de conformidad con lo establecido en el CNAF y demás disposiciones aplicables. Es decir, que para aplicaciones satelitales solamente se pueden utilizar bandas que estén atribuidas a dichos servicios.

Sobre las concesiones de recursos orbitales

Las concesiones de recursos orbitales se abordan en la Sección V del Capítulo III del Título Cuarto de la LFTR.

Una concesión de recurso orbital es un acto administrativo mediante el cual, el Instituto Federal de Telecomunicaciones confiere el derecho para usar, aprovechar o explotar recursos orbitales. De acuerdo a la Ley, para colocar un satélite en órbita y establecer un enlace de comunicación entre una estación terrena y el satélite, es necesario contar con una concesión, independientemente si el satélite es para uso comercial, uso público, uso privado con propósitos de experimentación o de radioaficionados por satélite, y para uso social.

El artículo 76 describe la clasificación de las concesiones de acuerdo a sus fines en:

- I) **Para uso comercial:** Confiere el derecho a personas físicas o morales para usar, aprovechar y explotar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso determinado y para la ocupación y explotación de recursos orbitales, con fines de lucro;
- II) **Para uso público:** Confiere el derecho a los Poderes de la Unión, de los estados, los órganos de Gobierno del Distrito Federal, los municipios, los órganos constitucionales autónomos y las instituciones de educación superior de carácter público para proveer servicios de telecomunicaciones y radiodifusión para el cumplimiento de sus fines y atribuciones.



En este tipo de concesiones no se podrá usar, aprovechar o explotar con fines de lucro, de lo contrario, se deberá optar por una concesión para uso comercial.

III) **Para uso privado:** Confiere el derecho para usar y aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso determinado o para la ocupación y explotación de recursos orbitales con propósitos de:

- i) Comunicación privada;
- ii) Experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo, pruebas temporales de equipo o radioaficionados, así como para satisfacer las necesidades de comunicación para embajadas o misiones diplomáticas que visiten al país.

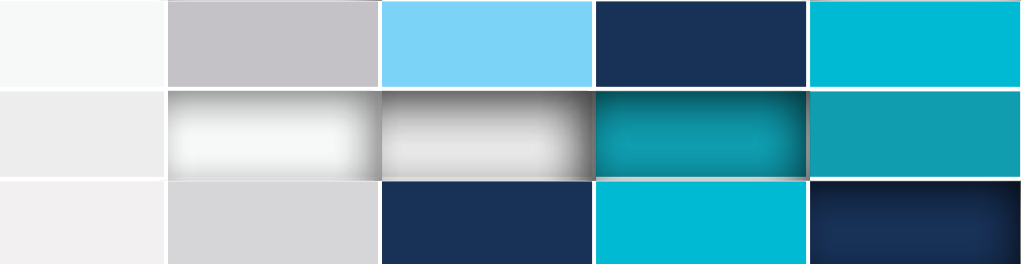
En este tipo de concesiones no se podrá usar, aprovechar o explotar con fines de lucro, de lo contrario, se deberá optar por una concesión para uso comercial.

IV) **Para uso social:** Confiere el derecho de usar y aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico de uso determinado o recursos orbitales para prestar servicios de telecomunicaciones o radiodifusión con propósitos culturales, científicos, educativos o a la comunidad, sin fines de lucro. Quedan comprendidos en esta categoría los medios comunitarios e indígenas referidos en el artículo 67, fracción IV, así como las instituciones de educación superior de carácter privado.

En este tipo de concesiones no se podrá usar, aprovechar o explotar con fines de lucro, de lo contrario, se deberá optar por una concesión para uso comercial.

Cabe destacar que la LFTR contempla dos esquemas para obtener una concesión de recurso orbital:

a) **Por licitación pública.** Las concesiones para ocupar y explotar recursos orbitales para uso comercial o para uso privado, en este último caso para los propósitos previstos en el artículo 76 fracción III, inciso a) y cuando el Gobierno Mexicano cuente con la prioridad de ocupación de un recurso orbital, se otorgarán; previo pago de una contraprestación mediante licitación pública. Dicho procedimiento deberá atender a lo establecido en el artículo 92 de la LFTR.

- 
- b) **Por solicitud de parte interesada.** El artículo 97 de la LFTR contempla que cuando el Estado no cuente con el recurso orbital, el interesado en ocupar o aprovechar dicho recurso orbital, deberá realizar la solicitud bajo esta modalidad para que la SCT realice el trámite ante la UIT para obtener dicho recurso a favor del Estado Mexicano. En caso de que la solicitud de recurso orbital sea favorable y se le entregue la prioridad de ocupación, el IFT entregará la concesión de manera directa.

El artículo 92 indica que las concesiones para ocupar y explotar recursos orbitales para uso comercial (Artículo 76, fracción I) o para uso privado con propósitos de comunicación privada (Artículo 76, fracción III, inciso a) se otorgarán, previo pago de una contraprestación, mediante licitación pública. Sin embargo, de acuerdo al mismo artículo y al artículo 96, también se podrá realizar a través del procedimiento de solicitud de parte interesada.

Para el caso de las concesiones para uso privado descritas en el Artículo 76, fracción III, inciso b) (en los que se incluye el uso experimental, de radioaficionados, pruebas temporales de equipo, etc), para uso público y uso social, se podrán realizar a solicitud de parte interesada.

El artículo 96 indica los requisitos que se tendrán que presentar junto con la solicitud para que el Gobierno Federal obtenga recursos orbitales a favor del Estado Mexicano:

- I) Presentar solicitud en la que manifieste su interés, respaldada con un proyecto de inversión;
- II) Proporcionar la siguiente información técnica:
 - i) La banda o bandas de frecuencias;
 - ii) La cobertura geográfica;
 - iii) La posición orbital geoestacionaria que se pretende ocupar o, en su caso, la descripción detallada de la órbita u órbitas satelitales, así como la del sistema satelital correspondiente;
 - iv) Las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo la descripción del o los satélites que pretenden hacer uso de los recursos orbitales,
 - v) Toda la información técnica adicional que el solicitante considere relevante.



- III) Los servicios de radiocomunicaciones que se pretenden ofrecer en cada una de las bandas a coordinar;
- IV) La documentación que acredite la capacidad técnica, financiera, jurídica y administrativa del solicitante, y
- V) Carta compromiso de participar y coadyuvar con el Gobierno Federal en todas las gestiones, requisitos y coordinación necesarios para la obtención o registro de recursos orbitales a favor del país.

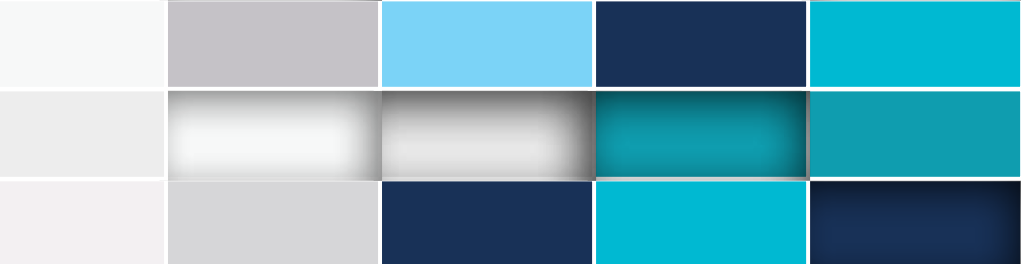
3.2.2.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL OTORGAMIENTO DE LAS CONCESIONES A QUE SE REFIERE EL TÍTULO

Con fecha del 24 de julio de 2015 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba y emite los Lineamientos Generales para el Otorgamiento de las Concesiones a que se refiere el título cuarto de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión (LGOC) (revisar Anexo 9).

Los LGOC describen con más detalle los requisitos y el procedimiento de obtención de las concesiones e incluyen los formatos que se tienen que usar para elaborar la solicitud.

Y en este sentido, los LGOC incluyen definiciones adicionales que dan más claridad a lo establecido por la LFTR:

- a) **Concesión de Recursos Orbitales para Uso Comercial:** Concesión de Recursos Orbitales que confiere el derecho a personas físicas o morales para la ocupación y explotación de recursos orbitales, con fines de lucro;
- b) **Concesión de Recursos Orbitales para Uso Público:** Concesión de Recursos Orbitales que confiere el derecho a los Poderes de la Unión, de los Estados, los órganos de Gobierno del Distrito Federal, los Municipios, los órganos constitucionales autónomos y las instituciones de educación superior de carácter público, para proveer servicios de telecomunicaciones y/o radiodifusión para el cumplimiento de sus fines y atribuciones. También podrán ser otorgadas este tipo de concesiones a los concesionarios o



permisionarios de servicios públicos, distintos a los de telecomunicaciones o de radiodifusión, cuando éstas sean necesarias para la operación y seguridad del servicio de que se trate;

- c) **Concesión de Recursos Orbitales para Uso Privado:** Concesión de Recursos Orbitales que confiere el derecho para la ocupación y explotación de recursos orbitales, sin fines de lucro; con propósitos de comunicación privada, experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo, pruebas temporales de equipo o radioaficionados, así como para satisfacer necesidades de comunicación para embajadas o misiones diplomáticas que visiten el país;
- d) **Concesión de Recursos Orbitales para Uso Social:** Concesión de Recursos Orbitales que se podrá otorgar a personas físicas o a organizaciones de la sociedad civil y que confiere el derecho para la ocupación y explotación de recursos orbitales, para prestar servicios de telecomunicaciones o radiodifusión, con propósitos culturales, científicos, educativos o a la comunidad, sin fines de lucro;
- e) **Concesionario: Persona física o moral,** dependencia, entidad o institución pública; o Comunidad Integrante de un Pueblo Indígena titular de una concesión de las previstas en la Ley y los presentes Lineamientos;
- f) **Expediente ante la UIT:** Nombre con el que se tramita y se registra un recurso orbital ante la UIT.

Para efectos de esta guía, es de especial interés el capítulo IV en el cual se abordan las concesiones de recursos orbitales. El Artículo 12 de los LGOC especifica los requisitos que se deberán cumplir para solicitar la concesión.

3.2.2.3 CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

El espectro radioeléctrico es considerado como un recurso natural de la Nación que requiere ser regulado y licenciado dado que tiene un valor, y como tal, está administrado y supervisado por el Estado tomando en cuenta acuerdos internacionales, los cuales se reflejan en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF).

El CNAF es una disposición administrativa en la cual se especifican los servicios de radiocomunicaciones que están atribuidos a una determinada banda de frecuencias;



además, se proporciona información adicional sobre el uso y planificación de determinadas bandas de frecuencia. La versión oficial se publica en el DOF y es elaborado y actualizado por el IFT a través de la Dirección General de Planeación del Espectro de la Unidad de Espectro Radioeléctrico. El CNAF está basado en lo que se especifica para la Región 2 en el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencias publicado en el Artículo 5 del RR.

De acuerdo al Artículo 2.1 del RR, el espectro radioeléctrico se divide en 9 bandas (revisar Tabla 5). Con el objeto de estandarizar el uso de las unidades de frecuencia, el CNAF especifica la manera en que éstas se deben expresar en función del rango de la frecuencia como se muestra en la Tabla 6. Sin embargo, en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007, la UIT estableció que para efectos de la aplicación del RR, como por ejemplo, en las notificaciones de asignación de frecuencias, se usarán las unidades como se indica en la Tabla 7.

Tabla 5. Bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico

Símbolo	Nombre	Intervalo de frecuencias*
VLF	Muy baja frecuencia	3 a 30 kHz
LF	Baja frecuencia	30 a 300 kHz
MF	Frecuencia media	300 a 3 000 kHz
HF	Alta frecuencia	3 a 30 MHz
VHF	Muy alta frecuencia	30 a 300 MHz
UHF	Ultra alta frecuencia	300 a 3 000 MHz
SHF	Súper alta frecuencia	3 a 30 GHz
EHF	Extrema alta frecuencia	30 a 300 GHz
--	--	300 a 3 000 GHz

* Cada intervalo excluye el límite inferior e incluye el límite superior

Tabla 6. Unidades de frecuencia en función del rango de frecuencias

Unidades	Límite inferior (Por encima de)	Límite superior (Inclusive)
kHz	--	3,000 kHz
MHz	3 MHz	3,000 MHz
GHz	3 GHz	3,000 GHz

Tabla 7. Unidades establecidas en el CMR-07 para aplicación del RR

Unidades	Límite inferior (Por encima de)	Límite superior (Inclusive)
kHz	--	28,000 kHz
MHz	28,000 kHz	10,500 MHz
GHz	10,500 MHz	--

Por su parte, el CNAF cubre la gama de frecuencias de 8.3 kHz a 275 GHz. Las frecuencias menores a 8.3 kHz y mayores a 275 GHz no están atribuidas a ningún servicio.

El IFT pone a disposición de los interesados la versión electrónica del CNAF en su página de internet, como una consulta interactiva¹⁸ o como un documento PDF¹⁹ que se puede descargar (revisar Anexo 10). La versión en PDF contiene instrucciones sobre como leer el Cuadro (revisar página 4 del Anexo 10).

Por lo general, las comunicaciones entre la Tierra y los satélites pequeños, se realiza mediante los subsistemas de Telemetría, Telecomando y Control (TTC) que usualmente operan en las bandas de VHF y UHF, sin excluir la posibilidad del uso de otras bandas. En la mayoría de los proyectos académicos y educativos se utilizan frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, debido a que por lo general, hay radioaficionados involucrados en dichos proyectos. En este sentido, en las bandas de VHF y UHF las bandas de 144 a 146 MHz y 435 a 438 MHz²⁰ están atribuidas al servicio de aficionados por satélite.

En la Tabla 8 se muestran las frecuencias que pueden ser utilizadas para el servicio de aficionados por satélite. Para conocer los detalles de uso de cada banda, se debe consultar el CNAF.

La coordinación de frecuencias para frecuencias atribuidas a radioaficionados se realiza por medio de la IARU, por lo que es importante consultar el plan de frecuencias de la IARU para conocer el uso específico de estas bandas.

¹⁸ <http://cnaf.ift.org.mx/Consulta/Index>

¹⁹ <http://goo.gl/RqjWEq>

²⁰ Esta subbanda está dentro de la banda de 432 a 438 MHz que está atribuida al servicio de aficionados en el CNAF, sin embargo la nota 5.282 del RR indica que la banda de 435 a 438 MHz puede ser explotada por radioaficionados por satélite siempre y cuando no se causen interferencias perjudiciales a otros servicios atribuidos a dicha banda

Tabla 8. Bandas de frecuencias atribuidas al servicio de radioaficionados por satélite

		Tipo de servicio	Comentarios
MHz	28.0 a 29.7	Primario	
	144 a 146	Primario	
	435 a 438*	Secundario	
	1260 a 1270*	Secundario	Segmento tierra a espacio
	2400 a 2450*	Secundario	
	3400 a 3410*	Secundario	Regiones 2 y 3 solamente
	5650 a 5670*	Secundario	Segmento Tierra a espacio
	5830 a 5850	Secundario	Segmento espacio a Tierra
GHz	10.45 a 10.50	Secundario	
	24.00 a 24.05	Primario	
	47.00 a 47.20	Primario	
	76.00 a 77.50	Secundario	
	77.50 a 78.00	Primario	
	78.00 a 81.00	Secundario	
	134.00 a 136.00	Primario	
	136.00 a 141.00	Secundario	
	241.00 a 248.00	Secundario	
	248.00 a 250.00	Primario	

* Ver nota 5.282 del RR

3.2.2.4 LEY FEDERAL DE DERECHOS

El artículo 2 del Código Fiscal de la Federación define a los derechos en los términos siguientes: “Derechos son las contribuciones establecidas en Ley por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados cuando en este último caso, se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en la Ley Federal de Derechos. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado”.

Dichos pagos o Derechos, se encuentran establecidos en la Ley Federal de Derechos (LFD) (revisar Anexo 11) publicada el 31 de diciembre de 1981. La última actualización a la Ley Federal de Derecho fue el 11 de noviembre de 2015. Para 2016, los montos actualizados de los Derechos se publicaron en el Anexo 19 de la Miscelánea Fiscal que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público publicó el 23 de diciembre de 2015 (revisar Anexo 12).

En lo correspondiente al IFT, el Artículo 173 de la LFD describe los conceptos por los cuales los solicitantes deben pagar derechos. En lo referente a las concesiones de recursos orbitales, los conceptos son:

- a) Por el estudio de la solicitud;
- b) Por la expedición del título de concesión; y
- c) Por la prórroga del título de concesión.

Los montos establecidos en dicho artículo, corresponden al ejercicio 2015, por lo que será necesario consultar la Miscelánea Fiscal para los montos actualizados. La Tabla 9 muestra los montos correspondientes a las solicitudes de estudios y expediciones de títulos de concesiones correspondientes al ejercicio 2016, los cuales fueron iguales a los montos correspondientes a 2015.

Tabla 9. Montos por derechos de solicitudes de estudios y expedición de títulos de concesiones correspondientes al ejercicio 2016

Artículo de la LFD	Tipo de concesión solicitada	MONTO
173 Apartado B, fracción II	Con propósitos de experimentación	\$13,513
173 B, III, a)	Con propósitos de radioaficionados	\$1,426
173 Apartado C, fracción I	Para uso público o social.	\$29,582

Cabe destacar que el segundo párrafo de la fracción II, del Apartado B del Artículo 173 de la LFD, establece que las instituciones de enseñanza educativa sin fines de lucro no pagarán derechos cuando utilicen las bandas de frecuencias para experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo, o pruebas temporales de equipos.



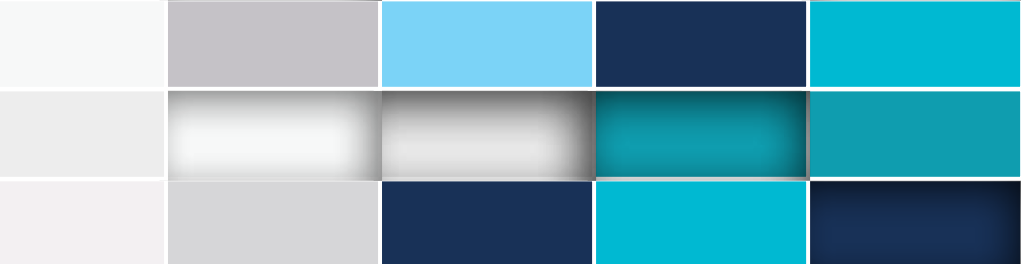
4. PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE UNA CONCESIÓN DE RECURSO ORBITAL

Como se mencionó en el capítulo anterior, para poder ocupar y aprovechar un recurso orbital, es requisito indispensable obtener una concesión por parte del IFT. Antes de considerar someter una solicitud de concesión de recurso orbital, es recomendable establecer contactos preliminares con la Unidad de Concesiones y Servicios, y la Unidad de Espectro Radioeléctrico del IFT para resolver dudas que se tengan sobre el procedimiento de solicitud de concesión en el ámbito de su competencia. De igual manera, si el proyecto incluye el uso de frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, es importante consultar previamente con la IARU, el plan de frecuencias del proyecto así como con la FMRE.

Dado que el proceso regulatorio nacional e internacional para obtener el título de concesión de recurso orbital, en el mejor de los casos, puede tomar un periodo estimado de mínimo 12 meses, como se verá con detalle más adelante, es crucial que desde el inicio del proyecto, se tomen en cuenta los aspectos regulatorios en la elaboración de un plan exitoso de la misión del satélite.

Debido a la cantidad de satélites pequeños no geoestacionarios que orbitan la Tierra, existen bandas de frecuencia que empiezan a mostrar signos de saturación, principalmente algunas bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite. Si el proyecto contempla bandas que muestran condiciones de saturación, se puede correr el riesgo de que la IARU o la UIT no recomienden el uso de dichas frecuencias, obligando a que el proyecto tenga que reemplazar los equipos de radio, lo cual puede representar un gasto y tiempo adicional en el proceso de gestionar la concesión de recurso orbital.

Un ejemplo claro de esta situación es la banda en VHF de 144 a 146 MHz, la cual está atribuida a título primario al servicio de aficionados por satélite. Esta banda se encuentra saturada debido a que la mayoría de los satélites pequeños la utilizan para telemetría y telecomando. A raíz de esto, en 2014, la IARU comunicó que a



partir de julio de 2014 dejaría de recibir solicitudes de coordinación para satélites experimentales que utilicen estas frecuencias [10].

Como se mencionó en la sección 3.1, el procedimiento para obtener una concesión orbital, independientemente del uso para el que se quiera, requiere interactuar con diversos organismos nacionales e internacionales en diferentes instantes del proceso. A nivel nacional se interactúa con:

- a) El Instituto Federal de Telecomunicaciones, quien es el que otorga los títulos de concesión;
- b) Con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes quien es la entidad responsable de tramitar la solicitud de recurso orbital ante la UIT;
- c) Con la Agencia Espacial Mexicana, quien lleva el registro nacional de actividades espaciales; y
- d) En caso de usar frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, con la Federación Mexicana de Radioexperimentadores, con la que se puede verificar que se cumpla con los requisitos de radioaficionados.

A nivel internacional se interactúa con:

- a) La Unión Internacional de Telecomunicaciones, quien coordina internacionalmente la ocupación de orbitas y posiciones orbitales con sus respectivas bandas de frecuencia asociadas. Esta interacción se lleva a cabo a través de la SCT;
- b) En caso de usar frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, con la Unión Internacional de Radioaficionados para realizar la coordinación de frecuencias de radioaficionados; y
- c) Con la Organización de las Naciones Unidas, a través de la UNOOSA quien lleva el registro de objetos espaciales. Esta interacción se lleva a cabo con la intervención de la AEM.

Cabe mencionar que existe la posibilidad de que se requiera interactuar con Administraciones de otros países, a través de la SCT, para resolver posibles



interferencias que el sistema satelital propuesto pudiera causar a otros sistemas existentes.

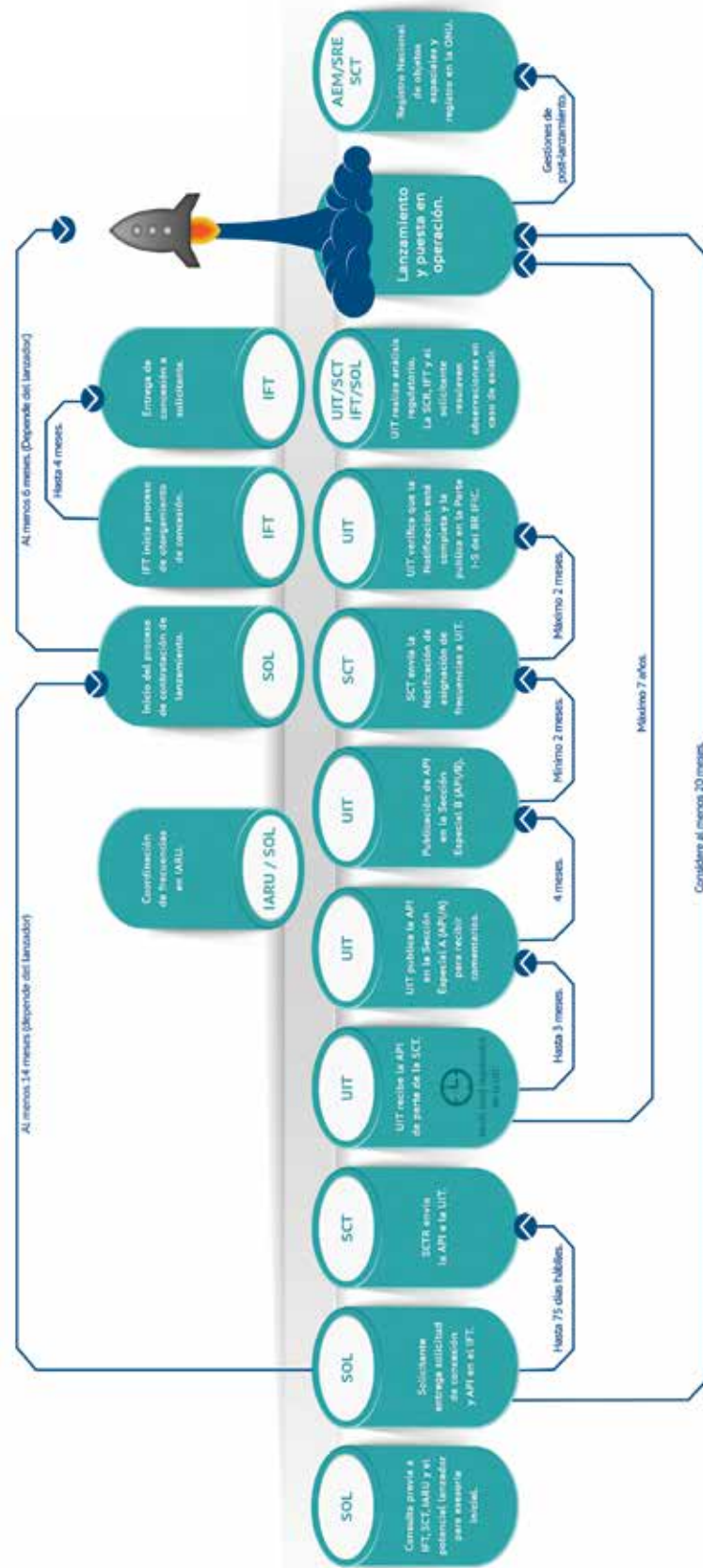
Un concepto importante en el proceso regulatorio establecido por la UIT, y que es utilizado por diferentes instancias nacionales e internacionales, es el denominado “reloj regulatorio”. Este concepto nos permite estimar el tiempo necesario para obtener el título de concesión y también indica el límite de tiempo que se otorga para poner en operación el satélite. Si el satélite no se pone en órbita y se pone en funcionamiento antes de que el reloj regulatorio expire, se perderá la prioridad de ocupación y se requerirá que el solicitante someta nuevamente la solicitud de recurso orbital.

4.1. RESUMEN DEL PROCESO REGULATORIO

Para estar en condiciones de colocar un satélite pequeño en órbita y hacer uso del espectro radioeléctrico para la transmisión de señales de telemetría y telecomando, se requiere cumplir con marcos regulatorios nacionales e internacionales. Este es un proceso complejo debido a que intervienen diferentes entidades. Cada una de estas entidades tiene lineamientos particulares que deben ser entendidos por el solicitante de la concesión, sin embargo, es importante también tomar en cuenta la interrelación que existe entre los lineamientos de dichas instancias, ya que en algunos casos, el cumplimiento específico a nivel nacional, puede no ser compatible con las recomendaciones de la instancia internacional, por lo que el cumplimiento de los requisitos para cada una de las instancias involucradas no puede verse de manera aislada.

Este documento pretende otorgar una visión integral para conformar una guía de orientación regulatoria que coadyuve a la puesta en operación del satélite, meta que depende, entre otras cosas, de la obtención de la concesión de recurso orbital. En este sentido, la Figura 6 muestra un esquema resumido de los procesos que tienen que llevarse a cabo para cumplir con los requerimientos regulatorios nacionales e internacionales. De este esquema, es posible identificar cuatro pasos, los cuales se describen a continuación.

Figura 6. Esquema resumido del proceso regulatorio de satélites pequeños que utilizan frecuencias que no requieren coordinación ante el UIT.





a) Primer paso

Es recomendable que previo a la gestión de la concesión se establezca contacto con la Unidad de Espectro Radioeléctrico y la Unidad de Concesiones y Servicios del IFT, y con la Dirección de Asuntos Internacionales de la SCT para solicitar asesoría sobre el trámite de la concesión, el llenado del formato de la API y los montos a cubrir durante todo el proceso regulatorio, en sus fases nacional e internacional. Si la misión satelital involucra frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, es importante ponerse en contacto con la IARU y la FMRE para discutir la viabilidad técnica de las bandas propuestas. Adicionalmente, puede ser de beneficio consultar con el potencial lanzador o empresa intermediaria para conocer sus requerimientos particulares para lograr el lanzamiento y puesta en órbita del satélite pequeño.

Una vez definidas las bandas de frecuencias y el tipo de concesión a solicitar, se debe someter la solicitud de concesión de recurso orbital al IFT. Es muy recomendable que junto con la solicitud de concesión, se entregue el formato de la API. El llenado de la API se realiza en un programa informático proporcionado por la UIT. En las siguientes secciones se describe con detalle el procedimiento de llenado.

De acuerdo al Artículo 97 de la LFTR, el Instituto tiene hasta 30 días hábiles para admitir a trámite la solicitud, y en caso de encontrarse incompleta, se otorgarán, por única vez, 30 días hábiles adicionales para subsanar omisiones. Una vez subsanadas dichas omisiones, el Instituto tendrá hasta 15 días hábiles para admitir a trámite la solicitud. En caso de ser aceptada, el IFT enviará el expediente completo a la SCT para determinar la procedencia de la solicitud.

En caso de ser aceptada, el IFT enviará el expediente completo a la SCT para determinar la procedencia de la solicitud.

Los tiempos anteriores son los máximos establecidos por la regulación vigente, por lo que los tiempos reales de respuesta, podrían ser menores.

b) Segundo paso

Una vez que se determina la procedencia de la solicitud, la SCT establece el monto de fianza que el solicitante deberá entregar para garantizar los gastos que el Gobierno Federal deba realizar (incluyendo las cuotas de recuperación de la UIT) durante el proceso de notificación ante la UIT.

La fianza es importante, porque una vez iniciado el proceso de notificación ante la UIT, las cuotas de recuperación por concepto de la publicación anticipada y la notificación de asignación de frecuencia, se tendrán que cubrir, aunque el solicitante no desee continuar con el proceso de notificación.

Como parte de las obligaciones de los estados miembros ante la UIT, éstos tienen que notificar a la UIT sobre las asignaciones de frecuencias que sus administraciones expidan a favor de sus personas físicas o morales. Sin embargo, previo al envío de la notificación, las administraciones nacionales deben enviar la API correspondiente al satelital propuesto para que otras administraciones puedan verificar que sus sistemas no se verán afectados.

Una vez que el solicitante ha entregado la fianza, la SCT envía, por medios electrónicos, la API llenada por el solicitante. En caso de utilizar frecuencias diferentes a las atribuidas a los servicios de aficionados por satélite, el solicitante deberá realizar un depósito por el equivalente a 570 francos suizos correspondientes a las cuotas de recuperación de la UIT por los conceptos de publicación de la API en la BR IFIC.

Cuando la UIT recibe la API, se inicia el reloj regulatorio, que básicamente indica que a partir de este momento, se tienen hasta siete años para efectuar el lanzamiento y puesta en operación del satélite. En caso de no poner en operación el satélite, el trámite ante la UIT se cancela y se tendría que iniciar nuevamente.

Una vez que la UIT recibe la API, en un plazo no mayor a tres meses se verifica que la API esté completa, y en su caso, se publica en la Sección Especial API/A de la BR IFIC por un periodo de cuatro meses.



Durante un periodo de cuatro meses a partir de la publicación de la Sección Especial API/A, cualquier administración que considere que se verá afectada por el sistema propuesto, deberá hacer llegar a la SCT (y con copia a la UIT) sus comentarios en relación a las afectaciones que el nuevo sistema le pudiera ocasionar. La SCT, en colaboración con el IFT y el solicitante, buscarán encontrar, junto con la administración afectada, alternativas que permitan que los sistemas no se interfieran. Si al término de los cuatro meses no se hubiesen recibido comentarios, se considerará que ninguna administración se verá afectada por la nueva red y la UIT.

Posteriormente, la UIT publicará en la Sección Especial API/B de la BR IFIC, la API junto con un resumen de los comentarios que se hayan recibido por un periodo de al menos dos meses.

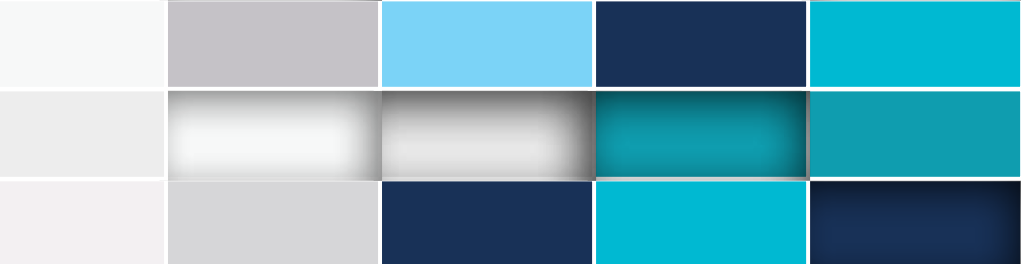
c) Tercer paso

En caso de que el satélite opere en bandas de frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite, como ha sido en la mayoría de los casos académicos [11], será necesario realizar la coordinación de frecuencias con la IARU. Esta coordinación es importante porque las frecuencias de este servicio son compartidas a nivel global por los radioaficionados. Sin esta coordinación, las probabilidades de interferencias perjudiciales serían muy altas, lo que haría dichas bandas inoperantes.

La IARU lleva un registro de las frecuencias que se están utilizando a nivel global y al realizar la coordinación se busca que las comunicaciones se lleven a cabo sin interferencias, tanto para el proyecto en cuestión, como para el resto de los radioaficionados.

d) Cuarto paso

En caso de no haber recibido comentarios a la publicación de la API en la Sección Especial API/A o se haya completado una coordinación de frecuencias (incluyendo la IARU), la SCT podrá enviar la Notificación de Asignación de Frecuencias a la UIT. Para esto, el solicitante, con apoyo de la SCT, deberá llenar el formato electrónico de la notificación, la cual deberá contener la información exacta de frecuencias y datos orbitales (incluyendo las modificaciones que se hayan realizado a la propuesta original como resultado de una coordinación de frecuencias).



En caso de que la UIT determine que la notificación está completa, la notificación se publicará en la Parte I-S de la BR IFIC en un término no mayor de 30 días.

Posterior a la notificación, en caso de utilizar un servicio diferente al de aficionado por satélite, el solicitante deberá realizar un depósito por el equivalente a 7,030 francos suizos correspondientes a la cuota de recuperación de la UIT por concepto de la notificación de asignación de frecuencia. En caso de que el solicitante no haga el depósito, la SCT hará válida la fianza para estar en posibilidades de realizar el pago ante la UIT.

La información de la Notificación será evaluada de acuerdo a lo estipulado en el RR y en caso de que se obtenga una opinión favorable, se publicará en la Parte II-S de la respectiva BR IFIC y posteriormente se procederá al registro de las frecuencias en el MIFR.

Al estar las frecuencias inscritas en este registro, se tendrá reconocimiento internacional para su uso y se podrá, en caso de ser necesario, solicitar protección contra interferencias perjudiciales que nuevos servicios pudieran ocasionar a este sistema satelital.

Por otro lado, con el envío de la Notificación, la SCT informará al IFT la obtención de prioridad de ocupación, con lo que el Instituto realizará el proceso de análisis de la solicitud de concesión, y en un término no mayor a 120 días hábiles, si la solicitud procede, otorgará el título de concesión al solicitante, previo pago de los derechos y contraprestaciones que correspondan.

Una vez que el satélite sea lanzado y puesto en órbita exitosamente, la SCT lo notifica a la AEM para su inclusión en Registro Nacional de Actividades Espaciales así como el trámite correspondiente para registrar el satélite ante las Naciones Unidas.

En las secciones siguientes se describe con más detalle el procedimiento regulatorio que se debe realizar antes instancias nacionales e internacionales. La información presentada se enfoca principalmente en las concesiones de uso privado con propósitos de experimentación y radioaficionados; uso público y uso social.



4.2. SOLICITUD DE CONCESIÓN DE RECURSO ORBITAL ANTE EL IFT

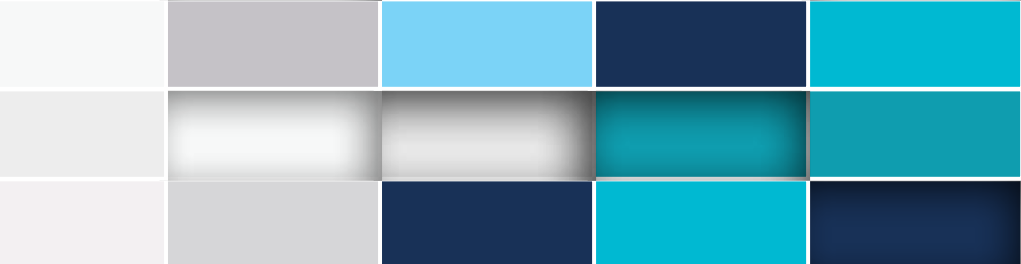
El procedimiento para solicitar una concesión, requiere en primer término, de definir la concesión que se requiere. El tipo de concesión dependerá de la naturaleza del solicitante, las bandas de frecuencia a utilizar y de los propósitos del proyecto satelital. Asimismo, las solicitudes de concesión requieren de información técnica del sistema de comunicación satelital así como de documentos probatorios, por lo que es recomendable que se integre esta información desde un principio para facilitar la integración del expediente. Una vez que el expediente está completo, se debe realizar el pago de derechos y se presenta el expediente ante el IFT. En las secciones siguientes, se presenta a más detalle el procedimiento de solicitud.

4.2.1. TIPOS DE CONCESIONES

La primera decisión que se tiene que tomar es el tipo de concesión a solicitar. Ésta va a depender del plan de la misión y de la estructura operativa del proyecto y de su plan de negocios asociado. De acuerdo a la experiencia internacional, los usos más registrados para los satélites pequeños son para experimentación y radioaficionados. Al trasladar estos usos al contexto regulatorio nacional, se pueden identificar cuatro tipos de concesiones compatibles (revisar Figura 7).

Figura 7. Tipos de concesiones asociadas a satélites pequeños





Debido a que este manual se enfoca a proyectos con fines académicos, solo se describen tipos de concesiones en los que no se persiguen fines de lucro, por lo que no se consideran las concesiones para uso comercial, que sin embargo, se describen con detalle en la LFTR y en los LGOC.

4.2.1.1. CONCESIÓN PARA USO PRIVADO CON FINES DE EXPERIMENTACIÓN

Este tipo de concesión puede ser solicitada por una persona física o moral y son utilizadas para llevar a cabo experimentos científicos o tecnológicos de corta duración. La vigencia máxima es de dos años, la cual no es renovable. Las concesiones de satélites experimentales pueden utilizar cualquier banda de frecuencia del servicio satelital siempre y cuando no causen interferencia perjudicial a otros servicios ni reclamen protección contra interferencia de otros servicios. Cuando se requiera utilizar bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite, se deberá solicitar la coordinación de frecuencias con la IARU.

A partir de julio de 2014, la IARU ya no recibe solicitudes de coordinación para satélites experimentales que utilicen la banda de frecuencia de 144 a 146 MHz debido a la alta probabilidad de interferencia con los sistemas ya existentes.

Para el trámite de esta concesión se requiere del pago de derechos y una contraprestación al IFT así como el pago de cuotas de recuperación por la publicación del API y la Notificación ante la UIT a través de la SCT (en caso de usar frecuencias diferentes a las de radioaficionados por satélite). El uso de esta concesión no otorga el derecho del aprovechamiento del recurso orbital con fines de lucro.

4.2.1.2. CONCESIÓN PARA USO PRIVADO CON FINES DE RADIOAFICIONADOS

Las concesiones para uso privado con fines de radioaficionados requieren que el solicitante sea un radioaficionado vigente, por lo tanto, el título de la concesión se otorgará a la persona física.

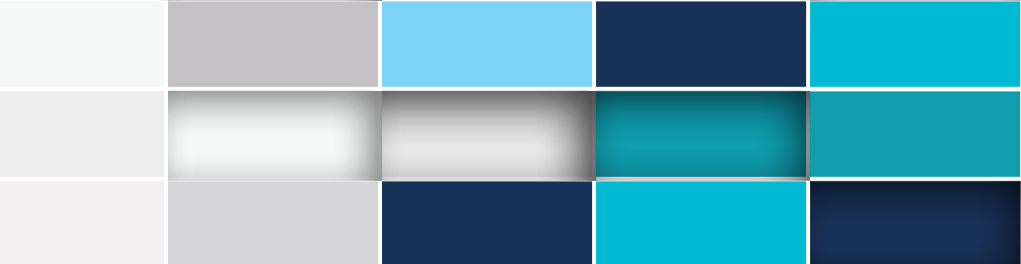


Es importante hacer notar que, para obtener esta concesión, se requiere utilizar exclusivamente frecuencias atribuidas al servicio de aficionados por satélite. Si el satélite incluye un enlace con una banda de frecuencia no atribuida al servicio de aficionados por satélite, se deberá obtener una concesión adicional según sea el caso. El uso de bandas atribuidas al servicio de aficionados por satélite requiere que el usuario solicite la coordinación con la IARU. Las concesiones para radioaficionados tienen una duración de cinco años, prorrogables por un periodo igual

Es importante considerar de parte del radioaficionado, que al solicitar una concesión de recurso orbital, se consulte con el IFT sobre los detalles de la propiedad de la infraestructura satelital.

Para que un proyecto satelital pueda ser considerado como servicio de aficionado por satélite, debe cumplir con lo siguiente [12, 13]:

- a) El solicitante debe ser un radioaficionado en activo con autorización o licencia vigente;
- b) Las frecuencias de los enlaces deben estar atribuidas al servicio de radioaficionados por satélite;
- c) La estación terrena debe ser operada exclusivamente por el radioaficionado concesionario;
- d) El radioaficionado no debe recibir compensación por operar la estación terrena;
- e) La información que se transmita desde el satélite debe ser accesible para otros radioaficionados, es decir, no está permitido encriptar el enlace de bajada del satélite. La excepción es para las transmisiones de telecomando;
- f) No se permiten transmisiones que estén destinadas al público en general (se consideraría radiodifusión);
- g) La información recibida no se puede vender ni se puede vender el servicio de transmisión de datos.



El IFT será el que determine si la propuesta cumple con el propósito de servicio para aficionados para poder otorgar la concesión correspondiente.

En los casos de satélites con multiservicios, es decir, aquellos que utilicen, por ejemplo, el servicio de aficionados por satélite y el servicio de exploración de la tierra, no se podrán utilizar en el servicio de aficionados por satélite transmisiones de telecomando y telemetría.

El trámite ante el IFT requiere de pagos de derechos para el estudio de la solicitud y otorgamiento del título de concesión (revisar sección 4.2.3.1), sin embargo, en la UIT, se exenta del pago de cuotas de notificación anticipada y de notificación de asignación de frecuencia para el servicio de aficionados por satélite. El uso de esta concesión no otorga el derecho del aprovechamiento del recurso orbital con fines de lucro.

4.2.1.3. CONCESIÓN PARA USO PÚBLICO

Las concesiones para uso público tienen el propósito de coadyuvar en el cumplimiento de los fines y atribuciones de las entidades y dependencias de los tres órganos de gobierno, incluidas las instituciones de educación superior del sector público. Pueden ser solicitadas por entidades y dependencias de los tres órganos de gobierno y tienen una vigencia de hasta 20 renovables y son exentadas del pago de derechos y contraprestaciones. El uso de esta concesión no otorga el derecho del aprovechamiento del recurso orbital con fines de lucro.

4.2.1.4. CONCESIÓN PARA USO SOCIAL

Estas concesiones pueden ser solicitadas por personas físicas o morales que en su proyecto tenga propósitos culturales, científicos, educativos o hacia la comunidad. Esta concesión puede ser solicitada por instituciones de educación superior del sector privado. En esta concesión no se pueden utilizar frecuencias atribuidas al servicio de radioaficionados por satélite. Para solicitar esta concesión, se requiere del pago de derechos (revisar sección 4.2.3.1) y el pago de una contraprestación



antes de recibir la concesión. Para la obtención del recurso orbital se requiere el pago de las cuotas de notificación anticipada y de notificación de asignación de frecuencias ante la UIT. Al igual que el resto de las concesiones presentadas en esta sección, el uso de esta concesión no otorga el derecho del aprovechamiento del recurso orbital con fines de lucro.

La Tabla 10 presenta un resumen de las principales características de las concesiones.

Tabla 10. Principales características de las concesiones

	Tipo de Concesión	¿Pueden usar frecuencias de radioaficionados?	Pago de derechos en el IFT	Contra-prestación IFT	Duración (años)
Privada	Experimentación	✓	✓ ³	✓	2
	Radioaficionados	✓	✓	✓	5 ¹
	Pública	✗	✓	✗ ²	20 ¹
	Social	✗	✓	✓	20 ¹

¹ Prorrogable
² Artículo 98 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión. Sólo para entidades de gobierno.
³ No pagarán derechos las instituciones de enseñanza educativa sin fines de lucro cuando utilicen las bandas de frecuencia para experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo o pruebas temporales de equipo. Artículo 173 A, fracción II, segundo párrafo de la Ley Federal de Derecho

4.2.2. REQUISITOS PARA SOLICITAR UNA CONCESIÓN DE RECURSO ORBITAL

Los requisitos para solicitar una concesión de recurso orbital a solicitud de parte interesada están especificados en el artículo 96 de la LFTR y los artículos 3, fracciones I, II, IV y VI, y Artículo 11, fracciones II y III de los LGOC. El artículo 12 de los lineamientos indica que la solicitud se debe presentar en formato libre y debe contener la siguiente información:

4.2.2.1. DATOS GENERALES DEL INTERESADO

I) Nombre o razón social del solicitante

Se debe anexar un documento un documento que acredite esta información. Los documentos aceptados son:

- a) **Para personas físicas**, se acreditará con original o copia certificada de alguno de los siguientes documentos expedidos por autoridades mexicanas:
 - i) Acta de nacimiento;
 - ii) Certificado de nacionalidad mexicana;
 - iii) Carta de naturalización;
 - iv) Pasaporte vigente;
 - v) Cédula de identidad ciudadana;
 - vi) Credencial para votar;
 - vii) Cartilla liberada del Servicio Militar Nacional; o
 - viii) Cédula profesional.
- b) **Para personas morales** se acreditará con el testimonio o copia certificada de la escritura pública en la que conste el acta constitutiva, debidamente inscrita en el Registro Público de Comercio, o bien, compulsas de los estatutos sociales vigentes, salvo para el caso de sociedades o asociaciones civiles, en que no se requerirá dicha inscripción. La solicitud deberá señalar el nombre del representante legal cuya identidad y poderes se acreditarán con el testimonio o copia certificada del instrumento otorgado ante fedatario público.
- c) La identidad de los **entes públicos** derivará de su propia naturaleza y deberá ser acreditada y referenciada en términos de las disposiciones normativas aplicables, debiendo señalar la fecha de creación y naturaleza jurídica del ente público. A su vez, la personalidad de su representante legal se acreditará con copia simple del nombramiento respectivo o testimonio o copia certificada del instrumento público correspondiente.



II) Domicilio en el territorio nacional

Se debe incluir la calle, número exterior, número interior, localidad o colonia, delegación o municipio, entidad federativa y código postal. El domicilio se deberá acreditar mediante una copia simple de un recibo de la luz, agua, servicios de telecomunicaciones o pago del predial, con una antigüedad máxima de tres meses contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud en el IFT.

III) Correo electrónico y teléfono

Del solicitante o de su representante legal

IV) Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

Se deberá incluir copia simple de la Cédula de Identificación Fiscal o de la constancia de registro fiscal correspondiente.

4.2.2.2. MODALIDAD DE USO

El solicitante deberá especificar el uso que le vaya a dar a la concesión, ya sea comercial, público, privado o social. Si la modalidad es privado, especifique si es para uso de experimentación, o radioaficionado o el que corresponda.

4.2.2.3. CAPACIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, JURÍDICA Y ADMINISTRATIVA

I) Capacidad técnica

El solicitante deberá acreditar con documentos conducentes que dispone o puede disponer con la capacidad técnica para realizar las instalaciones necesarias. Esto se puede acreditar mediante la presentación de una descripción de los servicios y actividades en materia de telecomunicaciones en los que el solicitante o las personas que proporcionarán asistencia técnica hayan participado directa o indirectamente.

II) Capacidad económica

El solicitante deberá proporcionar los documentos que acrediten la solvencia económica para la implementación o desarrollo del proyecto.

III) Capacidad jurídica

Para personas físicas, el solicitante debe demostrar que cuenta con la nacionalidad mexicana mediante la presentación de original o copia de alguno de los siguientes documentos expedidos por autoridades mexicanas:

- a) Acta de nacimiento;
- b) Certificado de nacionalidad mexicana;
- c) Carta de naturalización;
- d) Pasaporte vigente;
- e) Cédula de identidad ciudadana;
- f) Credencial para votar; o
- g) Cartilla liberada del Servicio Militar Nacional.

Para personas morales, se deberá acreditar la nacionalidad mexicana mediante testimonio o copia certificada de la escritura pública del acta constitutiva y/o compulsas de estatus sociales vigentes. El instrumento deberá estar inscrito en el Registro Público de Comercio.

Para dependencias, entidades o instituciones públicas, la nacionalidad quedará acreditada con su legal existencia de conformidad con la normatividad que les sea aplicables anexando copia de la misma, y en su caso, copia de la publicación respectiva en medios oficiales.

IV) Capacidad administrativa

Para el caso de las dependencias, entidades o instituciones públicas deberán anexar en copia simple de la normatividad que les sea aplicable respecto a su organización y funcionamiento interno y, en su caso, su publicación en un medio oficial.



4.2.2.4. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA ESTACIÓN ESPACIAL

- a) La banda o bandas de frecuencias que se utilizarán;
- b) La cobertura geográfica;
- c) La posición orbital geoestacionaria que se pretende ocupar o, en su caso, la descripción detallada de la órbita u órbitas satelitales, así como la del sistema satelital correspondiente;
- d) Las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo la descripción del o los satélites que pretenden hacer uso de los recursos orbitales, y
- e) Toda la información técnica adicional que el solicitante considere relevante.

4.2.2.5. UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE CONTROL

Incluir el domicilio completo y las coordenadas geográficas de los centros de control que se tengan considerados para el proyecto. De acuerdo al Artículo 152 de la LFTR al menos un centro de control debe establecerse en territorio nacional.

4.2.2.6. PARÁMETROS TÉCNICOS DE LAS ESTACIONES TERRENAS

Los parámetros técnicos deben comprender:

I) Sitios:

- a) Denominación;
- b) Domicilio, debe incluir la calle, número exterior, número interior, localidad o colonia, delegación o municipio, entidad federativa y código postal;
- c) Coordenadas geográficas (latitud y longitud expresadas en sexagesimales);
- d) Altura del nivel del mar.

II) Estaciones:

- a) Nombre de cada estación;
- b) Tipo de estación (Transmisora, receptora o transceptor);
- c) Marca y modelo del equipo;

- d) Potencia nominal a la salida del equipo (dBW);
- e) Pérdidas hasta la antena (dB); y
- f) Temperatura de ruido, en su caso (K).

III) Sistema radiante (Antena):

- a) Marca y modelo de la antena;
- b) Diámetro (metros);
- c) Ganancia máxima Tx (dBi);
- d) Ganancia máxima Rx (dBi);
- e) Patrón de radiación;
- f) Polarización Tx y Polarización Rx;
- g) Azimut (°);
- h) Ángulo de elevación (°);
- i) Apertura del haz (°);
- j) Altura del punto radiador sobre el nivel del suelo (metros); y
- k) Perfil del horizonte. Azimut (cada 5°), ángulo de elevación y distancia (Km).

IV) Parámetros generales:

- a) Potencia Isotrópica Radiada Equivalente (P.I.R.E.) del transmisor (dBW);
- b) Factor de mérito (G/T) (dB/K);
- c) Información a transmitir (voz, datos, TV, etc.);
- d) Clase de emisión;
- e) Relación Señal o Ruido o Portadora a Ruido (S/N o C/N); y
- f) Potencia de interferencia admisible (PIA o TIL) en BW (dBW).

4.2.2.7. CARTA COMPROMISO

Carta compromiso de participar y coadyuvar con el Gobierno Federal en todas las gestiones, requisitos y coordinación necesarios para la obtención o registro de recursos orbitales a favor del país.



4.2.3. PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD ANTE EL IFT

De acuerdo a los Lineamientos Generales, la solicitud se debe presentar en formato impreso y electrónico (disco compacto o unidad USB). La documentación que se anexe a la solicitud debe estar foliada y rubricada por el solicitante o representante legal. En caso de que existan discrepancias entre la información impresa y la electrónica, se requerirá que el interesado subsane las diferencias. Así mismo, se deberá incluir el formato electrónico de la API (en disco compacto o unidad USB), la cual se detalla en la sección 4.3.

4.2.3.1. PAGO POR EL ANÁLISIS DE LA SOLICITUD

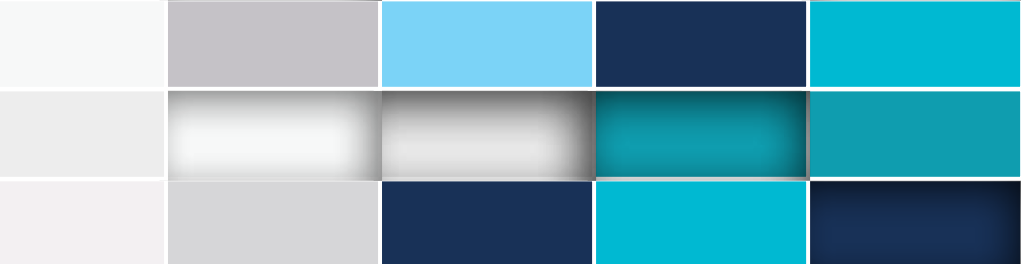
El solicitante deberá acompañar a su solicitud el comprobante del pago de los derechos o aprovechamientos, que en su caso correspondan, por concepto del estudio de la solicitud. Para realizar el pago de derechos, deberá solicitar la hoja de ayuda en el IFT la cual utilizará para realizar el pago en alguna institución bancaria autorizada. El procedimiento para realizar el pago se describe a continuación.

l) Llenar el formato de datos generales.

Para obtener la hoja de ayuda, deberá descargar el formato de datos generales de la página del IFT²¹. Este formato será utilizado por el personal del IFT para llenar la hoja de ayuda. El archivo está en formato PDF por lo que lo podrá llenarlo electrónicamente o imprimirlo, y llenarlo a tinta. Los datos que se requieren para el llenado del formato son:

- a) **Nombre o razón social del solicitante;**
- b) **RFC del solicitante;**
- c) **CURP**
- d) **Dirección;**
- e) **Correo electrónico;**
- f) **En el campo de servicio escribir “Estudio de solicitud de concesión”**
- g) **En el campo de Artículo seleccione el artículo de la LFD que**

²¹ <http://goo.gl/Rpi3Yx>



corresponda de acuerdo a la naturaleza del solicitante y propósito del proyecto:

- i) 173 Apartado B, fracción II - Para uso privado con propósitos de experimentación, comprobación de viabilidad técnica y económica de tecnologías en desarrollo o pruebas temporales de equipos;
- ii) 173 Apartado B, fracción III, inciso a) - Con propósitos de radioaficionados;
- iii) 173 Apartado C, fracción I - para uso público o social.
- h) En el campo de principal, capture el monto de la cuota de acuerdo al Anexo 19 de la Miscelánea Fiscal del año vigente (revisar sección 3.2.2.4).
- i) No aplica periodo de pago

No olvide escribir su nombre y firmar al final del formato.

II) Entregar el formato de datos generales en el Instituto.

El formato de datos generales se puede entregar en ventanilla o por correo electrónico:

a) Entrega en ventanilla

Con el formato de datos generales debidamente llenado y firmado, deberá acudir a la ventanilla de trámites de pago del IFT, ubicada en Insurgentes Sur No. 1143, Planta Baja, Col. Noche Buena, Delegación Benito Juárez, C.P. 03720, Ciudad de México.

b) Por correo electrónico

Si usted reside fuera de la Ciudad de México o por comodidad, puede enviar por correo electrónico el formato de datos generales para que le regresen por la misma vía, la hoja de ayuda. Consulte el procedimiento en la misma página en donde descargó el formato de los datos generales²².

Recuerde que tiene 48 horas para realizar el pago una vez que se expida la hoja de ayuda.

²² <http://goo.gl/Rpi3Yx>



En ambos casos, el IFT le entregará la hoja de ayuda debidamente llenada, la cual utilizará para realizar su pago en cualquier institución bancaria autorizada.

III) Realizar el pago

Con la Hoja de Ayuda, el pago se puede efectuar de tres maneras:

- a) **En efectivo** en cualquier sucursal bancaria autorizada. El banco le entregará un comprobante de pago. Verifique que la clave de referencia y la cadena de la dependencia coincida con las de la hoja de ayuda.
- b) **Con cheque**, en la institución bancaria (autorizada para recibir pagos a contribuciones federales) emisora del cheque. El cheque deberá ser expedido a favor de la “Tesorería de la Federación” y se deberá anotar en el reverso del mismo la leyenda “Cheque librado para el pago de contribuciones federales a cargo: (nombre del contribuyente), con Registro Federal de Contribuyentes (RFC) para abono en la cuenta bancaria de la Tesorería de la Federación”. Se deberá expedir un cheque por cada hoja de ayuda. El banco le entregará un comprobante de pago. Verifique que la clave de referencia y la cadena de la dependencia coincida con las de la hoja de ayuda.
- c) **Con transferencia electrónica** de fondos, en el portal electrónico de un banco autorizado, en la sección de “Pago de contribuciones federales”. Deberá proporcionar los siguientes datos utilizando la hoja de ayuda:
 - i) Personas físicas: nombres y apellidos; RFC y/o CURP;
 - ii) Personas morales: denominación o razón social y RFC;
 - iii) Dependencia que recibe el pago (el IFT);
 - iv) Cadena de la Dependencia (14 caracteres alfanuméricos);
 - v) Clave de Referencia (nueve caracteres alfanuméricos);
 - vi) Cantidad a pagar (de la hoja de ayuda).

Verifique que la información capturada es correcta antes de enviar el pago.

IV) Entregar comprobante de pago

Una vez que realice el pago, lleve a la ventanilla de trámite de pagos de la IFT el original del comprobante del pago y dos copias fotostáticas.

Si el pago fue realizado correctamente, se le entregará el Comprobante de Pago de Control Interno emitido por IFT en dos tantos originales. Uno de los comprobantes lo deberá integrar a la solicitud del estudio de su solicitud y el otro es para su archivo.

Usted cuenta con siete días naturales para solicitar la factura correspondiente. Posterior a los 7 días, deberá realizar un pago por reposición.

4.2.3.2. ENTREGA DEL EXPEDIENTE

El expediente completo se debe presentar en la Oficialía de Partes del IFT ubicada en:

Insurgentes Sur No. 1143,
Planta Baja,
Col. Noche Buena,
Delegación Benito Juárez,
C.P. 03720,
Ciudad de México, México.
Teléfonos: (55) 5015 4000 ó al (800) 200 0120

Horarios de atención:

De lunes a jueves de las 9:00 a las 18:30 horas y el viernes de las 9:00 a las 15:00 horas.

De acuerdo al Artículo 97 de la LFTR, el Instituto analizará y evaluará la documentación correspondiente y dentro del plazo de 30 días hábiles admitirá



a trámite la solicitud o en caso de que la solicitud se encuentre incompleta o inconsistente, se le notificará al solicitante, por única vez, para que complemente la información faltante. Una vez que el solicitante corrija la solicitud, el IFT admitirá a trámite la solicitud dentro de los 15 días siguientes.

Cuando el expediente se encuentre integrado a satisfacción del IFT, se remitirá a la SCT junto con la estimación de los gastos en los que el IFT llegue a incurrir para que la SCT determine la procedencia de la solicitud. En caso de que sea procedente, la SCT notificará al IFT y fijará el monto de la fianza o carta de crédito a favor del Gobierno Federal y del IFT para garantizar la seriedad del solicitante y los gastos en que incurran el Gobierno Federal y el IFT. En caso de que la solicitud no sea procedente, la SCT notificará las razones de la improcedencia al IFT para que éste a su vez, se lo notifique al solicitante.

Una vez que el solicitante entregue la fianza, la SCT realizará la gestión ante la UIT a efecto de iniciar el proceso de solicitud del recurso orbital. En caso de ser necesario, la SCT en colaboración con el IFT llevará a cabo un proceso de coordinación ante organismos internacionales competentes, con las entidades de otros países y con los concesionarios u operadores nacionales o extranjeros. El solicitante será responsable de proporcionar toda la información y documentación que se requiera para obtener la prioridad de ocupación de los recursos orbitales. Los gastos que se generen ante la UIT deberán ser cubiertos, sin reembolso, por el solicitante.

Si como consecuencia de la gestión se hubiere obtenido a favor del país la prioridad ante la UIT para ocupar los recursos orbitales objeto de la solicitud, el IFT deberá otorgar la concesión respectiva al interesado de manera directa, previo pago de la contraprestación correspondiente en términos de lo previsto en la Sección VII, del Capítulo Tercero del Título Cuarto de la LFTR (Artículo 97, párrafo 10 de la LFTR). De acuerdo al segundo párrafo del Artículo 18 de los LGOC, cuando la SCT notifique al IFT que ha obtenido la prioridad del recurso orbital de parte de la UIT, el IFT tendrá un plazo de 120 días hábiles para resolver el otorgamiento de la concesión.

4.3. NOTIFICACIÓN DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS A LA UIT

Las notificaciones de asignación de frecuencias las realizan los Gobiernos de los Estados miembros, es decir, los particulares no pueden someter la notificación directamente. Cada gobierno define que agencia será la responsable de realizar los trámites ante la UIT. En el caso de México, la LFTR otorga el mandato a la SCT. Los recursos orbitales que se obtengan como resultado de la gestión, son asignados a los Estados y no a los particulares. Los gobiernos implementan los mecanismos por los que los particulares pueden usar, ocupar, aprovechar o explotar dichos recursos, los cuales, en el caso de México, es a través de concesiones.

Para que la SCT pueda iniciar el trámite ante la UIT, el solicitante debe primero realizar la solicitud de la concesión ante el IFT. Una vez que la SCT determina la procedencia de la solicitud y el solicitante entrega la fianza, la SCT inicia el proceso de solicitud de recurso orbital ante la UIT de acuerdo a los Artículos 9 y 11 del RR.

De acuerdo al RR, los Estados miembros de la UIT, deben notificar las asignaciones de frecuencias (de ahora en adelante, la Notificación) que las administraciones realicen de acuerdo a la regulación vigente de cada país. Sin embargo, para evitar la interferencia entre los sistemas satelitales de otros países, se deberá, previo a la Notificación, enviar información general del proyecto de la red para que pueda ser consultada por otras administraciones, y en su caso, emitir comentarios al respecto (Artículo 9.1 del RR). Esta descripción de la red se le conoce como Publicación Anticipada de Información (API, por sus siglas en inglés²³).

El Artículo 9.1 de la RR requiere que las administraciones que vayan a realizar la notificación de una asignación de frecuencia, envíen a la oficina de radiocomunicaciones (BR, por sus siglas en francés²⁴) de la UIT el API para su publicación en la Circular Internacional de Información sobre Frecuencias (BR IFIC, por sus siglas en inglés²⁵). El envío de esta información debe hacerse como máximo siete años antes de poner en operación la red y se recomienda que como mínimo, se envíe dos años antes de la

²³ Advance Publication Information

²⁴ Bureau des radiocommunications

²⁵ International Frequency Information Circular



puesta en operación. Las características de la red que se deben presentar se encuentran descritas en el Apéndice 4 de RR.

4.3.1. LLENADO DE LA API

La API se presenta en formato electrónico ante la UIT. Para el llenado de la misma, la UIT ha puesto a disposición de los interesados el programa informático SpaceCap para facilitar la captura de la información. El programa está diseñado para ambientes de Microsoft Windows y se descarga desde la página de internet de la UIT²⁶. En la sección de anexos, se incluye una guía rápida para su instalación (revisar Anexo 13)

Es aconsejable que antes de iniciar el llenado de la información en SpaceCap, se obtenga la siguiente información:

I) Descripción general

- a) Clave de la administración que envía el API (MEX, para México);
- b) Nombre del satélite o de la red;
- c) Especificar si el sistema requiere de coordinación o no;

II) Información orbital

- a) Tipo de órbita: geoestacionario o no geoestacionaria;
- b) Número de planos orbitales;
- c) Cuerpo celeste de referencia;
- d) Número de planos orbitales;
- e) Para cada plano orbital
 - i) Ángulo de inclinación;
 - ii) Número de satélites en el plano;
 - iii) Periodo de la órbita en días, horas, minutos;
 - iv) Apogeo;
 - v) Perigeo;
 - vi) Altura mínima de transmisión;

²⁶ <http://www.itu.int/en/ITU-R/software/Pages/spacecap.aspx>

III) Enlaces

Para cada enlace se debe especificar lo siguiente:

- a) Designación del enlace;
- b) Ganancia isotrópica máxima;
- c) Patrón de radiación de la antena;
- d) Clase y naturaleza del servicio;
- e) Área de servicio del enlace;
- f) Polarización de la antena;
- g) Temperatura de ruido del sistema de recepción;
- h) Designación de la emisión (revisar Apéndice 1 del RR);
- i) Potencia pico máxima (dBW);
- j) Densidad de potencia máxima;
- k) Potencia pico mínima (dBW);
- l) Densidad de potencia mínima;
- m) Rango de frecuencias del enlace;
- n) Frecuencia de la portadora;
- o) Estación terrena asociada al enlace (para enlaces de subida); Para cada estación terrena, se deberá especificar:
 - i) Tipo de estación (típica o específica);
 - ii) Clase y naturaleza de la estación terrena;
 - iii) Nombre de la estación terrena;
 - iv) Patrón de radiación de la antena;
 - v) Ganancia isotrópica máxima;
 - vi) Abertura del haz

En la sección de anexos de este documento se incluye una guía para el llenado de la API (revisar Anexo 15).

4.3.2. VALIDACIÓN DE LA API

Para evitar errores u omisiones de información en la API, es necesario validar la información de la API. Para este propósito, la UIT proporciona el programa SpaceVal que permite validar el contenido de la API con respecto a las reglas que en el mismo



Apéndice 4 se especifican en cuanto al contenido de la API. Antes de poder realizar la validación, deberá descargar e instalar SpaceVal desde la página de la UIT²⁷. En la sección de anexos se incluye una guía rápida para su instalación (revisar Anexo 14). El proceso de validación puede generar dos tipos de errores:

- a) **Errores fatales**, indican que alguna regla de validación no se cumplió, es decir, existen, por ejemplo, parámetros que se tienen que llenar cuando se selecciona uno en particular, y si este no fue el caso, la omisión genera un error fatal.
- b) **Errores de advertencia**, no son graves, pero requieren que el usuario les preste atención en caso de que se esté omitiendo algún dato.

El reporte de errores del *SpaceVal*, incluye una breve descripción de la causa del error.

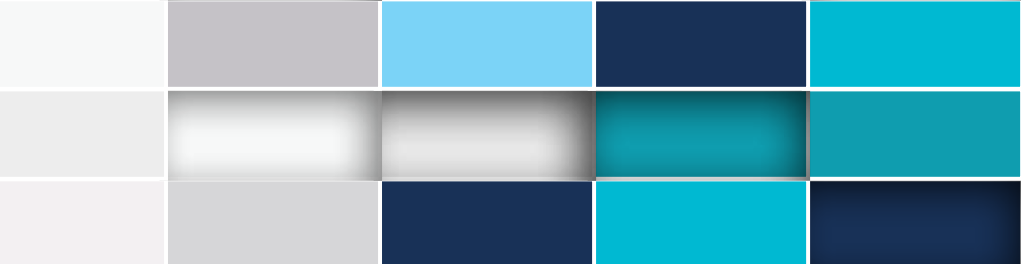
Antes de enviar la API, es obligatorio que la valide con SpaceVal y corrija los errores que se presenten. En la sección de anexos se incluye una guía para realizar la validación (revisar Anexo 17).

4.3.3. ENVÍO DE LA API A LA UIT

La SCT es la entidad responsable de enviar a la UIT el archivo electrónico de la API. Se recomienda que el archivo de la API se entregue junto con la solicitud de concesión al IFT para evitar retrasos en el proceso. En su momento, el IFT enviará el expediente de la concesión, junto con el archivo de la API, a la SCT. Esta última verificará y validará el formato electrónico y en caso de estar correcta, la hará llegar a la UIT para su revisión.

En caso de que la API sea por un servicio diferente al de aficionados por satélite, el solicitante deberá realizar un depósito por el equivalente de 7,600 francos suizos (CHF) para que la SCT pueda realizar el pago de las cuotas de recuperación a la UIT.

²⁷ <http://www.itu.int/en/ITU-R/software/Pages/spaceval.aspx>



4.3.4. PUBLICACIÓN DE LA API EN LA SECCIÓN ESPECIAL API/A

La UIT validará que la API este correctamente llenada y si no hay errores, se publicará en la Sección Especial A de la BR IFIC (API/A) en un plazo no mayor de tres meses (Artículo 9.2B del RR).

La API estará disponible para consulta por las diferentes administraciones por un periodo de cuatro meses (Artículo 9.3 del RR). Durante este tiempo, si alguna administración considera que el sistema satelital proyectado pueda causar alguna interferencia perjudicial a sus redes, hará llegar sus comentarios a la SCT (con copia a la UIT). Si este es el caso, la SCT, en colaboración con el IFT y el solicitante, buscarán llegar a acuerdos con las administraciones afectadas a través de un proceso informal de coordinación.

Si durante el periodo de los cuatro meses, la SCT no recibe comentarios, se considerará que ninguna administración resultará afectada con el sistema satelital proyectado.

4.3.5. PUBLICACIÓN DE LA API EN LA SECCIÓN ESPECIAL API/B

Pasados los cuatro meses, la BR publicará la API en la Sección Especial API/B de la BR IFIC junto con la lista de las administraciones que enviaron comentarios y un resumen de dichos comentarios.

4.3.6. LLENADO DE LA NOTIFICACIÓN DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

Pasados seis meses de la publicación de la API en la Sección Especial API/A, y una vez que se hubiesen atendido exitosamente los comentarios recibidos de otras administraciones (en el caso de haberse recibido), la SCT podrá enviar la Notificación de Asignación de Frecuencias a la UIT (Artículo 11.1 del RR). El contenido de la Notificación es similar a la API, con las diferencias que en la Notificación se incluye información más precisa sobre frecuencias así como de parámetros orbitales.

El responsable de capturar la Notificación es el solicitante. Para su llenado, el solicitante puede solicitar asesoría a la Subdirección de Asuntos Internacionales



de la SCT. La Notificación se captura utilizando el programa *SpaceCap*, de manera similar a la captura de la API. En la sección de anexos, se incluye una guía para el llenado de la notificación (revisar Anexo 16).

4.3.7. VALIDACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIA

Para evitar errores u omisiones de información de la Notificación, es necesario validar la información de Notificación. Para este propósito, la UIT proporciona el programa *SpaceVal* que permite validar el contenido de las API y de las Notificaciones con respecto a las reglas establecidas en el Apéndice 4 del RR. Si el solicitante aún no ha instalado el programa *SpaceVal*, deberá descargarlo e instalarlo desde la página de la UIT²⁸. En la sección de anexos, puede encontrar una guía rápida de instalación (revisar Anexo 14).

El proceso de validación puede generar dos tipos de errores:

- a) **Errores fatales**, indican que alguna regla de validación no se cumplió, es decir, existen, por ejemplo, parámetros que se tienen que llenar cuando se selecciona uno en particular, y si este no fue el caso, la omisión genera un error fatal.
- b) **Errores de advertencia**, no son graves, pero requieren que el usuario les preste atención en caso de que se esté omitiendo algún dato. En el reporte de errores del *SpaceVal*, se anexa una breve descripción de la causa del error.

Recuerde que antes de enviar la Notificación, es obligatorio que la valide con *SpaceVal* y corrija los errores que se presenten. En la sección de anexos se incluye una guía para realizar la validación de la notificación (revisar Anexo 17).

28 <http://www.itu.int/en/ITU-R/software/Pages/spaceval.aspx>

4.3.8. ENVÍO DE LA NOTIFICACIÓN A LA UIT

Una vez que el solicitante ha concluido con la captura y validación de la Notificación, deberá hacer llegar el archivo a la SCT para su validación. En caso de no haber errores, la SCT la podrá enviarla a la UIT.

De acuerdo al Artículo 9.1 del RR, la Notificación se recibirá en la UIT en un periodo de al menos seis meses posteriores a la fecha de publicación de la API en la Sección Especial API/A.

En un término no mayor a dos meses, la UIT validará que la Notificación esté correctamente llenada y que no falte información. En caso de que se encuentren errores, la UIT notificará a la SCT para que éstos se subsanen. Una vez subsanados, la UIT publicará la Notificación en la PARTE I-S de la BR IFIC.

4.3.9. PUBLICACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIA EN LA PARTE I-S DE LA BR IFIC.

Cuando la BR reciba la Notificación por parte de la SCT, ésta la validará para determinar si está completa (deben contener las características especificadas en el Apéndice 4 del RR como requeridas u obligatorias) y no contenga errores. En caso de estar correcta, se publicará el contenido, mapas y diagramas en la Parte I-S de la BR-IFIC en un plazo no mayor a dos meses²⁹ (Artículo 11.28 del RR). En caso de que se detecten errores, la BR le notificará a la SCT los problemas encontrados para que estos puedan ser subsanados.

²⁹ Si no se pudiera publicar en un plazo de dos meses, la BR notificará a las administraciones indicando los motivos.==



4.3.10. EVALUACIÓN DE LA NOTIFICACIÓN DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIA PUBLICADA EN LA PARTE I-S

Las notificaciones que sean publicadas en la Parte I-S, serán evaluadas por la UIT de acuerdo a:

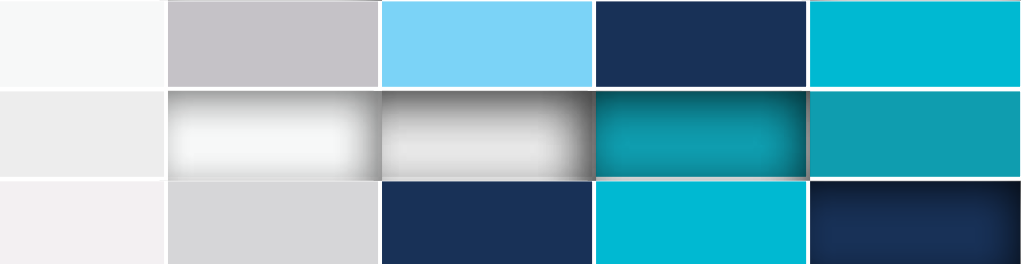
- a) Su conformidad con el Cuadro de Atribución de Bandas de Frecuencia (Artículo 11.31 del RR);
- b) Su conformidad con los procedimientos de coordinación (Artículo 11.32 del RR);
- c) Desde el punto de vista de la probabilidad de interferencia perjudicial (Artículos 11.32A y 11.33 del RR);
- d) Cuando proceda, su conformidad con un plan mundial o regional de adjudicación o asignación de frecuencias (Artículo 11.34 del RR).

Si como resultado de esta evaluación se obtuviera una conclusión favorable, la Notificación se publicará en la Parte II-S del BR IFIC para que sus frecuencias sean registradas en el MIFR. Si por el contrario, se obtuviera una conclusión desfavorable, la Notificación se publicará en la Parte III-S del BR IFIC y se devolverá a la administración responsable con comentarios sobre las medidas que se tienen que tomar para subsanar los problemas.

4.3.11. CONSULTA DE API Y NOTIFICACIONES PUBLICADAS

La BR pone a disposición del público en general la base de datos de notificaciones publicadas en la Sección Especial API/A, API/B y las Notificaciones de Asignación de Frecuencias publicadas en el BR IFIC en la página de la UIT³⁰. A través de esta página se podrán bajar las bases de datos de cada una de las circulares que se han publicado. En la sección de anexos, se incluye una guía para cargar las bases de datos de la BR IFIC en el programa *SpaceCap* (revisar Anexo 18).

³⁰ <https://www.itu.int/sns/demowic.html>



4.4. COORDINACIÓN DE FRECUENCIAS CON LA IARU

Si el proyecto del sistema satelital incluye frecuencias del servicio de aficionados por satélite, ya sea para propósitos de radioaficionados por satélite o de experimentación, es necesario realizar una coordinación de frecuencias con la comunidad de radioaficionados a través de la IARU. Si bien, desde el punto de vista legal, esta coordinación es voluntaria, llevarla a cabo evitará interferencias con otros sistemas de radioaficionados, ya que la IARU lleva un registro global del uso de frecuencias por parte de los radioaficionados.

Debido a que el tiempo que el satélite estará visible en el cielo en cada periodo es, en la mayoría de los casos, menor a 15 minutos, es importante contar con una comunicación sin interferencias. La IARU recomienda que antes de elegir las frecuencias de operación, el solicitante se ponga en contacto con la FMRE para que lo asesoren sobre el uso de las frecuencias de radioaficionados.

Para auxiliar con el proceso de coordinación de frecuencias para el servicio de radioaficionados por satélite, la IARU cuenta con la figura del “Asesor de satélites de la IARU”. Este asesor asiste a la IARU en la planificación de bandas para telemetría y telecomando espacial así como de frecuencias de operación que permitan hacer un uso más eficiente del espectro radioeléctrico atribuido a los radioaficionados. Trabaja coordinadamente con un “panel de asesores” el cual es un pequeño comité integrado por radioaficionados de las tres regiones.

Al 2016, el Asesor de Satélites de la IARU es:

Hans Blondeel Timmerman,
Correo electrónico: pb2t@me.com

4.4.1. PLANIFICACIÓN DE BANDAS DE LA IARU

Como una estrategia para administrar de mejor manera el espectro atribuido a los radioaficionados, cada una de las regiones de la IARU han implementado



una planificación de bandas en común acuerdo con todas las federaciones de radioaficionados, en el cual se especifican las frecuencias que tienen que usar las diferentes aplicaciones de radioaficionados. En el caso de México, el plan de bandas que se debe tomar en cuenta es el correspondiente a la Región 2 de la IARU (revisar Anexo 19).

Es importante considerar este plan, debido a que si bien, el CNAF puede indicar que una banda de frecuencias puede ser usada por el servicio de radioaficionados por satélite, los planes de banda de la IARU pueden limitar el intervalo de frecuencias disponibles para este servicio.

Un ejemplo de esto, es la banda de 144 a 146 MHz, la cual está atribuida a título primario al servicio de radioaficionados y al servicio de radioaficionados por satélite. Sin embargo, como en esta banda tienen que convivir ambos servicios, la Región 2 de la IARU, al igual que la Regiones 1 y 3, establecieron la planificación de la banda como se muestra en la Tabla 11.

De esta tabla, se puede observar que las bandas de frecuencias que se pueden utilizar para el servicio satelital son:

- a) De 144.000 a 144.025 MHz con canales de 2.7 kHz; y
- b) De 145.800 a 146.000 MHz con canales de 12 kHz.

Adicionalmente, la IARU recomienda que la banda de 144 a 146 MHz sea utilizada para enlaces descendentes con el objetivo de evitar interferencias con otros radioaficionados.

Por otro lado, debido a la saturación de esta banda por parte de los radioaficionados, a partir de julio de 2014, la IARU no coordina esta banda para satélites de uso experimental, por lo que los desarrolladores de sistemas satelitales deben considerar esta limitante en la especificación de las frecuencias del radio. [10].

Tabla 11. Planificación de la banda de 144 a 146 MHz de la Región 2 de la IARU. Fuente IARU

Frecuencias (MHz)	BW (Hz)	Modo	Aplicaciones
144.000-144.025	2700	Todos los modos	Satélites
144.000-144.110	500	CW	TLT y señales débiles
144.110-144.150	2700	CW, DM	TLT y señales débiles
144.150-144.180	2700	CW, DM, SSB	Señales débiles
144.180-144.275	2700	CW, SSB	Señales débiles, QRG de llamada (exclusivo) 144.200 MHz
144.275-144.300	500	CW	Radiofaros (Beacons)
144.300-144.360	12000	Todos los modos	
144.360-144.400	12000	DM	ACDS, Centro de Actividad APRS 144.390 MHz
144.400-144.500	500	CW, DM	Radiofaros, ACDS (radiofaros digitales)
144.500-144.600			Opción local
144.600-144.900	12000	FM, DV	Entrada de repetidoras (ex-clusiva) (salidas +600 kHz)
144.900-145.000	12000	FM, DV	Señales débiles
145.000-145.100	12000	Todos los modos	ACDS, IVG (canales de 10 kHz)
145.100-145.200			Opción local
145.200-145.500	12000	FM, DV	Salida de repetidoras (entradas -600 kHz)
145.500-145.790	12000	Todos los modos	
145.790-145.800			Banda de protección
145.800-146.000	12000	Todos los modos	Satélites (exclusivo)
146.000-146.390	12000	FM, DV	Entrada de repetidoras (exclusivo) (salidas +600 kHz) (Canales entre 146.01-146.37 MHz)
146.390-146.600	12000	FM, DV	QRL de llamada FM 146.520 MHz
146.600-146.990	12000	FM, DV	Salida de repetidoras (entradas -600 kHz) (último canal 144.970 MHz)
146.990-147.400	12000	FM, DV	Entrada de repetidoras (ex-clusivo) (salidas +600 kHz) (primer canal 147.000 MHz)
147.400-147.590	12000	FM, DV	
147.590-148.000	12000	FM, DV	Salida de repetidoras (entradas -600 kHz)



4.4.2. SOLICITUD DE COORDINACIÓN DE FRECUENCIAS CON LA IARU

Antes de iniciar el proceso de coordinación con la IARU, se requiere que la SCT haya sometido la API correspondiente a la UIT. Una vez que la UIT publica la API en la sección especial API/A, se le asigna un número de referencia. El formato de solicitud de coordinación de la IARU requiere que se capture este número. Si aún no se cuenta con el número de referencia al momento de someter la solicitud de coordinación con la IARU, se debe indicar la fecha en que se envió la notificación de API a la UIT, y en cuanto se publique el API/A, deberá notificarlo a la IARU.

De acuerdo al propósito del satélite, existen dos formatos de solicitud para la coordinación ante la IARU:

- a) Formato de solicitud de coordinación de frecuencias de satélite de radioaficionados. Esta solicitud es utilizada por radioaficionados que van hacer uso del servicio de radioaficionados por satélite.
- b) Formato de solicitud de coordinación de frecuencias de satélite experimental.

Esta solicitud es utilizada por una organización o persona que va a lanzar un satélite experimental que utiliza frecuencias atribuidas al servicio de radioaficionados por satélite.

Ambos formatos se pueden descargar de la página de la IARU³¹. Los archivos incluyen cinco páginas con instrucciones y recomendaciones. Una vez que haya terminado el llenado del formato, debe eliminar estas primeras cinco páginas antes de enviar el formato.

El nombre del archivo del formato de solicitud debe incluir el nombre propuesto del satélite seguido por un guion bajo y la fecha de envío de la solicitud. Por ejemplo, si el nombre del satélite es CubeMex y la fecha en que se enviará la solicitud de coordinación es el 24 de agosto de 2016, entonces el nombre del archivo será:
“cubemex_24aug2016.doc”

³¹ <http://www.iaru.org/satellite.html>

**Debe utilizar las primeras tres letras de los nombres de los meses en inglés:
jan, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec.**

La información que se requiere para el llenado del formato es:

III) Información de carácter general

- a) Fecha tentativa de lanzamiento;
- b) Nombre propuesto del satélite (antes y después del lanzamiento);
- c) Número de sección especial API/A de la ITU;
- d) Nombre e información de contacto del concesionario y de otra personas en el proyecto;
- e) Nombre o nombres de las instituciones u organizaciones involucradas en el proyecto;
- f) Nombre de la asociación nacional de radioaficionados;
- g) Nombre de la asociación nacional de radioaficionados por satélite

IV) Información del satélite

- a) Una descripción detallada de la misión;
- b) Duración de la misión;
- c) Descripción de las frecuencias propuesta de transmisión y recepción;
- d) Frecuencia o banda de frecuencia;
- e) Potencia de transmisión;
- f) Descripción de la modulación y tipo de emisión;
- g) Ganancia de la antena;
- h) Temperatura de ruido (en el receptor);
- i) Descripción general de la estructura física incluyendo dimensiones, peso, antena, etc.;
- j) Descripción funcional del satélite;
- k) Estimación de potencia



V) Telecomando

- a) Frecuencias utilizadas para telecomando;
- b) Designación de emisión de la ITU;
- c) Descripción de la modulación incluyendo tasa de transmisión;
- d) Estimación de la potencia del enlace;
- e) Descripción del mecanismos de encriptación;
- f) Descripción del mecanismo para apagar el transmisor en caso de ser necesario

VI) Telemetría

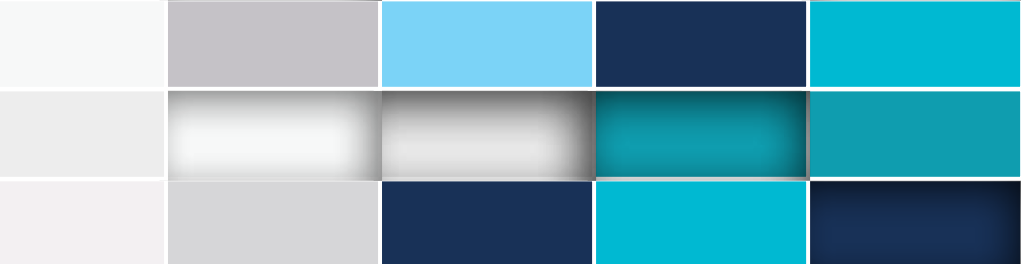
- a) Frecuencias utilizadas para telemetría;
- b) Designación de emisión de la ITU;
- c) Descripción de la modulación incluyendo tasa de transmisión;
- d) Estimación del enlace;
- e) Detalles de la telemetría (protocolo, estructura de los paquetes, etc)

VII) Lanzamiento

- a) Agencia que realizará el lanzamiento;
- b) Lugar de lanzamiento;
- c) Fecha tentativa de lanzamiento;
- d) Parámetros de la órbita planeada;
 - i) Tipo;
 - ii) Apogeo;
 - iii) Perigeo;
 - iv) Inclinación
- e) Lista de otros satélites de radioaficionados que se lanzarán en el mismo vehículo

VIII) Información de la estación terrena

- a) Descripción de la estación terrena de transmisión y recepción;
- b) Estimación de las potencias de transmisión y recepción



En la sección de anexos se incluye un ejemplo de la información de llenado obtenido de la página *Open Source Satellite Initiative Wiki*³² (revisar Anexo 20).

No se deben incluir diagramas, fotos, o textos muy grandes en la solicitud. Se puede subir la información a un sitio de Internet e incluir la liga para consultarla. Los textos en color gris son ayudas para el llenado. Antes de enviar el archivo, se deben eliminar todos los textos de ayuda de los campos que no fueron llenados.

4.4.3. ENVÍO DE LA SOLICITUD DE COORDINACIÓN

Antes de enviar el formato de solicitud a la IARU, se debe verificar lo siguiente:

- a) Que el archivo Word de la solicitud contenga solamente la forma. Se debe eliminar las primeras cinco páginas de instrucciones;
- b) Que el nombre del archivo debe estar conforme a lo indicado anteriormente;
- c) Que se haya agregado la firma digital del radioaficionado que va a operar la estación terrena o en su caso, la firma del representante legal de la institución (para satélites experimentales) así como la fecha;
- d) Que los diagramas, fotos, o descripciones largas se hayan puesto en una sitio de internet y que las ligas estén funcionando correctamente;
- e) Que los textos en color gris (ayudas) se hayan eliminado;
- f) Haber indicado en el apartado 11 del formato, si el proyecto propuesto es consistente con el servicio de radioaficionados por satélite de acuerdo a como la IARU interpreta el RR. En caso contrario, indique su interpretación del mismo.

Una vez que se verificó que la información del formato es correcta, y en su caso, que la página de Internet está funcionando correctamente, se debe enviar la solicitud por correo electrónico a la dirección **satcoord@iaru.org** con copia a la dirección **pb2t@me.com**.

³² <http://opensat.cc/wiki/manual>

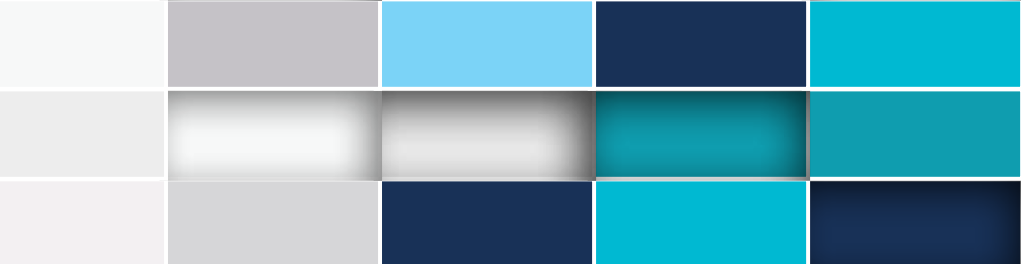


Una vez que enviada la solicitud, se puede monitorear el desarrollo del proceso en las páginas:

- a) <http://www.iaru.org/satellite.html>
- b) <http://www.amsat.org.uk/iaru/>

En esta última página se pueden consultar las solicitudes de coordinación ya coordinadas y las solicitudes que se encuentran en proceso de coordinación. Es muy probable que la IARU requiera información adicional, por lo que es importante estar al pendiente de dichos requerimientos por correo electrónico.

El tiempo de respuesta para obtener la coordinación puede ser desde un mes hasta más de un año, dependiendo de las frecuencias que se estén solicitando.



5. ASPECTOS IMPORTANTES PARA EL LANZAMIENTO

En la actualidad existe un notable interés por incursionar en el desarrollo espacial por parte de instituciones académicas, industria, gobierno y grupos militares. Las misiones espaciales a gran escala, necesitan de un tiempo muy largo de desarrollo y representan un costo significativo, desde el proceso de diseño, construcción y lanzamiento de los satélites. Con el surgimiento de los satélites pequeños, se ha logrado reducir costos y tiempo en el desarrollo de tecnología espacial. Mediante satélites pequeños se pueden realizar experimentos cuyos resultados pueden posteriormente aplicarse en misiones de mayor escala; también se pueden usar satélites pequeños en aplicaciones similares a las usadas en satélites de gran escala, a menor costo y en menos tiempo de desarrollo.

La creación del estándar cubesat ha dado paso al incremento en el número de desarrollos de nanosatélites. Dicho estándar fue producto de una colaboración entre la Universidad Estatal Politécnica de California (Cal Poly) y la Universidad de Stanford, ambas instituciones del estado de California en los Estados Unidos de América (EUA). El estándar hace referencia a crear unidades en forma de un cubo de 10 cm x 10 cm x 10 cm, con un peso aproximado de 1 kg; Una característica importante es que estas unidades se pueden concatenar, por lo que si juntamos tres de estas unidades, las dimensiones finales del nanosatélite serán de 10 cm x 10 cm x 30 cm y un peso aproximado de 3 kg. El surgimiento de dicho estándar, permitió el aumento de proyectos de nanosatélites, ya que facilita la adquisición de componentes, estructuras y subsistemas.

La Unión Europea inició en enero del 2013 el programa “Utilización del potencial de los nanosatélites para la implementación de Políticas del Espacio e Innovación para el Espacio” [14]. Este programa tiene el objetivo de promover el desarrollo de nanosatélites comenzando con una base de datos de nanosatélites³³. De acuerdo a esta base de datos, se han lanzado 522 nanosatélites (revisar Tabla 12), de los cuales

³³ <http://nanosats.eu/>



243 se encuentran orbitando, 166 continúan operando y setenta fallaron durante el lanzamiento. De esta cantidad, según la base de datos mencionada, el 40.4% de los satélites pequeños pertenecen a la industria, un 40.8% a universidades, el 5.6% pertenece a militares y el 5.8% restante corresponde a desarrollos independientes, escuelas, institutos y otros proyectos sin fines de lucro.

Tabla 12: Cantidad de nanosatélites registrados hasta mayo de 2016.

Estado actual	Número de Nanosatélites
Operando	166
Ya no operan	77
Desorbitados	158
En la EEI	43
Fallas en lanzamiento	70
Regresaron	8
No lanzados	715
Cancelados	50

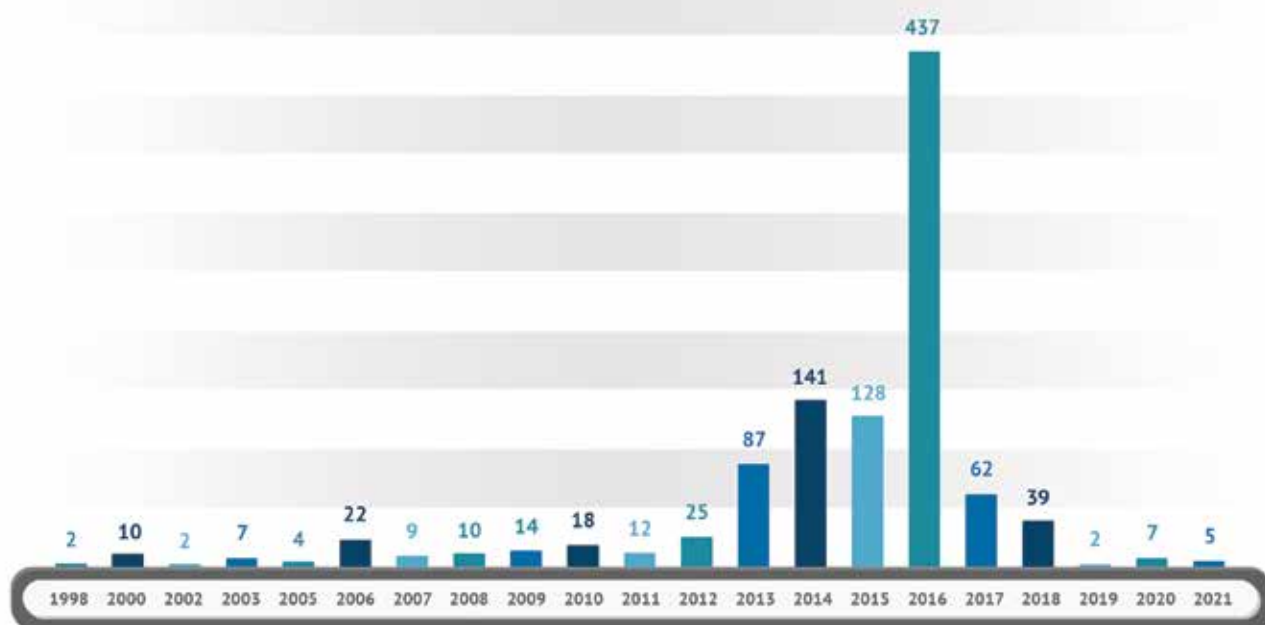
<http://nanosats.eu/>

En su mayoría, los satélites cubesat desarrollados son de tres unidades, sin embargo también han habido desarrollos con diferentes unidades (0.25U, 0.5U, 1U, 1.5U, 2U, 4U, 5U, 8U, 12U y 16U), así como otros estándares como PocketQube y TubeSat. De la mencionada base de datos, también se puede mencionar que la mayoría de los desarrollos de satélites pequeños (66.3%), fueron realizados en EUA y Europa (15.7%) [15].

Los primeros nanosatélites fueron puestos en órbita el año 1998. Desde ese entonces, se ha continuado con el interés de realizar investigación dentro de ésta área. En los últimos años, el número de lanzamiento de nanosatélites ha ido en crecimiento,

esperando que para finales del 2016 se posicionen en órbita 437 satélites. La Figura 8, muestra el número de satélites pequeños lanzados por año. Este dato incluye tanto los satélites lanzados exitosamente como los fallidos. También muestra los lanzamientos planeados a partir de este año hasta el 2021.

Figura 8: Nanosatélites lanzados por año



Los datos obtenidos a través de satélites pequeños pueden ser muy útiles para diferentes aplicaciones, y en algunos casos, tienen características similares a datos obtenidos por satélites de gran escala. Pese a que se ha logrado reducir considerablemente el costo de desarrollo y construcción de satélites pequeños, aún no existe coherencia con el costo del lanzamiento de los mismos, ya que éstos son enviados como carga secundaria en vehículos lanzadores de satélites de gran escala o son enviados hasta la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés). Por esta razón, algunos desarrolladores se han motivado a investigar sobre la posibilidad de construir cohetes más pequeños. Aunque en la actualidad no se cuenta con este servicio, se espera que próximamente se pueda reducir aún más el costo de la puesta en órbita de satélites pequeños. Además de obtener un beneficio económico, el desarrollo de este tipo de lanzadores, permitiría que se



tenga mayor libertad de elección tanto de fecha de lanzamiento como de la órbita de posicionamiento, ya que hasta el momento, esta decisión depende de las demandas de parte del equipo desarrollador de la carga primaria del vehículo lanzador.

5.1. EJEMPLOS DE VEHÍCULOS LANZADORES

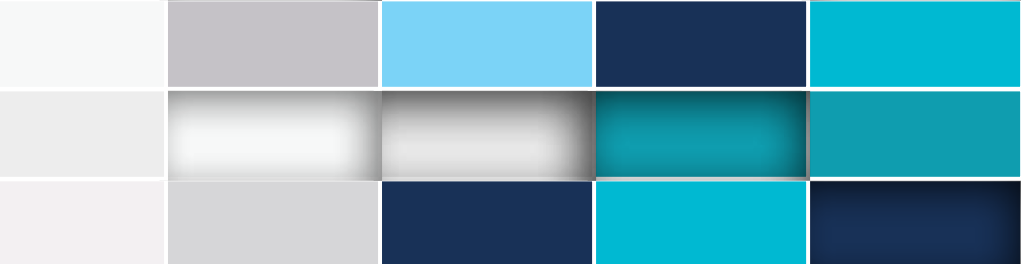
Algunos de los lanzadores que han sido usados con mayor éxito para poner en órbita satélites pequeños a lo largo de la historia, se resumen en la Tabla 13. Esta tabla fue realizada con información obtenida de bases de datos [15, 16] y considera el nombre del operador del vehículo lanzador y la ubicación geográfica del lanzamiento, además de la altura del lanzamiento aproximada en la que se desprende la carga secundaria.

Tabla 13: Vehículos lanzadores que transportaron satélites

Nombre del vehículo	Desarrollador	Ubicación geográfica de lanzamiento	Altura de lanzamiento
Vega	Agencia Espacial Italiana (ESA)	Guyana Francesa	700 kilómetros
Soyuz	Cooperación entre Europa y Rusia	Guyana Francesa	700 kilómetros
Dneper-1	ISC Kosmotras, Kazajistan	Cosmódromo de Baikonur en Kazajistán y Dombrovsky, Yansi, en Óblast de Oremburgo	650 kilómetros
H-IIA	Mitsubishi Heavy Industries	Tanegashima	700 kilómetros
Falcon 9	Space X, California	Cabo Cañaveral, Florida y Vandenberg, California	700 kilómetros
Taurus, Antares, Pegasus	Orbital Sciences Corporation, US	Wallops Island, Vandenberg, Cabo Cañaveral, Kodiak Island	700 kilómetros

5.2. DISPENSADORES DE SATÉLITES PEQUEÑOS PARA EL LANZAMIENTO

Como se mencionó anteriormente, actualmente los satélites pequeños son situados en órbita como carga secundaria dentro de vehículos lanzadores o desde la ISS. En ambos casos, es necesario contar con dispensadores, los cuales son contenedores con mecanismos que permiten que sean desplegados los satélites pequeños una vez que la carga secundaria es desprendida de la primaria.



La mayoría de los dispensadores de satélites pequeños están diseñados para ser compatibles con el estándar cubesat. Algunos de los dispensadores usados para poner en órbita los satélites pequeños son los siguientes:

- a) P-POD, es el diseño de Cal Poly, mismo equipo que desarrolló el estándar de CubeSats;
- b) ISIPOD, diseño realizado por la empresa ISIS;
- c) JAXA, esta diseñado para operar desde la EEI y su principal distribuidor es Nanoracks;
- d) NRCSD, el cual es desarrollado por Nanoracks;
- e) PSL, desarrollado por Astro-und Feinwerktechnik;
- f) NLAS, desarrollado por la NASA.

5.3. INTERFACES ESTANDARIZADAS DE CARGA SECUNDARIA

La carga secundaria es una forma de aprovechar los lanzamientos para poner en órbita satélites pequeños. Cada lanzamiento incluye un número determinado de dispensadores para que acompañen a la carga primaria en su trayecto. Estos dispensadores van unidos a una estructura en forma de anillo, situada junto a la carga primaria. Existen algunas interfaces de carga secundaria estandarizadas y se presentan a continuación:

5.3.1. ADAPTADOR DE CARGA SECUNDARIA

Un adaptador de carga secundaria (ESPA, por sus siglas en inglés), es un adaptador en forma de anillo que fue diseñado inicialmente para misiones de lanzamiento de cargas secundarias por el Departamento de Defensa del gobierno de los EUA, en las cuales usaban el Vehículo de Lanzamiento No-Reutilizable Evolucionado (EELV, por sus siglas en inglés). Este desarrollo tenía como objetivo principal reducir los costos para el usuario de la carga primaria y a la vez permitir misiones secundarias o terciarias de menor impacto respecto a la carga principal. El ESPA fue diseñado para soportar hasta 6,800 kg en la carga primaria y no más de 180 kg en la parte secundaria.



5.3.2. SISTEMAS DE CARGA SECUNDARIA DE LA EMPRESA SPACEFLIGHT

El sistema de carga secundaria de Spaceflight (SSPS, por sus siglas en inglés), es un sistema comercial derivado de la tecnología de ESPA desarrollado por la empresa Spaceflight. El sistema incluye cinco puertos de 61 cm de diámetro, cada uno con la capacidad de soportar un peso de 300 kg. Este sistema opera de forma similar a una nave tradicional con computadora de vuelo y sistema de potencia.

5.4. CONTRATACIÓN DE LANZAMIENTO

La planeación del lanzamiento de un *cubesat* debe considerar un presupuesto aproximado de \$100,000 dólares por unidad. Por ejemplo, si se va a lanzar un *cubesat* de 2 unidades, el costo del lanzamiento será de \$200,000 dólares aproximadamente. Cabe mencionar que algunas veces, se lanzan convocatorias para inscribirse a listas de espera para lanzamientos gratis. Sin embargo, no hay certeza del momento en el que vaya a ser puesto en órbita.

Por otro lado, un aspecto importante a considerar en el presupuesto del proyecto, es asegurar el costo de lanzamiento, ya que si por algún motivo, el lanzamiento fuera fallido, se podría recuperar el costo pagado. La póliza de este seguro oscila entre el 10 y 13% del costo del lanzamiento y si se desea asegurar el satélite, de igual manera se debe calcular entre el 10 y 13% del costo del satélite.

Otros costos a considerar, son los relativos a importación y exportación, los cuales dependen de la empresa intermediaria y del país de lanzamiento.

Finalmente, es recomendable adquirir una caja transportadora que tenga la mejor protección para poder mover el satélite pequeño de un país a otro y considerar que el satélite pequeño debe ser protegido con bolsas antiestáticas para evitar que el satélite se dañe durante el trayecto al destino final.

Como se mencionó anteriormente, algunas empresas intermediarias son las encargadas de reunir satélites pequeños para integrarlos en el vehículo lanzador o

para acoplarlos a los dispensadores que irán a la EEI. La Tabla 14 muestra algunas de las empresas que brindan su servicio como intermediarias para poder poner en órbita los satélites pequeños y el lugar en el que están establecidos.

Tabla 14: Empresas intermediarias para el lanzamiento de satélites pequeños

Empresa	País	Página web	Servicio de lanzamiento
Tyvak/Terran Orbital	Estados Unidos	www.tyvak.com www.terranorbital.com	Lanzamiento de <i>cubesats</i> y venta de seguros, dispensadores
GAUSS	Italia	www.gaussteam.com	Lanzamiento de microsátélites, dispensadores
UTIAS-SFL (Universidad de Toronto)	Canadá	www.utias-sfl.net	Lanzamiento de <i>cubesats</i> y nanosatélites, dispensadores
Spaceflight	Estados Unidos	www.spaceflightservices.com	Lanzamiento
Nanoracks	Estados Unidos	www.nanoracks.com	Lanzamiento
ATSB (Astronautic Technology)	Malasia	www.cubesatpro.com	Lanzamiento
SpaceXplo	Japón	www.spacexplo.com	Lanzamiento

Se espera que para el año 2018, otras empresas estén brindando el servicio de lanzamiento de órbita baja. Una de ellas se denomina *Cubecab*³⁴. Esta empresa de EUA, que se enfoca en lanzar *cubesats* de 1 y 3 unidades, se encuentra en proceso de desarrollar su propio lanzador. También la empresa española PLD Space³⁵ planea realizar su primer lanzamiento comercial en el año 2018. Generation Orbit³⁶, es una empresa de EUA que también ha desarrollado su propio lanzador, aunque aún no hay detalles de la fecha de su primer lanzamiento comercial.

Cada empresa que brinda el servicio de lanzamiento, presenta un cronograma de pago, por lo general se piden tres pagos. El primer pago es aproximadamente el 30%

34 www.cubecab.com

35 www.pldspace.com

36 www.generationorbit.com



del costo total del servicio al momento de firmar el contrato; un 40% al momento de entregar el satélite para la integración y pruebas en el dispensador que va a servir para desplegar los satélites en órbita; y finalmente, se paga el resto al momento del lanzamiento.

Dependiendo del vehículo lanzador, se deben cumplir distintos requisitos, por lo que se deben considerar gastos adicionales. Por ejemplo, si el satélite pequeño va a ser lanzado mediante el vehículo PSLV de la India, se requerirá realizar pruebas de vibración, o por ejemplo, si el lanzamiento será de la EEI, las baterías del satélite deben ser aprobadas por la NASA.

6. CONSIDERACIONES PARA EVITAR BASURA ESPACIAL

Un aspecto importante de la operación de un satélite tiene que ver con el fin de la vida útil del satélite. Aunque el satélite ya no funcione, éste continuará orbitando alrededor de la Tierra. A los satélites en esta condición se les conoce también como “basura espacial”, o “chatarra espacial”.

Se considera basura o chatarra espacial a cualquier objeto artificial en órbita sobre la Tierra que no tenga alguna utilidad, y puede consistir en objetos tan variados como naves o estaciones espaciales viejas o fuera de servicio, satélites viejos enteros o en partes, así como partes de cohetes, explosiones o restos de cohetes y satélites, tal como polvo o pequeñas partículas de pintura. Puede llegar a incluir cápsulas, equipo científico, de comunicaciones o de medición, así como restos y partes de antiguas misiones espaciales a la luna o a otros planetas del sistema solar, siempre y cuando ya no estén en operación.

Es de particular preocupación la basura espacial en las órbitas bajas que se ha generado desde el inicio de la carrera espacial, a finales de la década de los cincuentas, dado que, dependiendo de su órbita y velocidad, éstos pueden llegar a tardar cientos o miles de años para reingresar a la atmosfera terrestre (revisar Tabla 15).

Tabla 15. Tiempo de vida de objetos espaciales

Tipo de satélite	Altitud (Km)	Años para reingresar
Satélite pequeño de hasta 5 kg	600	25
Satélite pequeño de hasta 10 kg	600	25 a 30
Estación espacial	400	1
Satélites de observación de la Tierra (grande)	830	200
Satélite GEO en órbita de transferencia	600 a 36,000	10,000
Satélites geoestacionarios	36,000	Millones de años

Fuente: CNES



El principal problema que esto causa es la posibilidad de colisiones a muy alta velocidad entre dicha basura espacial y algún dispositivo o satélite aún en operación o, peor aún, alguna nave tripulada. Recordemos que cualquier objeto exterior que cumpla con las leyes de Kepler y de Newton se puede mantener en órbita por un largo tiempo, y eso implica un alto riesgo para los demás objetos útiles que se encuentren en su dirección en órbitas cercanas.

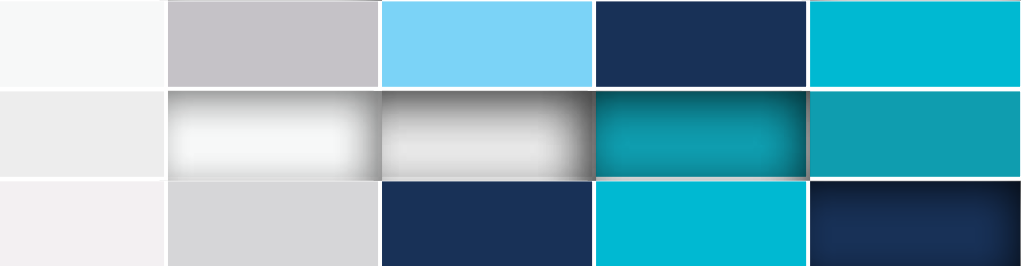
Aunque la mayor parte de los objetos de basura espacial se encuentra en órbita baja, donde existe mayor atracción gravitacional debido a la cercanía de la Tierra, es también donde dichos objetos tienen la mayor velocidad y pueden causar más daño. Esa es la órbita en la cual operan la gran mayoría de los satélites pequeños, razón por la cual la UNOOSA a nivel internacional, y la AEM en el caso de México, solicitan esta información a quienes solicitan una concesión, y son quienes hacen el registro de estos objetos. Para esto, se pide se declaren las características físicas de los satélites a lanzar, su tamaño y peso, su altura y plano orbital, así como un estimado de su vida útil.

En el caso de lanzamientos y puesta en órbita por la EEI, se busca que la órbita del satélite sea levemente diferente; con el objetivo de evitar que, con el tiempo, el mismo satélite se convierta en un proyectil en su misma dirección y altura orbital (revisar Figura 9). Los satélites pequeños, por su mayor velocidad y menores dimensiones, suelen caer a la Tierra jalados por su fuerza de gravedad, pero debido a la fricción contra las capas superiores de la atmósfera, el objeto descendiente se calienta a gran temperatura y funde o se rompe en muchos pedazos, reduciendo sus dimensiones fraccionales y, por lo tanto, su impacto contra la superficie de la Tierra.

Figura 9. Daño ocasionado en una ventana de la Estación Espacial Internacional por basura espacial



Foto ESA/NASA



Finalmente, también se tienen casos de basura espacial de mayor tamaño, donde las fracciones que reingresan no se alcanzan a fundir ni a romper en fragmentos pequeños, por lo que pueden causar fuertes daños en caso de caer en zonas pobladas. Estos fragmentos de mayor tamaños son constantemente vigilados por organismos internacionales para avisar a la población en caso de existir algún peligro de este tipo.



7. COMENTARIOS FNALES

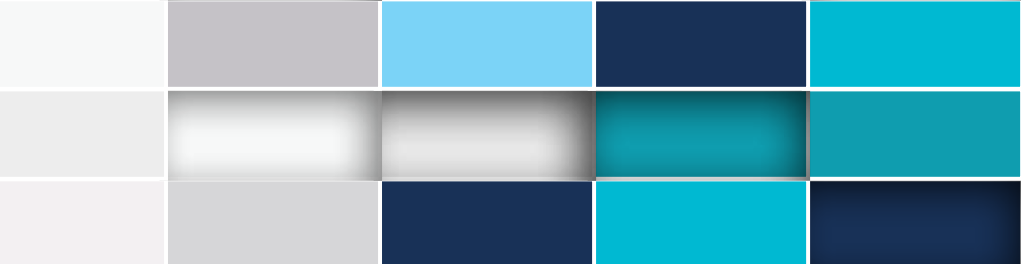
La presente guía pretende orientar a los diseñadores y desarrolladores de satélites pequeños, especialmente aquellos que operan en bandas de radioaficionados, en los procedimientos requeridos para lograr que la misión satelital se lleve a cabo de forma exitosa, sin que la parte regulatoria se convierta en un obstáculo o inhibidor en el cumplimiento de las metas en cada una de las etapas de la construcción y lanzamiento del satélite.

Considerando que actualmente no existe un marco de referencia regulatorio ad-hoc para satélites pequeños con fines académicos y de radioaficionados, tanto nacional como internacional y dada la complejidad involucrada en el cumplimiento de los aspectos regulatorios en todas las fases del proceso del desarrollo de proyectos satelitales académicos, esta guía representa una plataforma de información básica para orientar a las instituciones de educación superior e investigación y desarrollo, en los aspectos claves que se deben tomar en cuenta para la obtención de concesiones y permisos asociados.

Debido a la naturaleza del entorno regulatorio, se recomienda que las instituciones académicas estén al pendiente de los cambios que las instancias regulatorias nacionales puedan llevar a cabo. Esto con el objeto de efectuar los ajustes necesarios y de esta forma, lograr los objetivos de sus respectivos proyectos satelitales.

Así mismo, la versión electrónica de este documento contiene los documentos de referencia tanto nacionales como internacionales a los cuales se puede acceder en la página :

<http://smallsats.cicese.mx/wiki>



8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Smaller Satellites: Bigger Business?* vol. 6: Springer Netherlands, 2002.
- [2] *La resolución 1343(XIII) de la Asamblea General “Cuestión del Uso del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos”, A/RES/1343(XIII), 13 de diciembre de 1958, Disponible en [undocs.org/A/RES/1343\(XIII\)](http://undocs.org/A/RES/1343(XIII))*
- [3] Unión Internacional de Radioaficionados. *Página oficial de la IARU* [en línea]. Disponible en: <http://www.iaru.org/>. [Visitado el 5 de marzo de 2016]
- [4] International Amateur Radio Union. *Amateur Radio Satellite Frequency Coordination*. Disponible en: <http://www.iaru.org/satellite.html>. [Visitado el 5 de marzo de 2016]
- [5] *DECRETO por el que se expiden la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión, y la Ley del Sistema Público de Radiodifusión del Estado Mexicano; y se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones en materia de telecomunicaciones y radiodifusión*, Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 14 de julio de 2014, Disponible en : http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5352323&fecha=14/07/2014
- [6] *Decreto por el que se expide la Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana.*, Diario Oficial de la Federación, México, D.F., 30 de julio de 2010, Disponible en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5153806
- [7] *Embajada de México en Austria* [en línea]. Disponible en: <http://embamex.sre.gob.mx/austria/index.php/mismex/copuos>. [Visitado el 25 de abril de 2016]



- [8] *Status of International Agreements relating to activities in outer space as at 1 January 2016* Legal Subcommittee,
- [9] *La resolución 1721 B (XVI) de la Asamblea General "International co-operation in the peaceful uses of outer space", A/RES/1721 (XVI), 20 de diciembre de 1961, Disponible en undocs.org/A/RES/1721 (XVI)*
- [10] Unión Internacional de Radio Aficionados. *Satellite frequency coordination in the two-metre band*. Disponible en: http://www.iaru.org/uploads/1/3/0/7/13073366/satellite_frequency_coordination_in_the_two.pdf.]
- [11] B. Klofas and K. Leveque. *A Survey of CubeSat Communication Systems: 2009-2012*. Disponible en: <http://www.klofas.com/papers/>.]
- [12] Unión Internacional de Telecomunicaciones, *Reglamento de Telecomunicaciones: Artículos*, Edición 2012 ed. Ginebra, Suiza.
- [13] International Amateur Radio Union. *Amateur Radio Satellites: Information for developers of satellites planning to use frequency bands allocated to the amateur-satellite service* [en línea]. Disponible en: http://www.iaru.org/uploads/1/3/0/7/13073366/iarusatspec_rev15.7.pdf.]
- [14] European Union, Invent baltics, Tartu Observatory, OHB System, Aalborg University, Nanospace, et al. *About FP7 NANOSAT*. Disponible en: <http://www.fp7-nanosat.eu/>. [Visitado el 7 de agosto de 2016]
- [15] Radius Space. *Nanosatellite Database* [Página web]. Disponible en: <http://nanosats.eu/>. [Visitado el 7 de agosto de 2016]
- [16] Saint Louis University. *CubeSat Database* [Página web]. Disponible en: <https://sites.google.com/a/slu.edu/swartwout/home/cubesat-database>. [Visitado el 7 de agosto de 2016]

AUTORES



DR. ÁLVARO ARMENTA RAMADE

aarmenta@cicese.mx

Técnico titular en el CICESE. Ha participado en diferentes proyectos relacionados con la normatividad y regulación de las telecomunicaciones. Así mismo, ha participado en diversos proyectos de diseño, construcción y formación de capital humano en satélites pequeños así como de elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas para tecnologías celulares y enlaces digitales para la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones.



DR. ARTURO SERRANO SANTOYO

serrano@cicese.edu.mx

Investigador en la dirección del impulso a la innovación y desarrollo del CICESE, miembro de las redes temáticas de TIC, de la red de ciencia y tecnología espacial, y de complejidad e innovación. Perito en telecomunicaciones (registro 367 del IFT). Miembro del grupo de trabajo de estandarización e innovación de la UIT. Ha participado en diversos proyectos de diseño, construcción y formación de capital humano en satélites pequeños así como de elaboración de anteproyectos de normas oficiales mexicanas para tecnologías celulares y enlaces digitales para la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones.



DR. ROBERTO CONTE GALVÁN

conte@cicese.mx

Investigador de la División de Física Aplicada del CICESE. Coordina el diseño y construcción de satélites pequeños y es miembro de la red de ciencia y tecnología espacial. Ha participado en la elaboración de normas oficiales mexicanas de tecnología celular y enlaces digitales con la extinta Comisión Federal de Telecomunicaciones.



M.C. VERÓNICA A. ROJAS MENDIZÁBAL

vrojas@cicese.edu.mx

Candidata a doctor por el CICESE. Cuenta con un diplomado en comunicaciones satelitales por parte del Centro Regional de Estudios de Ciencia y Tecnología Espacial de América Latina y el Caribe (RECTEALC) de la ONU. Ha participado en diversos proyectos de diseño, construcción y formación de capital humano en satélites pequeños.



***Fondo Sectorial de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación en
Actividades Espaciales CONACYT - AEM***



AEM

AGENCIA
ESPACIAL
MEXICANA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

