



**ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS
ORGANIZATION OF AMERICAN STATES**

**Comisión Interamericana de Telecomunicaciones
Inter-American Telecommunication Commission**

**44 REUNIÓN DEL COMITÉ
CONSULTIVO PERMANENTE II:
RADIOCOMUNICACIONES
23 al 27 de septiembre de 2024
Mérida, México**

**OEA/Ser.L/XVII.4.2.44
CCP.II-RADIO/doc. 6126/24
10 septiembre 2024
Original: Inglés**

**CONSIDERACIONES SOBRE LAS TECNOLOGÍAS SATELITALES
DIRECTO AL DISPOSITIVO ¹**

(Punto del temario: 3.1, 3.4)

**(Documento presentado por ASOCIACIÓN DEL SERVICIO MÓVIL POR
SATELITE -MSSA)**

Impacto en el sector:

Para facilitar la comprensión de las consideraciones reglamentarias, técnicas y operativas para la implementación de las comunicaciones directas-al-dispositivo (D2D) vía satelital, este documento proporciona información sobre las diferencias entre: (i) los despliegues de D2D en el espectro atribuido globalmente para el servicio móvil por satélite (SMS) a título primario y (ii) los despliegues de D2D en el espectro, sin una atribución al SMS, incluyendo el espectro atribuido al servicio móvil (SM) e identificado para las IMT, que se encuentra en estudio en el punto 1.13 del orden del día de la CMR-27.

Resumen Ejecutivo:

La innovación en la tecnología en dispositivos móviles, las normas armonizadas a nivel mundial y la convergencia tecnológica, están posibilitando las comunicaciones directas a dispositivos (D2D) entre satélites y teléfonos móviles terrestres convencionales, y otros dispositivos de usuario final, incluyendo los vehículos en movimiento. La tecnología D2D presenta grandes nuevas oportunidades para complementar los servicios que actualmente brindan los operadores de redes móviles, cerrar la brecha digital y brindar una cobertura verdaderamente ubicua en toda América Latina. La tecnología D2D probablemente logre satisfacer casos de uso tales como: (i) complementar la infraestructura existente de los operadores de móviles terrestres y conectar partes desatendidas o no atendidas de áreas urbanas y suburbanas, así como áreas montañosas, marítimas, aeronáuticas, aisladas y rurales, y (ii) facilitar requisitos urgentes de corto plazo, tales como la respuesta a desastres naturales

Este documento contempla dos enfoques para D2D, que difieren según si se utilizan con espectro atribuido al SMS para enlaces no terrestres (denominado en esta contribución “SMS D2D”) o espectro atribuido al servicio móvil terrestre para enlaces no terrestres (denominado “IMT D2D”) en esta contribución. También puede denominarse en otros documentos “MS D2D”). Esta contribución analiza los aspectos regulatorios, operativos y técnicos de ambos enfoques para D2D

¹ **NOTA: Documento no traducido por la Secretaría de la CITEL..**

Introducción

Existe una creciente demanda de tecnologías Direct-to-Device (D2D)² debido a que partes considerables de la superficie del mundo aún no están cubiertas por redes terrestres y muchas solo pueden ser atendidas a través de conectividad satelital, que por su naturaleza, puede brindar cobertura en cualquier parte de la Tierra. Según el Banco Mundial, la región de las Américas tiene aproximadamente entre el 17 y el 18 % de la población que reside en áreas rurales, mientras que para los pequeños estados del Caribe el 53 % de su población, se encuentra viviendo en áreas rurales, sin mencionar las numerosas islas.³ El Informe sobre el estado de la conectividad móvil de la GSMA del año 2023, también señala la existencia de una brecha de cobertura del 6 %, es decir, de 40 millones de personas no conectadas en América Latina y el Caribe, y otros 210 millones de personas, o una brecha de uso del 32 % de individuos cubiertos, pero no conectados, que a menudo son renuentes a convertirse en usuarios activos, debido a que la cobertura terrestre no es suficiente donde residen la mayor parte de su tiempo.⁴ Esto representa una oportunidad para que las comunidades de operadores de redes móviles y satelitales trabajen conjuntamente para conectar a los no conectados, aprovechando los modelos de costos de las redes satelitales, que son mucho menos sensibles a la densidad de población que las redes terrestres, de modo que la inclusión del componente D2D puede mejorar el caso de negocio y así atender las áreas rurales y remotas.

Este documento contempla dos enfoques diferentes para D2D. El primero, conocido como SMS D2D, que utiliza el espectro del servicio móvil por satélite (SMS) para D2D. Este enfoque es factible dentro de las atribuciones existentes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y las regulaciones nacionales de licenciamiento que habilitan los servicios MSS actuales, en particular aquellos que utilizan las asignaciones SMS en la banda L y banda S. Este enfoque aprovecha el trabajo ya realizado en el 3GPP para llevar la capacidad satelital a los dispositivos móviles del mercado masivo mediante la incorporación de redes no terrestres (NTN) a los estándares de la industria y facilitará la implementación de la conectividad satelital en el ecosistema global 5G.

El segundo enfoque, llamado IMT D2D, se basa en que los operadores de satélite transmitan y reciban en el espectro atribuido y asignado al servicio móvil terrestre, para llevar la capacidad satelital a los dispositivos móviles del mercado masivo.

Consideraciones Técnicas y Regulatorias

Hasta hace poco, los servicios D2D se limitaban a las ofertas D2D del SMS que operaban en bandas ya atribuidas globalmente al SMS por la UIT a título primario, y prestaban servicio a una variedad de terminales distintas. Esto incluía el servicio satelital a iPhone⁵, Android y otros dispositivos.⁶ Hoy en día, se están desarrollando dispositivos con mayores capacidades, incluyendo la conectividad de banda ancha.

Recientemente, algunos operadores satelitales han comenzado a solicitar autorizaciones y /o licencias para proporcionar servicios IMT D2D en el espectro asignado al servicio móvil terrestre que no tiene una atribución al SMS correspondiente. Estos operadores y/o sus socios, tendrán que presentar diversas solicitudes a los reguladores para que les permitan utilizar las bandas de frecuencia atribuidas al servicio móvil terrestre, que pudieran estar ya asignadas a operadores móviles terrestres. La operación del SMS en el espectro asignado únicamente a los servicios terrestres es contraria al marco de espectro internacional

² “Directo al dispositivo (D2D por sus siglas en inglés - Direct-to-device-) en este documento significa comunicaciones satelitales hacia terminales de usuario convencionales en el servicio móvil terrestre u otros dispositivos de usuario”

³ <https://data.worldbank.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>

⁴ <https://www.gsma.com/r/wp-content/uploads/2023/10/State-of-Mobile-Internet-Connectivity-2023-Latin-America-and-Caribbean.pdf>

⁵ <https://www.zdnet.com/article/google-pixel-9-is-first-android-phone-to-get-satellite-sos-messaging/>

⁶ Ver por ejemplo, <https://www.motorola.com/us/motorola-defy-satellite-link/p>.

actual y, por lo tanto, genera grandes desafíos regulatorios, técnicos y operativos. Por otro lado, la prestación de la tecnología D2D en el espectro asignado al SMS no presenta complejidades regulatorias, técnicas u operativas similares

Enfoque de SMS D2D

El enfoque SMS D2D ofrece la posibilidad de brindar una cobertura integral mediante el uso de atribuciones espectro armonizadas a nivel mundial. También, minimiza el riesgo de interferencias al utilizar el espectro atribuido al SMS existente tanto en las bandas L como S (entre otras), que ya cuentan con regulaciones que llevan mucho tiempo en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y las Recomendaciones del sector de Radiocomunicaciones de la UIT, para gestionar posibles problemas de interferencia. El enfoque SMS para el D2D no requiere que el espectro se readapte a las comunicaciones por satélite.

Además, el sistema de SMS para D2D ya es posible en la mayoría de las jurisdicciones sin necesidad de que las administraciones adopten nuevas regulaciones. La mayoría de las administraciones de la CITEC ya cuentan con reglamentaciones vigentes nacionales que permiten el uso de terminales SMS en todo su territorio utilizando las siguientes atribuciones en la banda L y la banda S:

- 1518-1525 MHz (espacio-Tierra) pareado con 1668-1675 MHz (Tierra-espacio)⁷
- 1525-1559 MHz (espacio-Tierra) pareado con 1626,5-1660,5 MHz (Tierra-espacio)
- 1610-1626.5 MHz (Tierra-espacio y espacio-Tierra) pareado con 2483.5-2500 MHz (espacio-Tierra)
- 1980-2010 MHz (Tierra-espacio – 1980-2025 MHz en la Región 2) pareado con 2170-2200 MHz (espacio-Tierra – 2160-2200 en la Región 2)⁸

Con respecto a los estándares de los equipos del SMS D2D, la versión 17 de 3GPP mejora las características de la arquitectura central 5G para soportar redes NTN para varios casos de uso, incluyendo la extensión de cobertura, IoT, la comunicación ante desastres, el roaming global y la radiodifusión.⁹

Así mismo, en la versión 18, el 3GPP identificó tres rangos de bandas de frecuencia SMS específicos por debajo de los 6 GHz (reconocidos en todas las regiones de la UIT) para NTN, siguiendo el modo dúplex definido por la tabla de internacional de atribuciones de frecuencia de la UIT:¹⁰

<i>Banda de operación del satélite NTN</i>	<i>Banda de enlace ascendente (recepción por satélite/transmisión por UE)</i>	<i>Banda de enlace descendente (transmisión por satélite/recepción por UE)</i>	<i>Modo Duplex</i>
<i>n256</i>	<i>1980 – 2010 MHz</i>	<i>2170 – 2200 MHz</i>	<i>FDD</i>
<i>n255</i>	<i>1626.5 – 1660.5 MHz</i>	<i>1525 – 1559 MHz</i>	<i>FDD</i>
<i>n254</i>	<i>1610 – 1626.5 MHz</i>	<i>2483.5 – 2500 MHz</i>	<i>FDD</i>

NOTA: Las bandas de satélite NTN están numeradas en orden descendente desde n256.

⁷ Excepto en los Estados Unidos, donde la banda de 1670-1675 MHz está atribuida para uso fijo y móvil.

⁸ En la Región 2, la atribución Tierra-espacio del SMS es de 1980 a 2025 MHz.

⁹ Red no terrestre (NTN) se refiere a una red de acceso de radio (RAN), que proporciona acceso no terrestre con interfaces de radio 5G New Radio (NR), 4G NB-IoT o 4G eMTC a equipos de usuario por medio de una carga útil NTN en un vehículo NTN aéreo o espacial y un gateway NTN (ver 3GPP TS 38.300). La tecnología subyacente, la madurez, el modelo de implementación y los plazos comerciales de una NTN determinada pueden variar.

¹⁰ Ver: 3GPP 38.101-5, NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 5: Satellite access Radio Frequency (RF) and performance requirements,

<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3982>

Estas bandas ofrecen soluciones estandarizadas para mitigar los posibles conflictos entre las comunicaciones basadas en SMS y las redes celulares terrestres existentes. Esto incluye la adición de las bandas de frecuencias de SMS en la “banda L extendida” de 1518-1525 MHz y 1668-1675 MHz y las bandas de frecuencias de SMS en la “banda S extendida” de 2000-2020 MHz y 2180-2200 MHz. El Grupo de Trabajo 4B de la UIT-R ha iniciado un procedimiento para evaluar las tecnologías candidatas de interfaz de radio (RIT) y los conjuntos de tecnologías de interfaz de radio (sRIT) para el componente satelital de las IMT-2020, que finalizará en 2024. La única tecnología candidata actual es la NTN, tal como lo especifica el 3GPP.¹¹

Enfoque IMT D2D

El segundo enfoque, IMT D2D requiere cambios significativos en los marcos regulatorios para permitir un uso diferente del espectro que las atribuciones existentes no contemplan. Además, este enfoque introduce nuevos problemas de interferencia y coexistencia que afectan a los usuarios del espectro existentes y que requieren de un estudio extenso y una gestión cuidadosa. Antes de que se expidan autorizaciones nacionales para facilitar las operaciones D2D en el espectro asignado y licenciado al servicio móvil terrestre, los estudios técnicos deben abordar cuestiones no resueltas, incluyendo las emisiones fuera de banda, la interferencia transfronteriza y la interferencia entre satélites.

Así mismo, IMT D2D también plantea desafíos regulatorios asociados con la autorización del uso satelital del espectro armonizado internacionalmente, atribuido para servicios terrestres que no cuenten con la atribución al servicio móvil por satélite. En la mayoría de los casos, el espectro que se propone utilizar ya estará autorizado a uno o más operadores móviles de cada nación. Por lo tanto, las regulaciones nacionales y las autorizaciones existentes necesitarían contar con modificaciones significativas para permitir IMT D2D.

A nivel internacional, se ha encargado a la CMR-27 estudiar los elementos técnicos, operativos y regulatorios de D2D en las bandas terrestres entre 698 MHz y 2.7 GHz, en el marco del punto 1.13 del orden del día. Las bandas que se están examinando actualmente para el D2D en el marco del punto 1.13 del orden del día de la CMR-27 son las siguientes:

- 694/698-960 MHz.
- 1427-1518 MHz;
- 1710-1785 MHz;
- 1805-2025 MHz;
- 2110-2200 MHz;
- 2300-2400 MHz; y
- 2500-2690 MHz.

Actualmente, los Grupos de Trabajo 4C y 5D del UIT-R están evaluando si las bandas móviles terrestres utilizadas para sistemas móviles TDD deberían estudiarse para D2D en el marco del punto 1.13 del orden del día de la CMR-27. Estas bandas y las adyacentes están asignadas a una variedad de servicios y son utilizadas por diversos sistemas y tecnologías. El uso de estas bandas para nuevos sistemas satelitales IMT D2D introducen muchos y nuevos problemas potenciales de interferencia que se espera que se aborden en los estudios del UIT-R. Dichos estudios pueden dar lugar a nuevas regulaciones en la CMR-27.

¹¹ Circular Letter ITU-R 4/LCCE/134: “Invitation for submission of proposals for candidate radio interface technologies for the satellite component of the radio interface(s) for IMT-2020 and invitation to participate in their subsequent evaluation,” 23 November 2022; <https://www.itu.int/md/R00-SG04-CIR-0134/en>.

Algunos análisis preliminares¹² muestran que se requiere una distancia de separación significativa para garantizar que la interferencia de dichas operaciones para el IMT D2D en las redes móviles terrestres pueda ser gestionadas eficazmente. Otro ejemplo, como lo es el caso de las operaciones de Cobertura Suplementaria desde Espacio, propuesto por los Estados Unidos en la banda 1990-1995 MHz, en el que un operador móvil terrestre propone permitir operaciones satelitales de enlace descendente en una banda que está asignada globalmente para enlaces ascendentes del SMS, en este caso la banda 1980-2010 MHz (hasta 2025 MHz en la Región 2) misma que está pareada con la banda de enlace descendente del SMS 2170-2200 MHz. En este caso puntal, los operadores del SMS han presentado varios análisis técnicos que muestran cómo el uso de la banda 1990-1995 MHz para transmisiones de enlace descendente del IMT D2D dará lugar a interferencias perjudiciales para sistemas que cuentan con una licencia en otros países y que se ajustan a la direccionalidad impuesta por la atribución global al SMS para la banda S en el Cuadro Internacional de Atribución de Frecuencias¹³. Así, los desafíos técnicos y regulatorios asociados con IMT D2D son significativos y requieren una cuidadosa consideración y gestión para garantizar la implementación exitosa de esta tecnología.

Por otro lado, se ha sugerido que las IMT D2D podrían funcionar con base en el Artículo N° 4.4 del RR de la UIT, que establece:

“Las administraciones de los Estados Miembros no asignarán a una estación frecuencia alguna que no se ajuste al Cuadro de atribución de bandas de frecuencias incluido en este capítulo o a las demás disposiciones del presente Reglamento, excepto en el caso de que tal estación, al utilizar dicha asignación de frecuencia, no produzca interferencia perjudicial a una estación que funcione de acuerdo con las disposiciones de la Constitución, del Convenio y del presente Reglamento ni reclame protección contra la interferencia perjudicial causada por dicha estación”

Como lo señaló la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones (RRB) en su informe a la CMR-23¹⁴, el uso del Artículo No. 4.4 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT para redes de satélites debe abordarse con cautela debido al creciente número de sistemas NGSO que planean utilizar una banda de frecuencias en virtud del Artículo No. 4.4 del Reglamento de Radiocomunicaciones. En algunos casos, estos sistemas NGSO proponen ofrecer servicios comerciales sin una atribución apropiada en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Claramente, esto conduce a un riesgo potencialmente alto de interferencia entre satélites en algunas de las bandas de frecuencias propuestas.

Las administraciones que contemplen la posible invocación del Artículo 4.4 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT deben tener en cuenta lo siguiente (entre otras cosas):

- *De conformidad con la Regla de Procedimiento 1.6 de la UIT, las Administraciones que intenten invocar el Reglamento 4.4 del RR de la UIT deben demostrar que el uso previsto no causará interferencias perjudiciales.*
- *Esta demostración puede resultar difícil o imposible, ya que el uso del Artículo 4.4 del RR para nuevos sistemas satelitales expondrá a otros sistemas y servicios a un alto riesgo de interferencia.*

¹² Como ejemplo, vease: “Exploring Interference Issues in the Case of n25 Band Implementation for 5G/LTE Direct-to-Device NTN Services”, *Pastukh, A.; Tikhvinskiy, V.; Devyatkin, E.*, <https://www.mdpi.com/1424-8220/24/4/1297>.

¹³ Véase el artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, edición de 2023 (“Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT”).

¹⁴ Véase el documento WRC-23 50-E : “Report by the Radio Regulations Board to WRC-23 on Resolution 80 (Rev. WRC-07).” <https://www.itu.int/md/R23-WRC23-C-0050/en>.

- *Cualquier operación debe cesarse inmediatamente si hay interferencia, incluso si se trata de proporcionar servicios comerciales a los consumidores, lo que plantea importantes dudas sobre la calidad y la fiabilidad de los servicios IMT D2D.*
- *Serían necesarias otras medidas para proteger otros servicios espaciales y terrestres, tanto a nivel nacional como transfronterizo, antes de que se permita operar los servicios IMT D2D.*

La UIT aún tiene que estudiar cuestiones técnicas, operativas y reglamentarias relacionadas con este enfoque no estándar.

Consideraciones para las Administraciones de la CITEI

Varios factores han llevado a la creciente demanda de servicios D2D. Grandes partes del mundo dependen de la conectividad satelital, ya que tienen poca o ninguna infraestructura terrestre que proporcione cobertura. Los avances en la tecnología satelital y la estandarización de los servicios satelitales, como las normas para las NTN del 3GPP, han impulsado D2D, que puede ayudar a proveer conectividad crítica para poblaciones desatendidas, generando importantes ganancias de desarrollo social y económico, así como expandir la conectividad a través de múltiples segmentos grandes y diversos, incluidos la industria, el gobierno, la agricultura, el transporte y otros.

La tecnología D2D satelital presenta oportunidades y desafíos prometedores para las Administraciones de la CITEI. En general, el enfoque D2D del SMS no requiere ninguna acción adicional por parte de los reguladores nacionales. Este enfoque aprovecha los protocolos y marcos normativos estandarizados, aprovechando las especificaciones NTN de las versiones 17 y 18 del 3GPP, para proporcionar una conectividad sin interrupciones entre redes terrestres y satelitales dentro de los marcos regulatorios existentes. Por otro lado, el enfoque IMT D2D presenta importantes obstáculos técnicos y regulatorios, que se están estudiando en el punto 1.13 del orden del día de la CMR-27.

La colaboración entre operadores satelitales, proveedores de redes móviles terrestre y organismos regulatorios es crucial para liberar todo el potencial de la conectividad D2D y marcar el comienzo de una nueva era de comunicaciones ubicuas y sin interrupciones para beneficio de todos los pueblos de las Américas.

Se alienta a las administraciones de la CITEI a:

- A nivel nacional, a garantizar que el enfoque SMS D2D esté habilitado dentro del marco regulatorio global existente que respalda los servicios actuales del SMS, así como la adopción masiva del SMS D2D en los próximos años, aprovechando el trabajo ya realizado en el 3GPP, para completar las versiones 17 y 18, que incluyen las redes no terrestres (NTN) y abordan el papel de las redes de satélite en el ecosistema IMT global;
- Participar activamente en los estudios relacionados con el punto 1.13 del orden del día de la CMR-27, para garantizar que los desafíos reglamentarios, técnicos y operativos derivados de la prestación de servicios IMT D2D se comprendan y se mitiguen antes del desarrollo de dichos servicios en los territorios de sus Administraciones.